

USO CONSUNTIVO DA ÁGUA E ANÁLISE DE CRESCIMENTO EM  
CACTÁCEAS

**ZELITA DE LOURDES GOMES**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE

DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

ABRIL, 2012

USO CONSUNTIVO DA ÁGUA E ANÁLISE DE CRESCIMENTO EM  
CACTÁCEAS

**ZELITA DE LOURDES GOMES**

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”.

Orientador: Prof. Elias Fernandes de Sousa

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
ABRIL, 2012

USO CONSUNTIVO DA ÁGUA E ANÁLISE DE CRESCIMENTO EM  
CACTÁCEAS

**ZELITA DE LOURDES GOMES**

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”.

Aprovada em 27 de abril de 2012

Comissão Examinadora

---

Prof<sup>a</sup>. Janie Mendes Jasmim (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

---

Prof. Geraldo de Amaral Gravina (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

---

Prof. Maurício Carvalho Ribeiro Gomes (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

---

Prof. Elias Fernandes de Sousa (D.Sc., Produção Vegetal) - UENF  
(Orientador)

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por se fazer presente em minha vida, mesmo nos momentos em que me desanimo em seguir-Te e a minha Virgem Mãe Santíssima por me acalentar nas horas difíceis;

Aos meus pais, por terem mantido nossa família sempre unida, feliz, consolidada e por terem sido exemplo de amor, perdão, paciência, sinceridade... Enfim, ser meu pai e minha mãe, as duas pessoas que eu sei que me amarão independente do que eu seja e que estarão comigo onde quer que eu esteja sendo meu porto seguro para onde sei que sempre poderei voltar. Eu amo vocês!

Pai e Mãe, não se culpem pelos momentos difíceis e muito menos pelos nossos erros. Já crescemos. Somos senhores das nossas escolhas. Mas, quando nós lhe pedirmos ajuda, por favor, não nos julguem, só nos ajudem. Eu amo vocês!

Aos meus irmãos pelos momentos de travessuras, brigas, partilhas, união. Adoro quando nos unimos para fazer alguma coisa diferente do tipo comprar presentes para o pai e a mãe, ou até mesmo fazer a comida (Rafael), ou levar os bichos ao veterinário (Salvador). Tenho orgulho de você Mano, e de você também Fael. Vocês são partes do meu corpo, do meu ser, da minha alma. Eu amo vocês!

Às minhas cunhadas-irmãs Rosiléia e Ludymila por amarem e cuidarem dos meus irmãos;

Aos meus filhos, melhores amigos, irmãos ou simplesmente meus bichinhos de estimação Muriel (*in memoriam*), Fofucha, Escubi, Pipoca (*in memoriam*), Reizinho (*in memoriam*), Tiquito (*in memoriam*), a Pintada e a todos outros com

quem tive o prazer de conviver. Vocês não têm ideia de como são importantes para mim. Obrigada por terem me ensinado como o silêncio é fundamental, que carinho se dá quando quer e se aceita quando precisa. Obrigada por me deixarem cuidar, observar, brincar e ser cuidada por vocês. Vocês são fundamentais para mim. Eu amo vocês!

A todos os meus familiares, não citarei nomes porque sei que acabarei me esquecendo de alguém. Por favor, sintam-se representados pelos patriarcas vô Salvador (*in memoriam*), vô Domingos (*in memoriam*), vô Manoel (*in memoriam*), e matriarcas vó Zelita (*in memoriam*) e vó Lourdes (*in memoriam*);

Tenho muitos amigos a agradecer. Se eu começar a colocar nomes talvez eu seja injusta com alguns, mas tem aqueles que vale a ressalva: Gisele, Gabriela, Vitória; Paulo Cesar, Liliane; Pedro; Ana Paula, Milena, Natália Conceição, e aos meninos da sala em geral; Gabriela e Daniele e; a muitos outros que na minha vida entraram, aqui ficaram ou já partiram. Agradeço a vocês pelas lembranças que ficarão em meu coração e que, como fotografias, servirão para, nas horas de saudades, lembrar os bons momentos, as risadas, os apertos que passamos juntos, as ajudas, palavras de apoio... Todos são especiais para mim. Saibam disso!

Às meninas Karina, Gabriella, Rozana, Carmem e Marcinha e aos meninos Júnior, Pablo e Delorme pelos momentos de descontrações e brincadeiras, pelas ajudas com os computadores e, principalmente, a Karina pela ajuda com o experimento, momentos de conversas e companhia;

À galera do ônibus – Ju, Kadu, Victor e Isabela – pela perseverança, responsabilidade e dedicação. Obrigada mesmo!

A todos os professores, pois cada um, ao seu modo, contribuiu para minha formação acadêmica. Mas, agradeço com carinho especial ao professor Salassier por ter despertado em mim o interesse e a curiosidade sobre a ciência da irrigação, à professora Janie pela amizade e preocupação e ao professor Elias por ter me ensinado muito, principalmente, a ter paciência;

Aos funcionários da faculdade, em especial aos da limpeza, às meninas das secretarias e aos guardas, principalmente os noturnos. Vocês são demais!

Ao Pedro Naoum por ter cedido as plantas e por ter ajudado com a ideia que acabou culminando nessa dissertação;

A Capes pelo apoio durante esses anos de pesquisa.

## SUMÁRIO

Resumo .....	vi
Abstract .....	vii
1. Introdução .....	1
2. Objetivo .....	5
2.1. Objetivo Geral.....	5
2.2. Objetivos específicos.....	5
3. Revisão Bibliográfica .....	6
3.1. Diferentes grupos de plantas de acordo com o tipo de metabolismo .....	6
3.2. Características da Família Cactaceae.....	7
3.2.1. Gênero <i>Pilosocereus</i> .....	9
4. Material e Método.....	11
4.1. Material Vegetal.....	11
4.2. Experimento em casa de vegetação .....	11
4.3. Medição biométrica dos cactos colunares .....	13
4.4. Relações Biométricas .....	16
4.4.1. Superfície do Polígono Envolvente (SPE).....	16
4.4.2. Volume do Polígono (VP).....	17
4.4.3. Superfície do Cilindro Envolvente (SCE) .....	18
4.4.4. Volume do Cilindro (VC) .....	18
4.5. Determinação do Uso Consuntivo (UC) .....	18
4.5.1. Método Gravimétrico.....	19

4.5.2. Método Volumétrico .....	19
4.5.3. Uso Consuntivo Diário (UCD) .....	19
4.5.4. Uso Consuntivo Total (UCT) .....	20
4.6. Incremento em Massa (IMS) .....	20
4.7. Incremento em Matéria Seca (IMS).....	20
4.7.1. Matéria seca Final Estimada ( $MSF_e$ ).....	21
4.7.2. Massa Seca Inicial Estimada ( $MSI_e$ ) .....	21
4.7.3. Incremento em Matéria Seca (IMS) .....	22
4.8. Eficiência no uso da água (EUA).....	22
4.9. Avaliação Estatística .....	22
5. Resultados e Discussão .....	23
6. CONCLUSÃO .....	40
Referência Bibliográfica.....	43

## RESUMO

GOMES, Zelita de Lourdes; Engenheira Agrônoma, M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Abril de 2012; Uso consuntivo da água e análise do crescimento em Cactáceas. Orientador: Prof. Elias Fernandes de Sousa.

O objetivo deste trabalho foi descrever o uso consuntivo da água e analisar o crescimento da espécie *Pilosocereus pachycladus pachycladus*, pertencente à família Cactaceae. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em DIC, com início em 01 de novembro de 2011 e término em 07 de fevereiro de 2012. Foram aplicados três tratamentos: irrigação a cada T1 – 07 dias; T2 – 15 dias; e T3 – 30 dias, sendo utilizadas três plantas por tratamento. Foram utilizados o método gravimétrico e o volumétrico para a descrição do consumo hídrico da planta. Os parâmetros biométricos altura (H), perímetro (P), largura das costelas (LC) e profundidade entre costelas (PF) foram medidos e utilizados para o cálculo da Superfície do Polígono Envolvente (SPE), Volume do Polígono (VP), Superfície do Cilindro Envolvente (SCE) e Volume do Cilindro (VC). Também foram determinados o Incremento em Massa, Massa Seca e a Eficiência no Uso da Água (EUA). As plantas submetidas ao turno de rega de sete dias apresentaram um melhor uso consuntivo da água, no que se refere ao armazenamento da mesma, sendo o tratamento que teve o maior consumo de água. As plantas submetidas ao turno de rega de 30 dias tiveram maior EUA.



## ABSTRACT

GOMES, Zelita de Lourdes; Agronomy Engineer, M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2012. April, Consumptive use of water and analysis of growth in Cactaceae. Advisor: Prof. Elias Fernandes de Sousa.

The objective of this study was to describe the consumptive use of water and analyze the growth of the species *Pilosocereus pachycladus pachycladus* belonging to the family Cactaceae. The experiment was conducted in a greenhouse, in DIC, beginning on November 1, 2011 and ending on February 7, 2012. We applied three treatments: irrigation every T1 - 07 days, T2 - 15 days and T3 - 30 days, using three plants per treatment. We used the volumetric and gravimetric method to describe the water consumption of the plant. The biometric parameters height (H), perimeter (P), width of ribs (LC) and depth of ribs (PF) were measured and used to calculate the surface Polygon Surround (SPE), Volume Polygon (VP), Surface Cylinder Surround (SCE) and Cylinder Volume (CV). Were also determined Increment Mass, Dry Mass and Water Use Efficiency (EUA). The plants grown under irrigation interval of seven days showed a better consumptive use of water, with regard to storage of the same, and the treatment that had the greatest consumption of water. The plants grown under irrigation interval of 30 days had higher EUA.

## 1. INTRODUÇÃO

A floricultura nacional, apesar de presente no cotidiano do brasileiro desde o final do século passado, era pouco expressiva tanto econômica como tecnologicamente, até meados da década de 50, caracterizando-se como uma atividade paralela a outros setores agrícolas (Silveira, 2002).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Floricultura (IBRAFLOR), em 1999, havia 2.545 produtores no país que, em seu conjunto, cultivaram 4.850 ha, sendo 80% a céu aberto e 20% em estufas. Em 2004, esse setor foi apontado, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), como a principal atividade agrícola de aproximadamente 0,06% das propriedades rurais brasileiras, consistindo apenas 0,02% da área produtiva do país.

Os dados citados acima se mostram atuais conforme explicitado no Censo Agropecuário realizado em 2006. O Censo revelou que a concentração na distribuição de terras permaneceu praticamente inalterada nos últimos vinte anos, embora tenha diminuído em 2.360 municípios. Nos Censos Agropecuários de 1985, 1995 e 2006, os estabelecimentos com mais de 1.000 hectares ocupavam 43% da área total de estabelecimentos agropecuários no país, enquanto aqueles com menos de 10 hectares ocupavam, apenas, 2,7% da área total (IBGE, 2009).

Segundo o Censo Agropecuário 2006, o valor total obtido com a produção agropecuária foi de R\$ 147,26 bilhões, dos quais 77,07% (R\$ 113,49 bilhões) foram oriundos da Produção Vegetal. Na produção vegetal, 64,61% (R\$ 73,32 bilhões) foram obtidos pelas culturas de Lavoura Temporária, 22,25% pelas de Lavoura

Permanente, 7,55% pela Silvicultura, 3,85% pela Horticultura, 1,18% pela Extração Vegetal e 0,56% pela Floricultura (IBGE, 2009).

A porcentagem de participação da floricultura no valor total da Produção Agropecuária traduz o potencial de produção desse setor, pois apesar de ocupar uma pequena área de produção, obteve-se, com essa atividade, uma receita de R\$ 322,3 milhões/ano, dos quais somente a produção do Estado de São Paulo respondeu por 74,5% (IBRAFLO, 1999).

Os municípios que mais se destacaram por alcançar maiores receitas foram Holambra e Atibaia (SP); Rio de Janeiro, Sumidouro e Nova Friburgo (RJ); Curitiba e Campina da Lagoa (PR); Biguaçu (SC); Vacaria e Nova Petrópolis (RS), na Região Sudeste; Castanhal (PA) na Região Norte; Gravatá (PE), na Região Nordeste; e o Distrito Federal, na Região Centro-Oeste (IBGE, 2004).

Em 2002, 10% do total produzido pela floricultura nacional foi exportado, o equivalente a US\$ 15 milhões. Os principais produtos exportados foram: mudas de plantas ornamentais e plantas vivas; bulbos, tubérculos e rizomas; folhas, folhagens e musgos para floricultura; e flores cortadas para buquês; ocupando 0,2% do mercado mundial, avaliado em US\$ 6,7 bilhões. Entre os países de destino das exportações brasileiras, além dos tradicionais como os da União Européia, MERCOSUL, Estados Unidos, Suíça e Japão, destacam-se a Austrália e Nova Guiné (Kiyuna *et al.*, 2004).

A floricultura é uma atividade de grande absorção de mão de obra, principalmente familiar e permanente, empregando em torno de 33,3 mil trabalhadores rurais diretos, dos quais 19 mil só no Estado de São Paulo, utilizando em média 3,7 homens/ha de área cultivada (Kiyuna *et al.*, 2004).

A quantidade de mão de obra aumenta sensivelmente em áreas menores do que um ha, onde há concentração de estufas e utilização de equipamentos modernos de produção. Nestas propriedades são produzidas flores de alto valor agregado como rosas, cravos, lírios e orquídeas, gerando maiores rendas por metro quadrado (Kiyuna *et al.*, 2004), realidade que indica o grande potencial econômico da produção de flores e plantas ornamentais, já que são cultivos intensivos, de grande valor agregado com potencial de geração de renda mesmo em pequenas áreas.

Conforme Silveira (2002), o produtor de plantas ornamentais convenceu-se da necessidade da adoção de tecnologias mais adaptadas às condições

edafoclimáticas brasileiras. Dentre essas tecnologias, a irrigação, que tem por objetivo complementar as precipitações pluviais e manter um nível ótimo de umidade no solo para o desenvolvimento da planta, se constitui em um dos mais limitantes fatores de produção (IBGE, 2004).

No Censo Agropecuário de 2006, 6,3% dos estabelecimentos declararam fazer uso de irrigação. A área irrigada compreendia 4,45 milhões de ha (7,4% da área total em lavouras temporárias e permanentes), com a seguinte distribuição: 24% da área irrigada no método de inundação, 5,7% por sulcos, 18% sob pivô central, 35% em outros métodos de aspersão, 7,3% com métodos localizados e 8,3% com outros métodos ou molhação. Quanto à fonte da água, 74,8% declararam utilizar fontes do próprio estabelecimento (69,5% da área total irrigada); 15,5% declararam utilizar fontes de fora do estabelecimento bombeadas com equipamento próprio (28,4% da área) e 7,1% obtida de terceiros através de projetos particulares ou comunitários de irrigação (6,3% da área) (IBGE, 2009).

Fazendo uma análise comparativa entre os principais recursos utilizados na produção de flores e plantas ornamentais no período de 1995-1996, observa-se que os produtores que utilizaram fertilizantes tiveram receita 18,91% maior, em média, à daqueles que não utilizaram insumo algum. Os produtores que realizaram tratamento fitossanitário apresentaram receita 30,84% maior, em média, do que aqueles que não o fizeram. Já os produtores que utilizaram irrigação tiveram uma receita 61,86% maior, em média, do que aqueles que não irrigaram. Esses dados exemplificam a importância do uso da irrigação em sistemas de cultivo de plantas ornamentais (IBGE, 2004).

Por outro lado, os mesmos dados apontam que cerca de 48,70% dos produtores de plantas e flores ornamentais que possuem algum tipo de sistema de irrigação fazem uso dessa tecnologia sem receber a devida orientação técnica, o que pode trazer sérios problemas no que diz respeito ao fornecimento de água em quantidade suficiente e em época adequada para o bom desenvolvimento da planta, assim como o desperdício de água durante o manejo (IBGE, 2004).

A água é um recurso natural não renovável que está ficando cada dia mais escasso, sendo a agricultura a sua principal fonte consumidora (Silva, 2008). Só no Brasil, aproximadamente 60 milhões de hectares são ocupados com a produção agropecuária. Desses, cerca de 6% (3,6 milhões) são irrigados. Mesmo assim, essa

atividade é responsável pelo consumo de 69% da água doce consumida no país (Revers & Malvezzi, 2011).

Tendo em vista a atual preocupação com o uso e preservação da água, entende-se que o desenvolvimento de estudos que caracterizem o consumo desse recurso pelos diferentes grupos de plantas, principalmente por aqueles que apresentam uma alta eficiência do uso de água, servirá tanto para o entendimento dos mecanismos de adaptação existentes às condições limites de sobrevivência quanto para o uso aplicado na irrigação de cultivos comerciais.

## 2. OBJETIVO

### 2.1. Objetivo Geral

- Descrever o uso consuntivo da água e analisar o crescimento da espécie *Pilosocereus pachycladus pachycladus*, pertencente à família Cactaceae.

### 2.2. Objetivos específicos

- Testar uma metodologia de medição biométrica com a qual seja possível acompanhar o crescimento de cactos colunares;
- Determinar a eficiência no uso da água da espécie *Pilosocereus pachycladus pachycladus* sob diferentes turnos de rega;
- Determinar o turno de rega em que se obtém melhor resposta em crescimento e desenvolvimento da espécie *Pilosocereus pachycladus pachycladus*.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Diferentes grupos de plantas de acordo com o tipo de metabolismo

Um grupo numeroso de plantas de interesse agrônomo apresenta metabolismo do tipo C3, assim designado porque o primeiro produto estável identificado na carboxilação, o ácido fosfoglicérico, possui três átomos de carbono em sua molécula (Taiz e Zeiger, 2009).

O segundo grupo, possui metabolismo C4, apresentando duas carboxilações sucessivas. A primeira ocorre nas células do mesofilo com a formação de produtos com quatro átomos de carbono na molécula (oxalacetato; malato ou piruvato) a partir do CO<sub>2</sub> atmosférico. A segunda carboxilação ocorre nas células do parênquima perivascular (bainha vascular), a qual é uma característica de folhas das plantas desse grupo, utilizando CO<sub>2</sub> interno proveniente da descarboxilação dos compostos de quatro carbonos. Nesse grupo situam-se algumas gramíneas de origem tropical e de interesse agrícola, além de espécies das famílias Cyperaceae e Chenopodiaceae (Taiz e Zeiger, 2009).

O terceiro grupo é constituído pelas plantas CAM, iniciais em inglês de metabolismo ácido das crassuláceas. Essa nomenclatura deve-se ao fato do comportamento CAM ter sido identificado, primeiramente, em plantas da família das crassuláceas. O termo ácido foi utilizado porque essa via se caracteriza por um acúmulo de ácidos orgânicos de quatro carbonos durante a noite, e consumo destes, durante o dia. Algumas plantas suculentas são representantes do grupo CAM como,

por exemplo, nas famílias Agavaceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Crassulaceae, Euphorbiaceae e Orchidaceae (Taiz e Zeiger, 2009).

As plantas CAM utilizam a via C4 de assimilação do carbono, fazendo uma separação temporal dos eventos C4 e C3. Essas plantas fecham os estômatos durante o dia, prevenindo assim a perda de água. Durante a noite, com pouca transpiração devido ao baixo déficit de pressão de vapor, elas abrem os estômatos, e o CO<sub>2</sub> é fixado ao ácido fosfoenolpirúvico (PEP) pela ação da PEP-case, pois essa reação não depende de ATP ou NADPH. Assim, o carbono é assimilado na forma de ácidos orgânicos, aspartato e malato, acumulados nos vacúolos. Durante o dia, economizam água com os estômatos fechados, pois já assimilaram o CO<sub>2</sub>, e então descarboxilam estes ácidos orgânicos pela via de descarboxilação C4, fornecendo o CO<sub>2</sub> para o ciclo de Benson-Calvin que, este sim, depende da energia luminosa (Taiz e Zeiger, 2009).

Apesar de serem plantas pioneiras, não se pode dizer que as plantas C4 sejam mais tolerantes à SCEa do que plantas C3. Somente o metabolismo CAM pode ser considerado como uma adaptação à SCEa.

As plantas CAM obrigatórias são adaptadas a regiões áridas (atividade fotossintética máxima com temperatura de 30 a 45°C) por terem adaptações como: alto conteúdo hídrico; possuem baixa densidade estomática, isto é, em torno de 2.500 estômatos.cm<sup>-2</sup>, dez vezes menor do que em plantas C3 (em torno de 20.000 estômatos.cm<sup>-2</sup>); e, principalmente, devido à sua alta eficiência no uso de água (Arruda *et al.*, 2005).

A eficiência de uso de água (E.U.A.) é um índice ecofisiológico que relaciona os fluxos de carbono e de vapor d'água. Este índice equivale a uma relação "benefício/custo" das trocas gasosas, o inverso desse índice é conhecido como razão de transpiração e representa, portanto, o "custo/benefício". As plantas C3 têm uma E.U.A. variando de 1 a 3 g de CO<sub>2</sub> fixado.kg<sup>-1</sup> de H<sub>2</sub>O transpirada; nas C4 essa varia de 2 a 5 e nas CAM de 10 a 40 (Gentil, 2010).

### 3.2. Características da Família Cactaceae

A família Cactaceae apresenta aproximadamente 125 gêneros e 1.900 espécies e encontra-se distribuída em uma ampla variedade de habitats, desde regiões áridas até florestas úmidas (Arruda *et al.*, 2005).



O Brasil é considerado o terceiro maior centro de diversidade desta família, totalizando aproximadamente 200 espécies (Souza e Lorenzi, 2005), sendo muitas destas endêmicas da Caatinga Nordestina (Abud *et al.*, 2010). Algumas se destacam como um importante elemento da paisagem sendo usadas principalmente para fim ornamental e forrageiro (Lima-Silva *et al.*, 2009).

Os cactos são muito conhecidos por habitarem regiões áridas e por possuírem uma série de características anatômicas, morfológicas e fisiológicas que possibilitam sua adaptação a ambientes SCEos. Entretanto, a característica mais marcante e que distingue as cactáceas de todos os demais vegetais são as aréolas, que são pontos especiais onde se prendem espinhos e pelos e dos quais emergem as flores. As aréolas representam as geratrizes de ramos que não chegaram a se desenvolver, permanecendo abreviados e muito modificados (Rizzini, 1987).

Dentre as modificações fisiológicas destacam-se o metabolismo ácido das crassuláceas (CAM) e; sistemas radiculares extensos e superficiais, formação rápida de raízes absorventes nas épocas de chuva e absorção imediata da água atmosférica pelos espinhos, permitindo a pronta absorção de água, mesmo em quantidades reduzidas (Martins, 2007).

A principal característica de adaptação morfológica desse grupo é o caule, chamado cladódio, típico de plantas xerófilas, que tem como funções a realização de fotossíntese, das trocas gasosas e armazenamento de água. Geralmente o cladódio é formado por costelas que também podem estar relacionadas a diversas funções, como o aumento de volume durante a hidratação dos tecidos (Martins, 2007).

Na grande maioria das espécies de Cactaceas há a presença de espinhos que, em grande quantidade, gera e sustenta, na camada entre a epiderme e a superfície dos espinhos, um ambiente um tanto úmido e com menos incidência de radiação solar junto à superfície da epiderme. A gema terminal é resguardada por pelos longos e espinhos densos que, inclinados sobre ela, compõem um manto protetor (Godofredo, 2009).

Como modificações anatômicas caulinares mais expressivas destacam-se a presença de cera epicuticular, cutícula espessa, muitas vezes até coriácea, presença de várias camadas de celulose superpostas nas paredes celulares, estômatos pouco numerosos e, em algumas espécies, localizados em depressões da epiderme, hipoderme colenquimática e o desenvolvimento de grandes proporções de tecido parenquimático com células mucilaginosas (Martins, 2007).

Apesar da importância de tais características adaptativas para a sobrevivência dessas espécies, usa-se para a identificação botânica as características reprodutivas desta família que podem ser descritas genericamente como: sementes pequenas com embrião curvado e reserva do tipo perisperma; antese floral noturna e flores com ovário ínfero, típico de plantas altamente especializadas e está relacionado à proteção contra injúrias mecânicas; frutos, na maioria do tipo baga, com polpa mucilagínosa, originada pelo espessamento dos funículos, sendo indeiscente, podendo ocorrer, em alguns casos, a deiscência irregular devido a pressões internas causadas pelo intumescimento da polpa (Martins, 2007).

### 3.2.1. Gênero *Pilosocereus*

O gênero *Pilosocereus* pertence à subfamília Cactoideae e se diferencia dos outros gêneros de Cactaceae principalmente pelas características do fruto, que é globoso-achatado, deiscente por fissuras irregulares e com polpa funicular. Suas flores se abrem à noite, quando são polinizadas pelos morcegos. As plantas desse gênero possuem ramos relativamente curtos, colunares e retos, com porte variando de arbóreo a arbustivo (Godofredo, 2009).

No Estado do Rio de Janeiro, o gênero *Pilosocereus*, é o mais representativo da família Cactaceae, possuindo três espécies do total de espécies dessa família, quais sejam: *Pilosocereus ulei*, *Pilosocereus brasiliensis* e *Pilosocereus arrabidaei* (Martins, 2007).

Outra espécie representante desse gênero e amplamente distribuída no nordeste do Brasil é o *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter 1979 (sinonímia *Pilosocereus azureus* F. Ritter 1979) mais conhecido como Facheiro, Facheiro azul ou Mandacaru de facho (Abud *et al.*, 2010).

Esta espécie caracteriza-se por apresentar plantas de grande porte, atingindo de 2 a 10 m podendo ser mais altas. Suas hastes são eretas, de coloração verde-acinzentado ou verde-azulado, de 5,5 a 11 cm de diâmetro. Contém de 5 a 19 pregas transversais popularmente conhecidas como costelas (Anderson, 2001).

Duas subespécies de *Pilosocereus pachycladus* são reconhecidas. A subespécie *Pilosocereus pachycladus pachycladus* que tem hastes variando de 5 a 10 m de altura e costelas largas, sendo encontrada na Bahia e Minas Gerais. E a

subespécie *Pilosocereus pachycladus pernambucoensis* que tem hastes com mais de 13 m de altura e costelas estreitas, ocorrendo no norte do Brasil (Abud *et al.*, 2010).

A primeira subespécie possui principalmente valor ornamental devido ao seu porte e à sua coloração característica. A segunda é, junto a outras espécies de cacto, usada no período de estiagem para suplementação alimentar dos animais (Abud *et al.*, 2010).

## 4. MATERIAL E MÉTODO

### 4.1. Material Vegetal

As mudas da espécie *Pilosocereus pachycladus pachycladus* foram cedidas por um produtor do município de Maricá, RJ, transportadas em raiz nua e plantadas individualmente em vasos de 5L contendo como substrato uma mistura de areia com esterco na proporção de 1:1. As mudas foram mantidas em casa de vegetação e irrigadas semanalmente até um mês após o plantio. Procurou-se selecionar mudas homogêneas quanto à idade, altura e diâmetro.

### 4.2. Experimento em casa de vegetação

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Unidade de Apoio à Pesquisa (UAP) do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense – Darcy Ribeiro (UENF), localizada em Campos dos Goytacazes, 21° 75' de latitude sul, 41° 3' de longitude oeste e 11 m de altitude. O experimento teve início em 01 de novembro de 2011 e término em 07 de fevereiro de 2012 com duração de 98 dias.

Foram aplicados três tratamentos: T1 – irrigação a cada 07 dias; T2 – irrigação a cada 15 dias; e T3 – irrigação a cada 30 dias. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), sendo utilizadas três plantas por tratamento totalizando nove plantas.

A lâmina de água irrigada, determinada empiricamente, foi de um litro para todos os tratamentos. Foi colocada uma camada grossa de areia em cada vaso, para evitar a evaporação da água do substrato.

Para a determinação do uso consuntivo pelo método gravimétrico foi feita a pesagem dos vasos antes e depois de cada irrigação em balança de precisão, Figura 01.



Figura 01: Determinação do Uso Consuntivo da água pelo método Gravimétrico.

No momento da irrigação, os vasos foram colocados dentro de um balde, para a coleta do volume residual de água. Esperou-se 30 minutos para garantir que todo o excesso de água do vaso fosse percolado, e o volume de água do balde foi medido com uma proveta graduada. O volume residual de água da irrigação foi usado para quantificação do volume real de água aplicado no dia e a determinação do uso consuntivo da planta pelo método volumétrico, Figura 02.



Figura 02: Determinação do Uso Consuntivo da água pelo método Volumétrico.

#### 4.3. Medição biométrica dos cactos colunares

Procurou-se desenvolver uma metodologia com a qual fosse possível descrever o crescimento de cactos colunares. Para isso, foram medidos quinzenalmente:

a) A altura (H), da base até o ponto de inserção dos espinhos no ápice da planta, com fita métrica milimetrada, Figura 03;

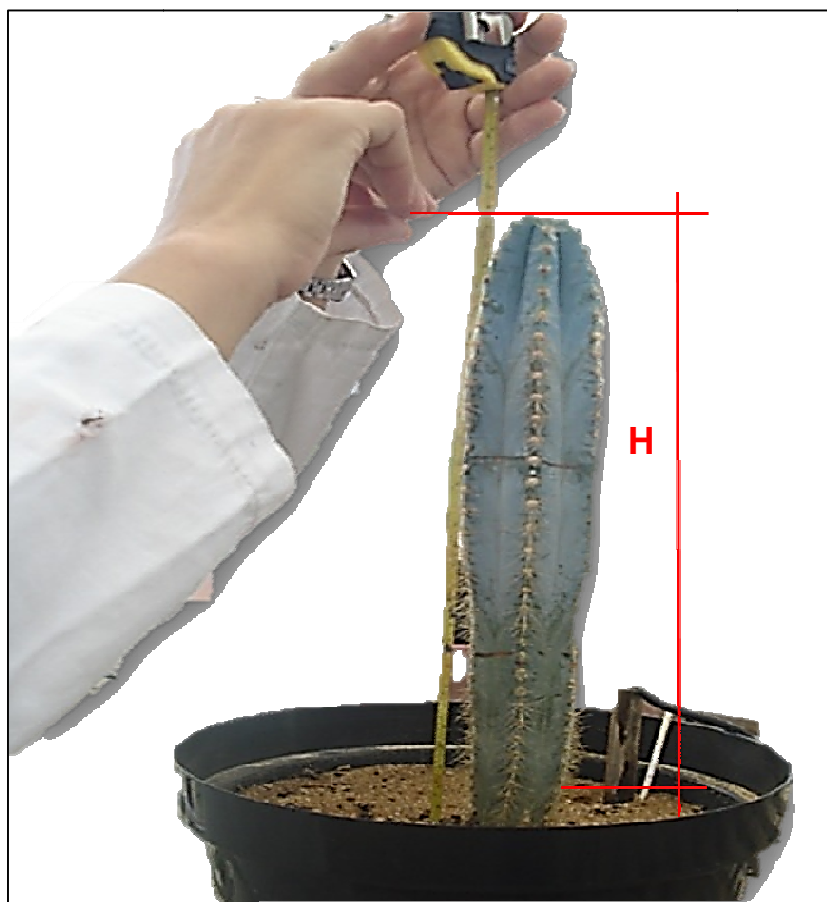


Figura 03: Altura (H).

b) A largura da “costela”, compreendendo a distância da borda exterior até a borda interior de cada “costela” (LC), com fita métrica milimetrada, Figura 04);

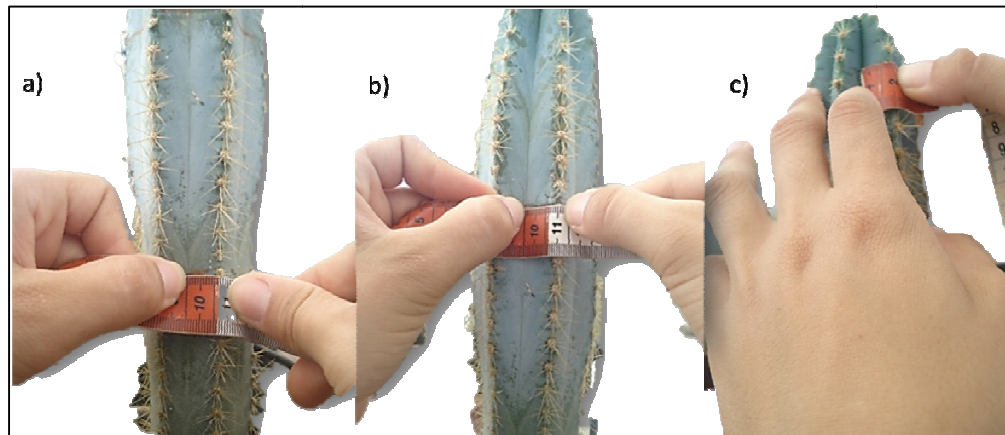


Figura 04: Largura da “Costela” (LC)– a) medição do terço interior; b) medição do terço médio e c) medição do terço superior da planta.

c) O perímetro da planta (P). Para a medição do perímetro, envolveu-se uma linha ao redor da planta e fez-se uma marcação com caneta de ponta fina no encontro das duas pontas da mesma, para depois medir seu comprimento com uma régua milimetrada, Figura 05.

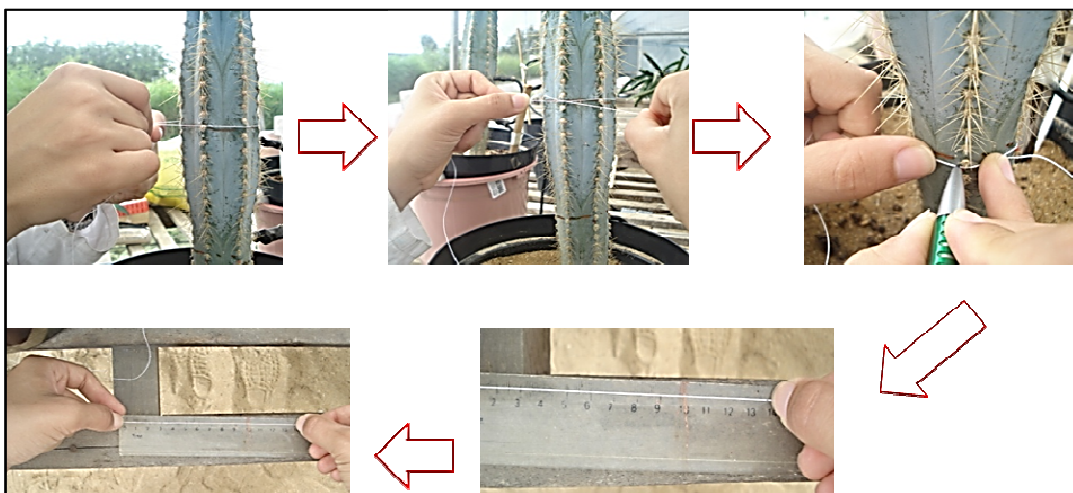


Figura 05: Perímetro da Planta (P)

d) A profundidade entre duas costelas (PF), por meio de um paquímetro digital, Figura 06.

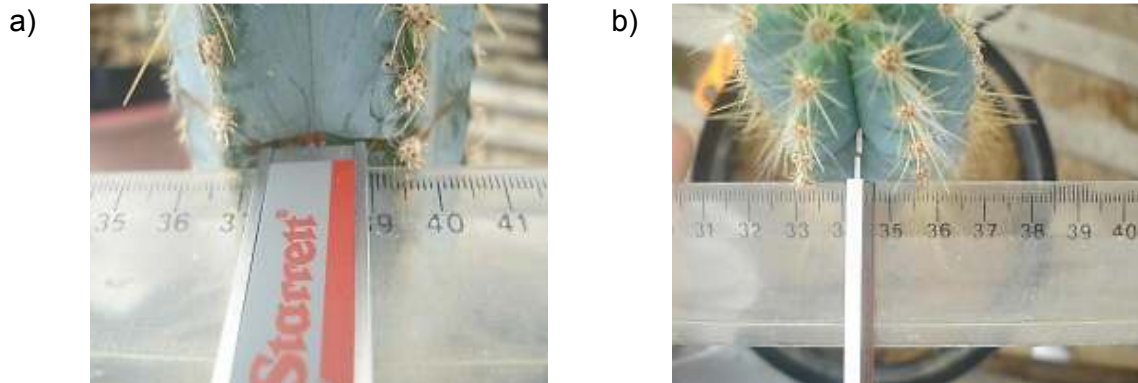


Figura 06: Profundidade da Costela (PF), a) parte inferior e b) parte superior da planta.

Com exceção da altura, todas as medições biométricas foram feitas a cada 10 cm de distância, iniciando-se a 10 cm do substrato. Para garantir que todas as medições fossem feitas do mesmo modo, marcou-se os cactos com caneta e o início da medição indicado com seta.

No total, foram feitas setes medições biométricas. A última medição foi feita no dia 29 de fevereiro de 2012, 22 dias após o término do experimento. Em seguida as plantas foram retiradas dos vasos, lavadas e transportadas para o laboratório para a determinação da massa fresca e massa seca das mesmas.

Foi separada a parte aérea e a raiz de cada planta. Um pedaço de cladódio que ficava embaixo do substrato e servia para a sustentação da planta foi retirado e eliminado. A casca do cladódio foi separada do miolo, sendo estas partes, assim como a raiz pesadas separadamente em balança de precisão a fim de se determinar a massa fresca. Em seguida, todas as partes foram colocadas em estufa a 105°C por 24h para a determinação do peso seco.



#### 4.4. Relações Biométricas

Os parâmetros altura (H), perímetro (P), largura da costela (LC) e profundidade entre costelas (PF) foram utilizados para o cálculo da Superfície do Polígono Envolvente (SPE), Volume do Polígono (VP), Superfície do Cilindro Envolvente (SCE) e Volume do Cilindro (VC). Desta forma foi possível interpretar o crescimento das plantas de cada tratamento, Figura 07.

O formato de Polígono é uma adaptação morfológica deste grupo vegetal e para efeitos de cálculo foi considerado inscrito em um círculo hipotético, que seria o formato da planta caso ela não tivesse essa adaptação, Figura 07.

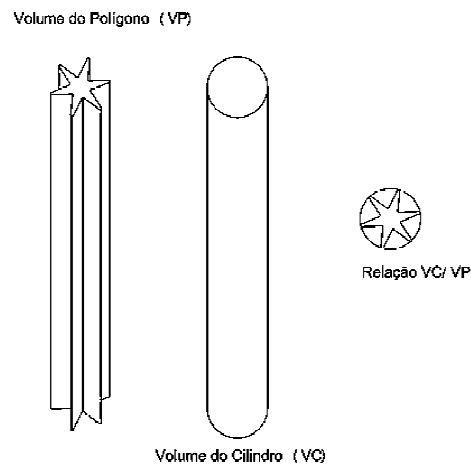


Figura 07: Esquema da Relação entre Volume do Polígono (VP) e Volume do Cilindro (VC).

##### 4.4.1. Superfície do Polígono Envolvente (SPE)

A Superfície do Polígono Envolvente é a superfície de troca da planta com o meio ambiente, podendo ser considerada como uma grande folha que cobre o caule do cacto, o cladódio. O cálculo da SPE foi feito da seguinte forma:

$$SPE=H.NC.\overline{LC} \quad (1)$$

em que,

SPE: Superfície do Polígono Envolvente,  $\text{cm}^2$ ;

H: altura da planta, cm;

NC: número de costelas;

$\overline{LC}$ : largura média das costelas, cm.

#### 4.4.2. Volume do Polígono (VP)

Para o cálculo do VP foi considerada a média das Áreas das Seções Transversais do Polígono, nas diferentes alturas de medição na planta, Equações 2.

$$ASTP= \left( \frac{R \cdot \sin\left(\frac{360}{NC}\right)}{2} \right) \cdot \left( R \cdot \cos\left(\frac{360}{NC}\right) - \frac{PF}{10} \right) \cdot NC \quad (2)$$

em que,

ASTP: Área da Seção Transversal do Polígono,  $\text{cm}^2$ ;

NC: número de costelas;

PF: profundidade média entre costelas, mm;

R: raio do polígono, cm, dado pela Equação:

$$R = \frac{P}{2\pi} \quad (3)$$

em que,

P: perímetro da planta, cm.

Foi considerado como Volume do Polígono todo o interior da planta, envolvido pelo SPE.

$$VP = \overline{ASTP} \cdot H \quad (4)$$

em que,

VP: Volume do Polígono,  $\text{cm}^3$ ;

$\overline{ASTP}$ : média das Áreas das Seções Transversais do Polígono,  $\text{cm}^2$ ;

H: altura, cm.

#### 4.4.3. Superfície do Cilindro Envolvente (SCE)

$$SCE = P \cdot H \quad (5)$$

em que,

SCE: Superfície do Cilindro Envolvente,  $\text{cm}^2$ ;

P: perímetro médio, cm;

H: altura, cm.

#### 4.4.4. Volume do Cilindro (VC)

$$VC = \left( \frac{P}{2\pi} \right)^2 \cdot \pi \cdot H \quad (6)$$

em que,

VC: Volume do Cilindro,  $\text{cm}^3$ ;

P: perímetro médio, cm;

H: altura, cm.

#### 4.5. Determinação do Uso Consuntivo (UC)

Foi considerado Uso Consuntivo o somatório da água incorporada, armazenada e transpirada pela planta.

## 4.5.1. Método Gravimétrico

$$UC_g = P_d - P_a \quad (7)$$

em que,

UC<sub>g</sub>: Uso Consuntivo da planta entre duas irrigações consecutivas (Kg);

P<sub>d</sub>: peso depois da irrigação (Kg);

P<sub>a</sub>: peso antes da irrigação (Kg).

## 4.5.2. Método Volumétrico

$$UC_v = \frac{V_i - V_r}{V_i} \quad (8)$$

UC<sub>v</sub>: Uso Consuntivo da planta entre duas irrigações consecutivas (L);

V<sub>i</sub>: Volume irrigado, constante igual a 1L;

V<sub>r</sub>: volume residual coletado após a irrigação, L.

## 4.5.3. Uso Consuntivo Diário (UCD)

$$UCD = \frac{UC_g}{\frac{TR}{SPE}} \quad (9)$$

em que,

UCD: Uso Consuntivo Diário, kg m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>;

UC<sub>g</sub>: uso consuntivo da planta entre duas irrigações consecutivas (Kg);

TR: turno de rega, 7, 15 e 30 dias;

SPE: Superfície do Polígono Envolvente, m<sup>2</sup>.

#### 4.5.4. Uso Consuntivo Total (UCT)

$$UCT = \sum_{1}^{n} P_d - P_a \quad (10)$$

em que,

UCT: Uso Consuntivo da planta entre duas irrigações consecutivas (Kg);

$P_d$ : peso depois da irrigação (Kg);

$P_a$ : peso antes da irrigação (Kg).

#### 4.6. Incremento em Massa (IMS)

Foi considerado Incremento em Massa a diferença de peso do vaso em cada dia de irrigação e o peso após a primeira irrigação.

$$IM = P_{aid} - P_{ai} \quad (11)$$

em que,

IM: Incremento em Massa, kg;

$P_{aid}$ : peso após a irrigação do dia; kg;

$P_{ai}$ : peso após a irrigação inicial, kg;

#### 4.7. Incremento em Matéria Seca (IMS)

A matéria seca da parte área e da raiz foi determinada pelo método tradicional de secagem em estufa. No entanto, para conseguir uma estimativa real do crescimento da planta no final do tratamento em relação ao período inicial, precisou-se fazer uma estimativa de incremento de matéria seca. O incremento em matéria seca estimado foi obtido pela diferença entre a matéria seca final estimada e matéria seca inicial estimada.

Foi feita essa estimativa do incremento em massa porque as plantas usadas no experimento foram propagadas vegetativamente, portanto já havia uma massa

inicial que não tinha como ser mensurada, uma vez que o método de determinação de massa seca é destrutivo.

#### 4.7.1. Matéria seca Final Estimada ( $MSF_e$ )

$$MSF_e = \frac{MSF_m}{ISPE_f} ISPE_d \quad (12)$$

em que,

$MSF_e$ : Matéria SCEa Final Estimada, g;

$MSF_m$ : matéria SCEa final medida, g;

$ISPE_d$ : incremento da Superfície do Polígono Envolvente no dia da irrigação,  $cm^2$ ;

$$ISPE_d = SPE_d - SPE_i \quad (13)$$

em que,

$SPE_d$ : Superfície do Polígono Envolvente no dia da irrigação,  $cm^2$ ;

$SPE_i$ : Superfície do Polígono Envolvente inicial,  $cm^2$

#### 4.7.2. Massa Seca Inicial Estimada ( $MSI_e$ )

$$MSI_e = \frac{MSF_m}{ISPE_d} \quad (14)$$

em que,

$MSI_e$ : Massa Seca Inicial estimada, g;

$MSF_m$ : Massa Seca Final medida, g;

$ISPE_d$ : incremento da Superfície do Polígono Envolvente no dia da irrigação,  $cm^2$  (Equação 13).

#### 4.7.3. Incremento em Matéria Seca (IMS)

$$\text{IMS} = \text{MSF}_e - \text{MSI}_e \quad (15)$$

em que,

IMS: Incremento em Matéria Seca, g;

MSF<sub>e</sub>: matéria seca final estimada, g;

MSI<sub>e</sub>: matéria seca inicial estimada, g.

#### 4.8. Eficiência no uso da água (EUA)

Foi comparada a EUA entre os três tratamentos, sendo esta expressa em kg de massa seca por m<sup>-3</sup> de água consumida.

$$\text{EUA} = \frac{\text{IMS}}{\text{UCT}} \quad (16)$$

em que,

EUA: Eficiência no Uso da Água, kg de matéria seca por m<sup>3</sup> de água consumida;

IMS: incremento de matéria seca, kg;

UCT: uso consuntivo da água, m<sup>-3</sup>.

#### 4.9. Avaliação Estatística

Todos os parâmetros foram submetidos à análise de regressão. Foram feitos gráficos de barra mostrando o intervalo de confiança entre as médias a 5% de probabilidade para as variáveis: matéria seca total, eficiência no uso da água, e incremento da Superfície do Polígono Envolvente.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidas curvas semelhantes para o crescimento da Superfície do Polígono Envolvente (SPE) para as plantas submetidas aos três turnos de regas (Figura 08). Cavalcanti & Milanez (2007) testaram cinco combinações de três tipos de substrato em quatro espécies da família Cactaceae, dentre estas, havia a combinação areia + esterco na proporção de 1:1 para a espécie *Pilosocereus pachycladus*, a mesma utilizada neste trabalho.

Esses autores relataram que a combinação areia + esterco foi a que proporcionou o maior crescimento em altura, diâmetro basal, massa fresca e massa seca, para todas as espécies, o que pode elucidar o comportamento de crescimento em SPE semelhante para todos os tratamentos, pois todos tiveram crescimento satisfatório.

Taiz e Zeiger (2009) afirmam que os vegetais CAM possuem uma taxa fotossintética baixa, apresentando normalmente uma assimilação de  $2,5 \mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , o que faz com que esses vegetais tenham um crescimento muito lento com baixo acúmulo de matéria seca. Entretanto, essas plantas podem permanecer longos períodos, de 100 a 200 dias, sem abrir os estômatos durante o dia, economizando água. Alguns autores apontam que o suprimento hídrico de água no solo pode não ser o fator mais limitante para o crescimento de cactáceas, mas sim outros fatores como o tipo de substrato (Cavalcanti & Milanez, 2007) e a intensidade luminosa (Cavalcante *et al.*, 2011).



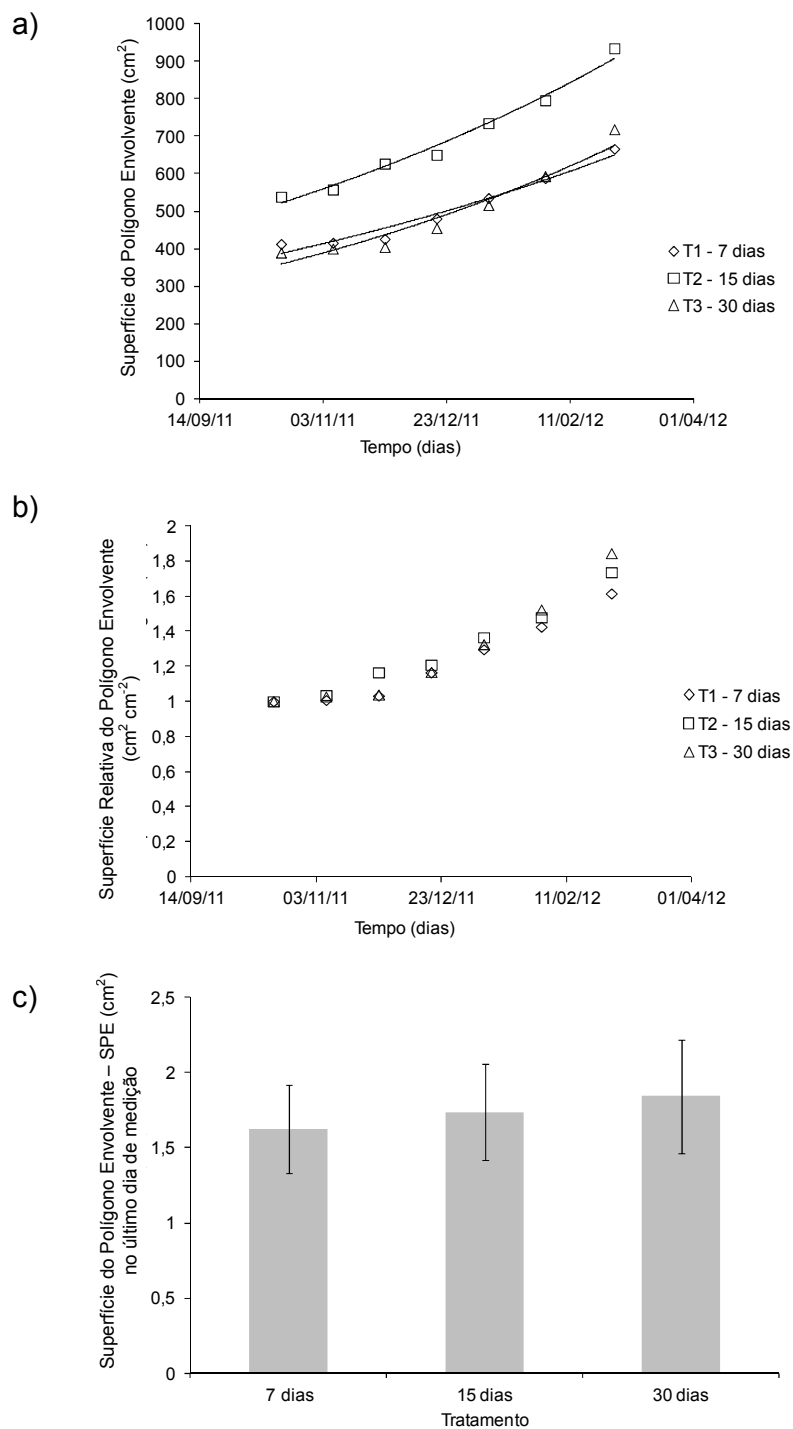


Figura 08: a) Superfície do Polígono Envolvente – SPE ( $\text{cm}^2$ ) em valores absolutos, b) Superfície relativa do Polígono Envolvente – SPE ( $\text{cm}^2 \text{cm}^{-2}$ ) valores relativos à primeira medição e, c) Superfície do Polígono Envolvente – SPE ( $\text{cm}^2$ ) no último dia de medição biométrica do cacto *Pilosocereus pachycladus pachycladus* submetido a três turnos de rega no período de 98 dias em casa de vegetação. Campos dos Goytacazes – RJ. Colunas e barras sobrepostas não diferem entre si pelo IC de 95% de significância, pelo teste “t” de Student.

Também foi observado um aumento do Volume do Polígono similar entre as plantas dos três turnos de regas aplicados (Figura 09). Observa-se que há uma oscilação do Volume do Polígono (VP) ao longo do tempo para todos os tratamentos, sendo esta mais expressiva para as plantas submetidas ao turno de rega de 15 dias.

A variação do VP dos cactos submetidos à irrigação a cada sete dias foi menor, possivelmente pelo constante suprimento hídrico no substrato para este tratamento, possibilitando que a planta se mantivesse sempre túrgida.

Para entender melhor a variação do VP plotou-se a Área da Seção Transversal (a 10, 20 e 30 cm do substrato) de cada tratamento ao longo do período experimental. A Área da Seção Transversal mais representativa é a 20 cm do substrato, pois está no terço médio da planta e não sofrer variação devido ao crescimento como observado a 30 cm do substrato, Figura 10.

As plantas submetidas ao turno de rega de sete dias tiveram uma variação semelhante da ASTP a 10 e 20 cm do substrato, ambas tiveram pouca oscilação ao longo do tempo e apresentaram crescimento linear.

Não foi percebida uma grande variação em ASTP a 10 e 20 cm nas plantas submetidas ao turno de rega de 15 dias, apesar da variação em VP expressiva deste tratamento. O Volume do Polígono (VP) pode ter sido influenciado pela variação da ASTP a 30 cm que foi maior que as demais ASTP.

Verifica-se que não houve aumento, mas sim uma oscilação acentuada ao longo do tempo da ASTP nas plantas submetidas ao turno de rega de 30 dias, o que pode ser associado à turgescência e ao murchamento da planta durante o período de estudo.

Cavalcante *et al.* (2011) estudando a resposta do crescimento da Pitaya sob diferentes intensidades luminosas e doses de adubação orgânica, observaram que os incrementos semanais do diâmetro do caule desta espécie não foram diretamente influenciados pelas diferentes doses de adubação orgânica.

Esses autores apontaram que a variável incremento em diâmetro está diretamente relacionada às condições climáticas do local, sendo encontrados inclusive incrementos negativos para esta variável.

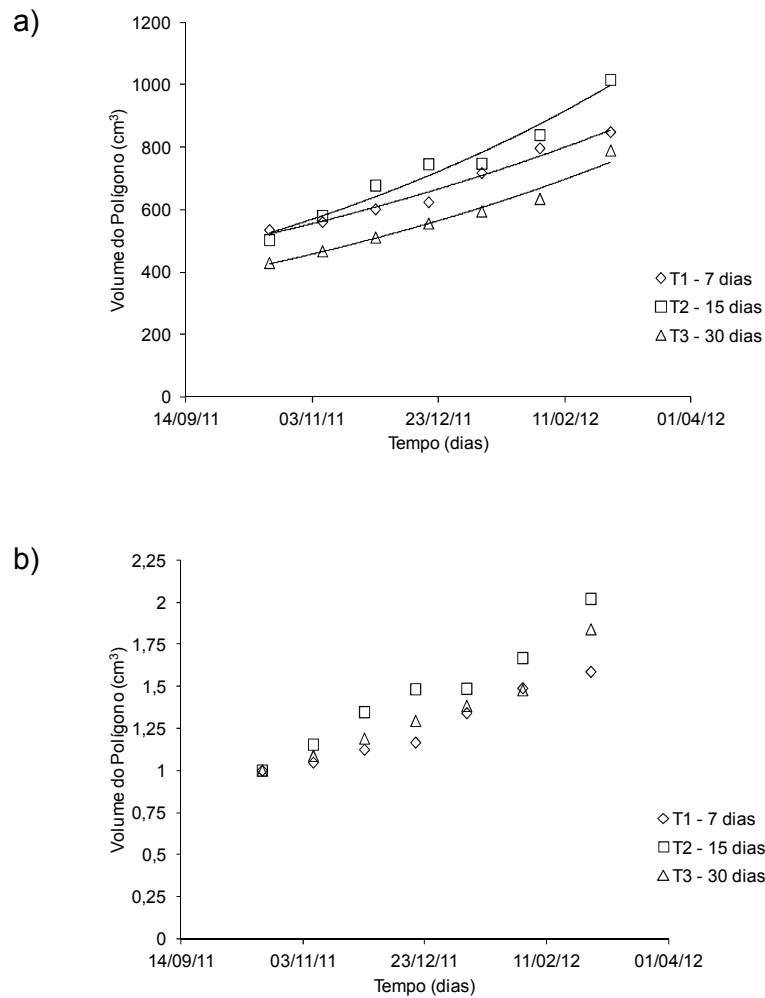


Figura 09: a) Volume do Polígono – VP (cm<sup>3</sup>) em valores absolutos e b) Volume do Polígono – VP (cm<sup>3</sup>) em valores relativos do cacto *Pilosocereus pachycladus* submetido a três turnos de rega no período de 98 dias em casa de vegetação. Campos dos Goytacazes – RJ.

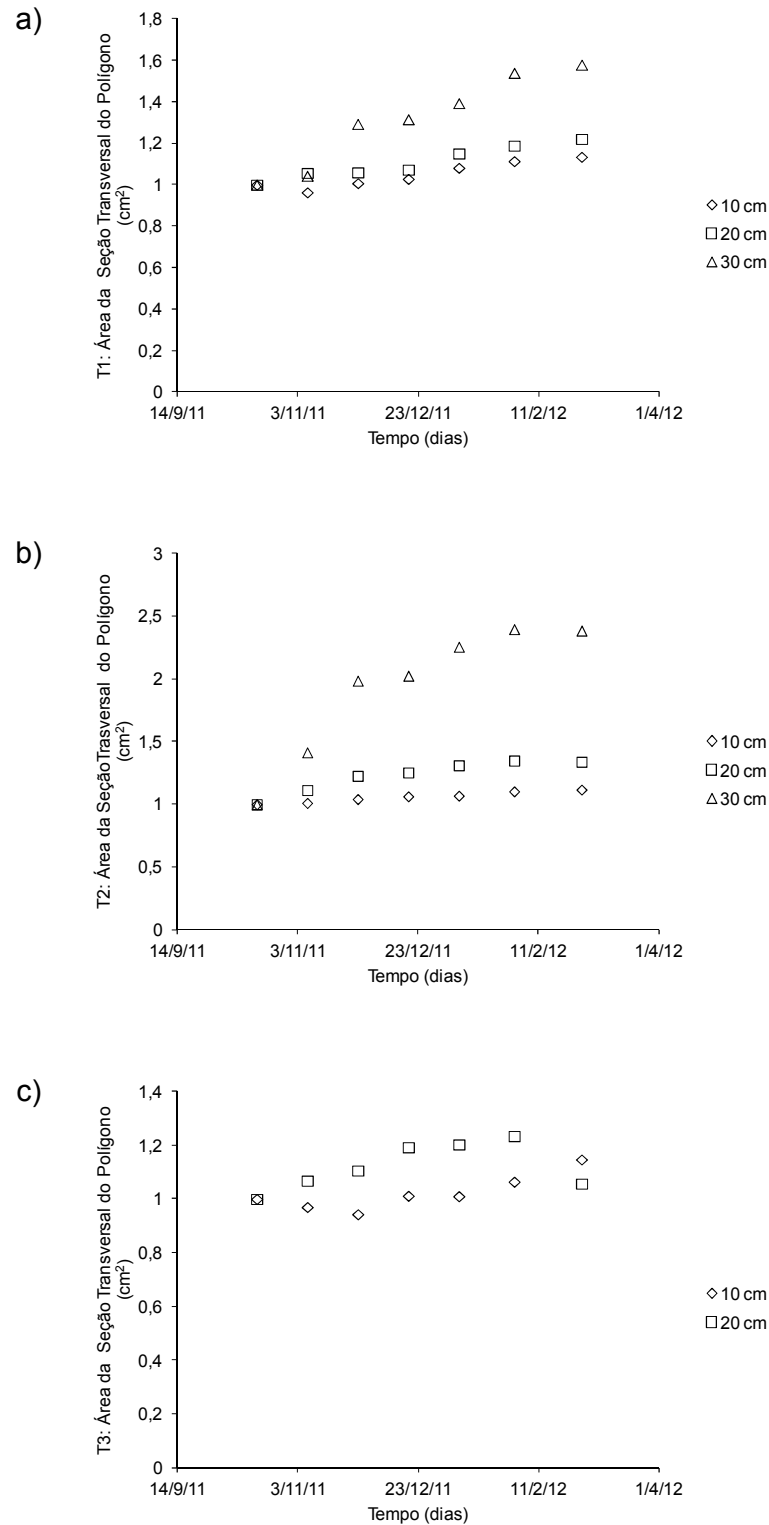


Figura 10: Variações das Áreas das Seções Transversais dos Polígonos – ASTP (cm<sup>2</sup>) a 10, 20 e 30 cm de altura, em valores relativos do cacto *Pilosocereus pachycladus pachycladus* submetido aos turnos de rega de a) 7, b) 15 e c) 30 dias no período de 98 dias em casa de vegetação, Campos dos Goytacazes – RJ.

Na Figura 11 estão dispostas as relações entre: Superfície do Polígono Envolvente (SPE) e Superfície do Cilindro Envolvente (SCE); Volume do Polígono (VP) e Volume do Cilindro (VC), respectivamente.

Os resultados mostram que SPE é 3% maior do que SCE, no entanto VP é 26% menor do que VC, indicando a importância do formato estrelar como adaptação em plantas de cacto, por permitir uma maior superfície de contato com o ambiente, sem a necessidade de manutenção de grande quantidade de tecido interno, o que não ocorreria para uma planta de mesma altura com formato cilíndrico.

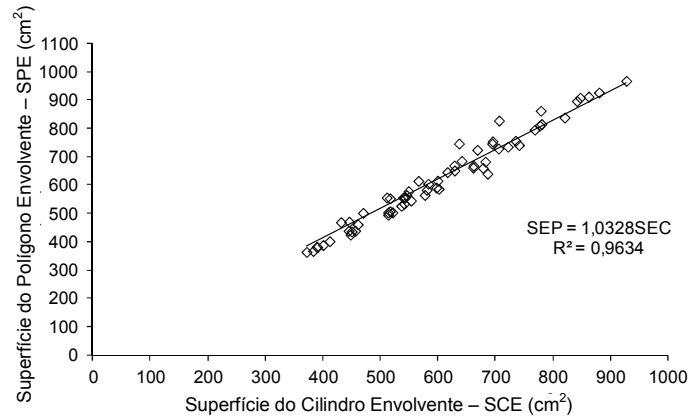
A superfície de contato com o ambiente em plantas de cacto se dá pelo cladódio, que é um caule modificado resultante de uma série de adaptações anatômicas e morfológicas. Tais adaptações são: presença de costelas, espinhos, tricomas; ausência de folhas; hipoderme com parênquima clorofiliano e; desenvolvimento de grandes proporções de tecido parenquimático com células mucilaginosas (Dettke & Milaneze-Gutierrez, 2008).

O cladódio, órgão fotossinteticamente ativo, é responsável pela captação de energia solar e conversão desta em energia química durante o processo fotossintético (Pinto *et al.*, 2006). Portanto, quanto maior a superfície, maior será o rendimento fotossintético deste grupo vegetal.

Por essa família ter outras características adaptativas como: menor quantidade de estômato; abertura estomática principalmente no período noturno; presença de cera epicuticular; cutícula espessa e; estômatos localizados em depressões da epiderme, em algumas espécies, (Dettke & Milaneze-Gutierrez, 2008) a maior SPE não interfere na sua sobrevivência em ambientes áridos, sendo, portanto uma boa adaptação a tais regiões.

Visto isto, entende-se que o monitoramento da SPE durante todo o ciclo da cultura se torna uma importante ferramenta de estimativa do desenvolvimento da planta e, em consequência, da produtividade e da produção total da cultura (Pinto *et al.*, 2006).

a)



b)

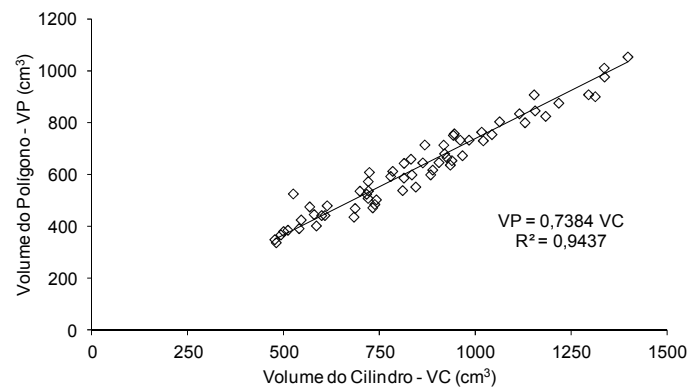


Figura 11: a) Relação Superfície do Polígono Envolvente – SPE ( $\text{cm}^2$ ) e Superfície do Cilindro Envolvente – SCE ( $\text{cm}^2$ ) e, b) Relação entre Volume do Polígono – VP ( $\text{cm}^3$ ) e Volume do Cilindro – VC ( $\text{cm}^3$ ) do cacto *Pilosocereus pachycladus* submetido a três turnos de rega no período de 98 dias em casa de vegetação. Campos dos Goytacazes – RJ.

Na Figura 12 é apresentada a correspondência entre os valores medidos de Uso Consuntivo (UC) pelos métodos Gravimétrico e Volumétrico e o Uso Consuntivo Diário (UCD) dos três tratamentos analisados.

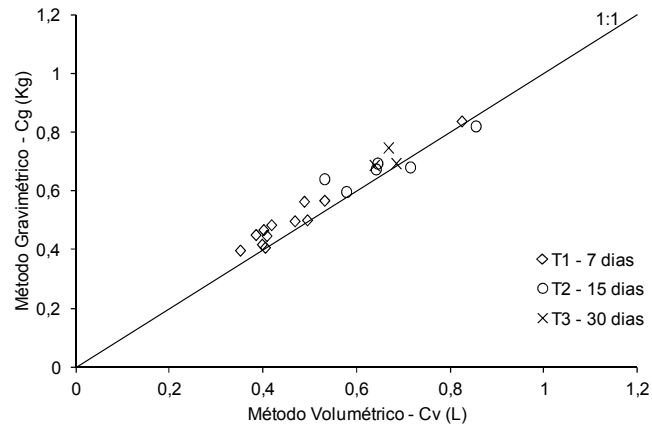
Verifica-se uma relação satisfatória entre os métodos gravimétrico e volumétrico, indicando a confiabilidade dos valores estimados de UC. Pode-se observar também uma boa distribuição dos valores na reta 1:1 indicando que há exatidão dos valores analisados. Segundo Bloon (1992), citado por Gonçalves (2010), acurácia ou exatidão é a quantidade que a medida difere a partir de um valor verdadeiro, estatisticamente pode-se dizer que é a dispersão dos valores medidos em torno da reta 1:1, que representa os valores reais.

Na Figura 13 é mostrada a relação entre Uso Consuntivo Diário (UCD) e SPE para cada tratamento. O UCD das plantas submetidas ao turno de rega de sete dias permaneceu constante ao longo do período experimental, não sendo detectada a variação do mesmo com o crescimento da SPE, provavelmente devido ao constante suprimento de água no substrato que possibilitou a planta repor a quantidade de água necessária em todo o seu período de crescimento.

Houve um decréscimo do UCD das plantas submetidas ao turno de rega de 15 dias conforme o crescimento da SPE, explicado pelo aumento da demanda hídrica devido ao aumento da SPE, entretanto sem suprimento de água proporcional no substrato, já que o volume de água aplicado permaneceu constante. Porém, observa-se que as plantas continuaram crescendo linearmente, ou seja, mesmo com UCD menor a planta conseguiu manter seu metabolismo normal, indicando um possível aumento da eficiência no uso da água.

Apesar dos poucos pontos plotados no gráfico (c), percebe-se que há um aumento da UCD, junto com o aumento da SPE nas plantas submetidas ao turno de rega de 30 dias, indicando que a planta consegue absorver uma grande quantidade de água após longo período sem irrigação e tem o máximo de aproveitamento da água disponível no substrato, pois a planta permaneceu crescendo.

a)



b)

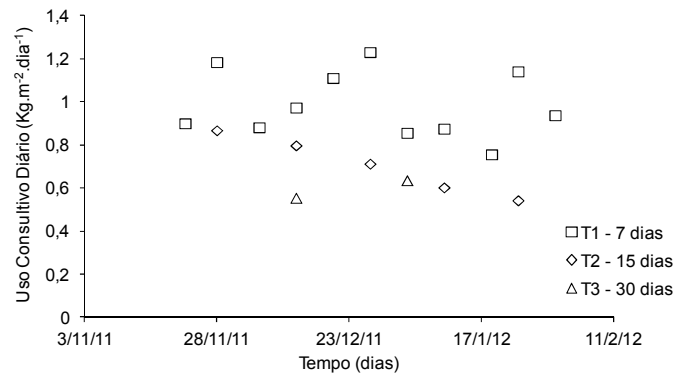


Figura 12: a) Estimativa do Uso Consuntivo da Água medido pelos métodos Gravimétrico (kg) e Volumétrico (L) e, b) Uso Consuntivo Diário (UCD) do cacto *Pilosocereus pachycladus pachycladus* submetido a três turnos de rega no período de 98 dias em casa de vegetação em Campos dos Goytacazes – RJ.



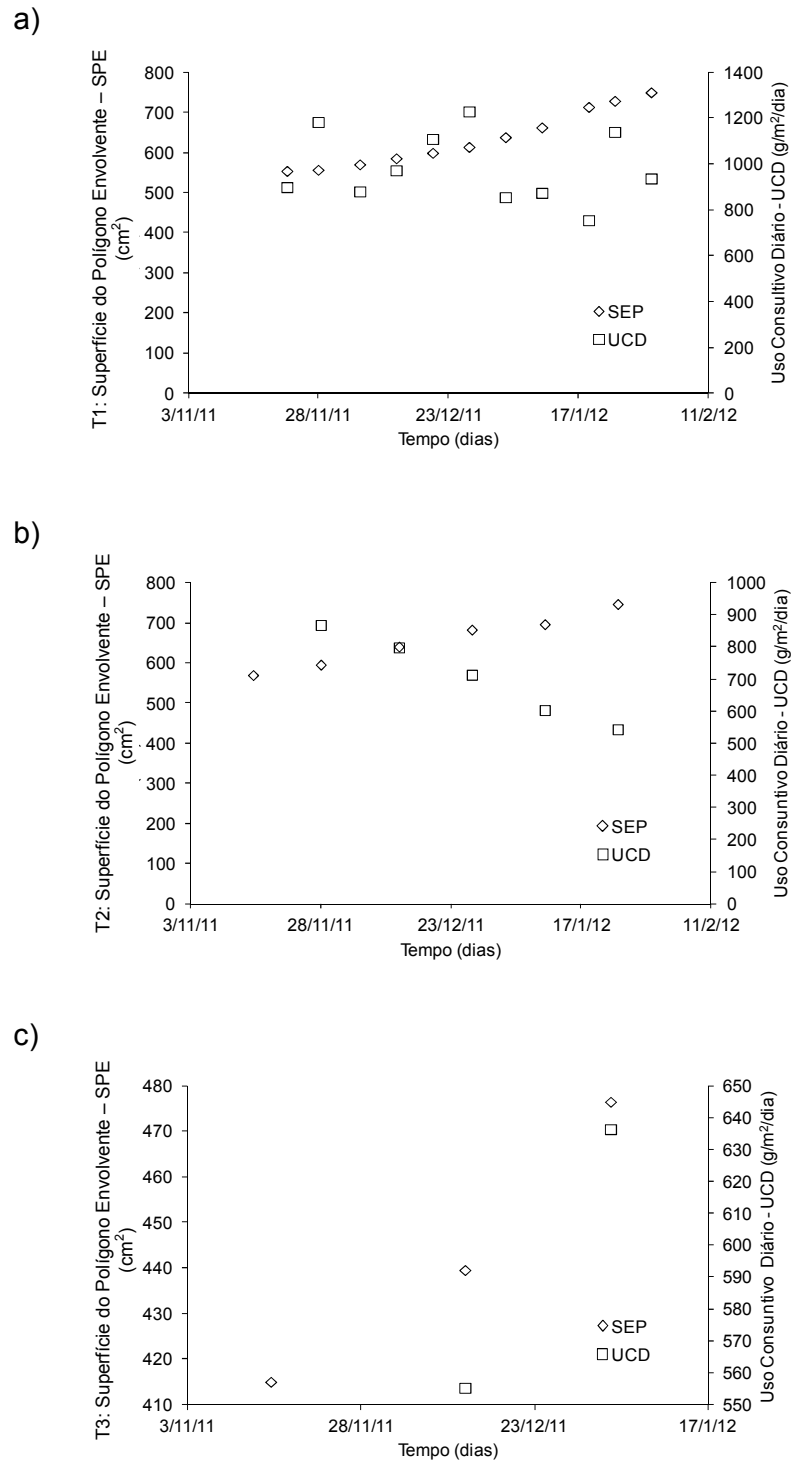


Figura 13: Superfície do Polígono Envolvente (SPE) e Uso Consuntivo Diário (UCD) do cacto *Pilosocereus pachycladus pachycladus* submetido aos turnos de regas de a) 7, b) 15 e c) 30 dias no período de 98 dias em casa de vegetação em Campos dos Goytacazes – RJ.

A taxa de crescimento das plantas superiores é mais sensível e a sua resposta mais rápida, ao equilibrar uma situação de carência hídrica que a qualquer outro fator ambiental capaz de estabelecer uma situação de estresse (Dias, 2008).

Fato esse, notado neste trabalho, pois apesar de não ter havido diferença em crescimento das plantas, foi percebido que as plantas submetidas aos turnos de rega de 30 tinham respostas similares as das plantas submetidas ao turno de rega de sete dias na primeira semana após a irrigação. À medida que a disponibilidade hídrica do substrato diminuía as plantas submetidas ao turno de rega de 30 dias começavam a desenvolver mecanismos adaptativos para minimizar ou evitar o estresse pela seca.

Na Figura 14 são dispostas as relações entre o Incremento em Massa (IM) e a Superfície do Polígono Envolvente de cada tratamento. A relação IM e aumento da SPE foi linear e crescente para as plantas submetidas ao turno de rega de sete dias, mostrando que essas plantas tiveram um aumento em peso e em altura.

Entretanto, ao analisar os parâmetros medidos em conjunto, observa-se que: os tratamentos não diferiram quanto ao SPE, obedecendo à mesma curva de crescimento; a ASTP das plantas submetidas ao turno de rega de sete dias não apresentou uma oscilação expressiva ao longo do tempo; as plantas submetidas ao turno de rega de sete dias tiveram um baixo incremento de matéria seca, não diferindo das plantas submetidas ao turno de rega de 15 dias e; o uso consuntivo total da água das plantas submetidas ao turno de rega de sete dias foi alto, diferindo-se dos demais tratamentos.

Com base nessas informações, pressupõe-se que o IM das plantas submetidas ao turno de rega de sete dias, foi devido ao armazenamento de água pela planta, que se manteve túrgida, causando baixa variação da ASTP, porém, mantendo o VP um pouco maior que dos demais tratamentos.

As plantas submetidas ao turno de rega de sete dias não perderam água e mantiveram um alto uso consuntivo durante todo o período de crescimento sendo este, o tratamento em que se notou o maior consumo de água, podendo-se dizer que este tratamento teve um consumo de “luxo”, no entanto utilizou a água consumida para o armazenamento de água, não em acúmulo de matéria seca.

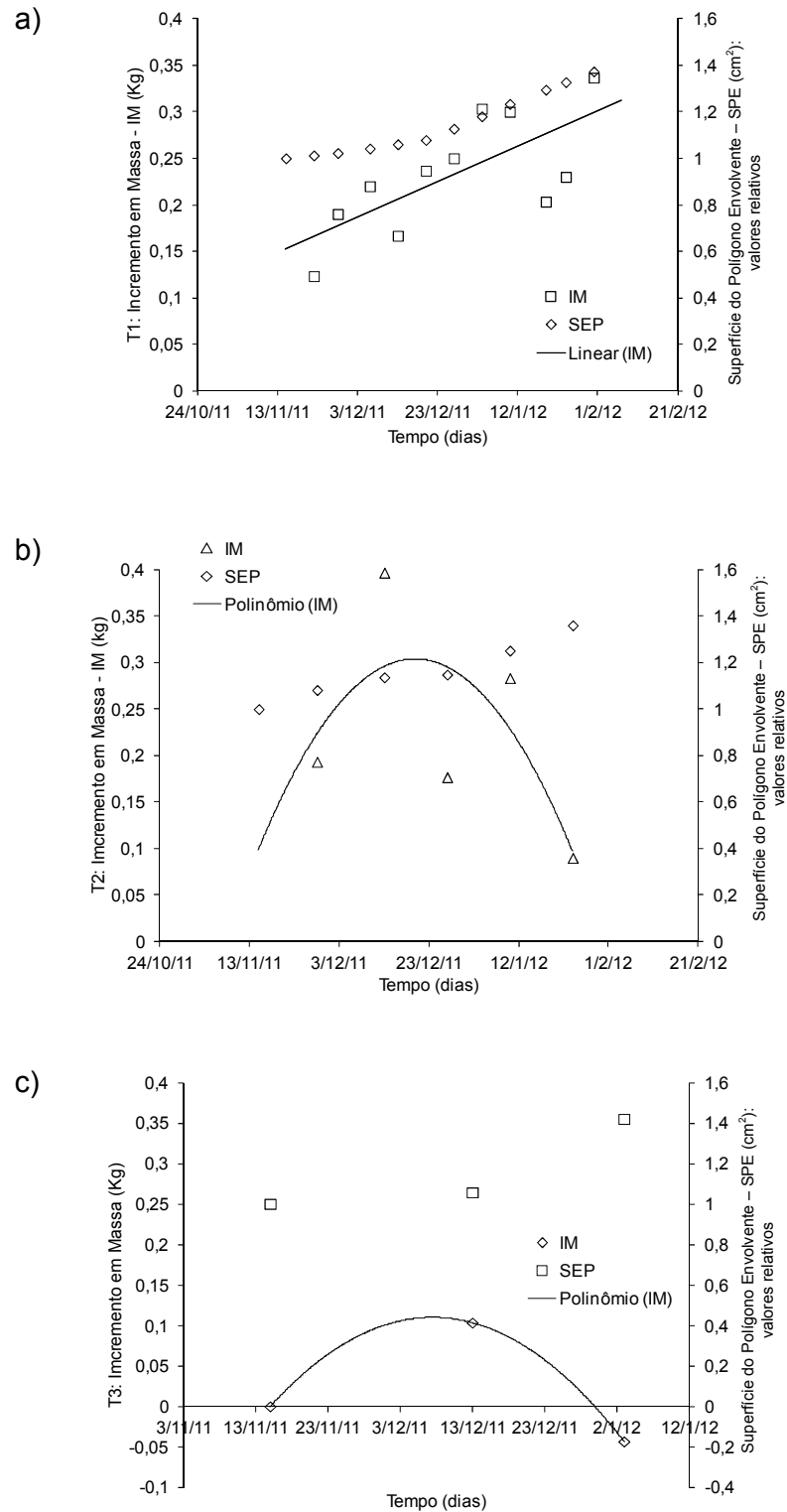


Figura 14: Incremento em Massa (IM) e Superfície do Polígono Envolvente (SPE) do cacto *Pilosocereus pachycladus pachycladus* submetido aos turnos de regas de a) 07, b) 15 e c) 30 dias no período de 98 dias em casa de vegetação em Campos dos Goytacazes – RJ.

Apesar de um aumento linear em SPE nas plantas submetidas ao turno de rega de 15 dias, vê-se uma redução no IM no decorrer do experimento. Mesmo assim a planta mantém um comportamento de crescimento proporcional aos demais tratamentos. Além disso, as plantas submetidas ao turno de rega de 15 dias tiveram um consumo de água menor se comparado ao das plantas submetidas ao turno de rega de sete dias, conservando incremento em matéria seca similar a este tratamento.

Estes dados estão de acordo com a ASTP, em que há um aumento inicial e posterior tendência à estabilização da ASTP a 20 cm. Contudo, observa-se que a ASTP a 30 cm destacou-se das demais, elucidando o crescimento das plantas submetidas ao turno de rega de 15 dias.

A relação SPE x UCD das plantas submetidas ao turno de rega de 15 dias também está de acordo com o IM, pois este diminuiu proporcionalmente o UCD, mostrando que, no início do período experimental, a planta tinha um consumo de “luxo” conseguindo armazenar água, porém, passou a utilizar a água disponível no substrato apenas para seu crescimento à medida que foi tendo incremento de SPE.

Verifica-se o comportamento diferenciado das plantas submetidas ao turno de rega de 30 dias, pois há uma tendência de aumento do UCD, não sendo possível afirmar se esse comportamento se manteria, devido aos poucos pontos obtidos. Este comportamento não seria o esperado, pois um aumento em UCD significa um aumento do consumo de água em um intervalo de 30 dias, sendo que a única fonte de água fornecida a este tratamento foi igual a dos demais.

Observa-se que as plantas submetidas ao turno de rega de 30 dias tiveram pouco IM chegando a ter IM negativo no período final do experimento, mesmo assim teve a mesma curva de crescimento à dos demais.

Verifica-se ainda, que as plantas submetidas ao turno de rega de 30 dias foram as que tiveram maior incremento em matéria seca, indicando que pouca água foi armazenada e que praticamente toda a água absorvida foi usada para metabolizar fotoassimilados, comportamento este esperado, já que essas plantas são adaptadas para absorver grandes quantidades de água e ter um rápido crescimento quando disponibilizada água no substrato.

Nas Figuras 15 e 16 estão dispostos o Incremento em Matéria seca e o Uso Consuntivo de água dos três tratamentos.

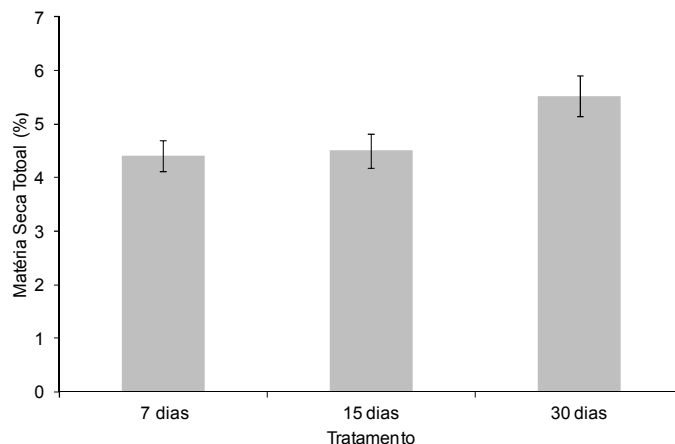


Figura 15: Matéria seca Total (%) do cacto *Pilosocereus pachycladus pachycladus* submetido a três turnos de rega no período de 98 dias em casa de vegetação em Campos dos Goytacazes – RJ. Colunas e barras sobrepostas não diferem entre si pelo IC de 95% de significância, pelo teste “t” de *Student*.

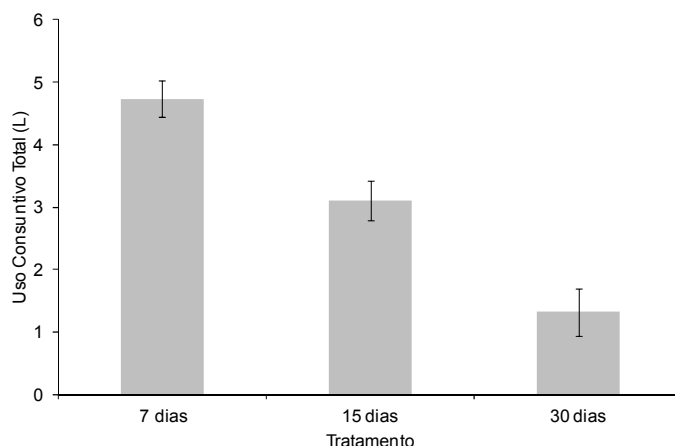


Figura 16: Uso Consuntivo Total (L) do cacto *Pilosocereus pachycladus pachycladus* submetido a três turnos de rega no período de 98 dias em casa de vegetação em Campos dos Goytacazes – RJ. Colunas e barras sobrepostas não diferem entre si pelo IC de 95% de significância, pelo teste “t” de *Student*.

Observa-se na Figura 15 que não houve diferença da MST entre as plantas submetidas aos turnos de rega a sete e 15 dias, mas as plantas submetidas ao turno de rega de 30 dias apresentaram MST maior, apesar do desenvolvimento em SPE similar e VP menor que os demais tratamentos.

Um fator interessante comentado por Dias (2008) é a influência do estresse hídrico sobre o transporte floema. Como a translocação está dependente da turgidez poder-se-ia pensar que assim que o potencial hídrico diminuísse no floema devido ao estresse, o movimento de fotoassimilados ficaria também diminuído.

No entanto, há dados que apontam que a translocação só seja afetada muito mais tarde quando outros processos, como a fotossíntese, já foram muito afetados. A insensibilidade relativa da translocação à seca permite que a planta mobilize e use as reservas quando são necessárias, mesmo quando o estresse é muito severo. Pensa-se que a translocação contínua do carbono é um fator chave em quase todos os aspectos da resistência à seca (Taiz e Zeiger, 2009).

A seguir é apresentada a Eficiência do Uso da Água para os três tratamentos (Figura 17).

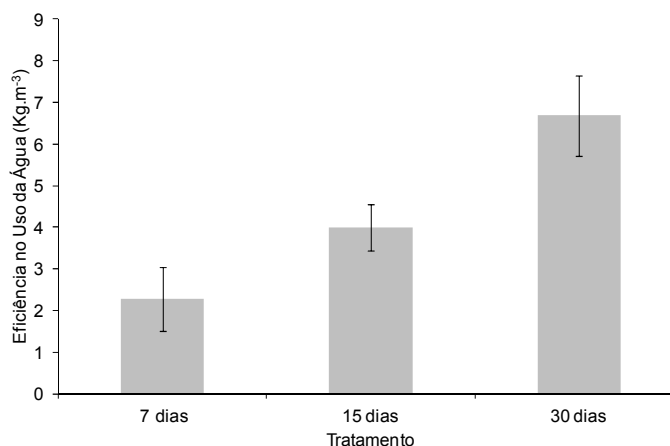


Figura 17: Eficiência no Uso da Água ( $\text{kg.m}^{-3}$ ) do cacto *Pilosocereus pachycladus pachycladus* submetido a três turnos de rega no período de 98 dias em casa de vegetação em Campos dos Goytacazes – RJ.

A eficiência do uso da água pode ser alcançada de três maneiras: aumentando a eficiência de água aplicada, aumentando a frequência de irrigação e aumentando a eficiência do uso de água pelas plantas, ou seja, reduzindo as perdas por evaporação, mantendo o substrato no ambiente das raízes em condições físicas que promovam melhor absorção de água e nutrientes e aumentando a tolerância das plantas à deficiência de água no solo (Dias, 2008).

Geralmente a eficiência do uso de água pelas plantas é definida pela produção total de matéria seca da parte aérea por unidade de água evapotranspirada. Essa relação é expressa pela equação  $EUA = D/W$  onde: EUA = Eficiência no Uso da Água ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ); D = Produção de Matéria Seca Total (kg); W = Volume de Água Aplicada ( $\text{m}^3$ ) (Dias, 2008).

No decorrer da análise dos resultados deste trabalho, constatou-se que a EUA para cactáceas pode ser interpretada de diferentes formas.

Se for considerada a relação produção de matéria seca  $\text{m}^{-3}$  de água transpirada, apontar-se-á as plantas submetidas ao turno de rega de 30 dias como as mais eficientes no uso da água, pois estas plantas tiveram o maior acúmulo de matéria seca, o menor Uso Consuntivo Total de Água e, ao mesmo tempo, conseguiram manter o crescimento proporcional àquelas dos demais tratamentos.

Se a EUA for analisada pela ótica do armazenamento de água, as plantas submetidas ao turno de rega de sete dias tiveram a maior EUA, pois apesar de terem tido maior UCT, verificou-se que o IM desse tratamento foi crescente e Linear, não havendo variação de VP, evidenciando-se que este tratamento teve o máximo de acúmulo de água possível.

Nesse sentido, entende-se que a EUA a ser tomada como parâmetro de manejo de cultivo dependerá do objetivo do produtor. Para o produtor de plantas ornamentais, por exemplo, dependerá do aspecto visual da planta que se desejará obter. Neste trabalho não houve diferença visual no aspecto das plantas. Entretanto, percebeu-se, pelas análises dos dados, que os parâmetros biométricos das plantas submetidas ao turno de rega de 30 dias foram um pouco menores e mais estreitos que os demais tratamentos.

Visto isso, o produtor de plantas ornamentais poderia adotar com base na EUA o turno de rega de 15 dias, já que as plantas submetidas a esse tratamento tiveram um comportamento similar às plantas submetidas aos turnos de rega de sete e 15 dias no sentido de manter uma aparência fenotípica satisfatória e mostrar-se mais eficiente no uso da água do que as plantas submetidas ao turno de rega de sete dias.

Para o produtor que cultiva essa espécie com a finalidade de alimentação animal nos períodos de seca, o turno de rega mais indicado seria o de 30 dias, pois mesmo as plantas submetidas a este tratamento apresentando um acúmulo de matéria seca maior que as plantas submetidas aos demais tratamentos, com alta

EUA, ainda conservaram um alto teor de água em seus tecidos, característico da espécie.

Antes de se considerar a opção de manejo a ser utilizada, deve-se atentar para que a economia da água aplicada não atinja o estado de déficit hídrico no solo a ponto de comprometer o rendimento da cultura, pois o decréscimo da produção está relacionado à sensibilidade da cultura a estresse hídrico. Portanto, o manejo racional da água é fator importante, tornando-se imprescindível conhecer a sensibilidade da cultura ao estresse hídrico nos diferentes estágios de desenvolvimento e sua influência na produção de matéria seca e na própria eficiência do uso da água (Dias, 2008).



## 6. CONCLUSÃO

- Os 16 parâmetros biométricos medidos foram satisfatórios a análise e interpretação dos resultados, demonstrando que com esses parâmetros é possível monitorar o crescimento e desenvolvimento da espécie *Pilosocereus pachycladus pachycladus*;
- Para considerar o melhor turno de rega a ser utilizado deve-se considerar também a finalidade da produção;
- Produtores de plantas ornamentais podem adotar um sistema de manejo em com turnos de rega de 15 dias sem perder a qualidade do produto final;
- As plantas submetidas ao turno de rega de sete dias apresentaram o melhor uso consuntivo da água, no que se refere ao armazenamento da mesma, sendo o tratamento que teve o maior consumo de água e maior incremento de massa;
- O turno de rega de 30 dias foi o que promoveu a maior EUA, seguido pelos turnos de rega de 15 e sete dias.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Abud, H. F., Gonçalves, N. R., Reis, R. G. E., Pereira, D. S., Bezerra, A. M. E. (2010) Germinação e expressão morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Pilosocereus pachycladus* Ritter. *Revista Ciência Agronômica*. Fortaleza, CE. 41 (3): 468 – 474.
- Anderson. E.F. (2001) *The Cactus Family*. London: Timber press., 3º edição, 776p.
- Arruda, E., Melo-De-Pinna, G. F., Alves, M. (2005) Anatomia dos órgãos vegetativos de Cactaceae da caatinga Pernambucana. *Revista Brasileira de Botânica*. São Paulo. 28 (3): 589 – 601.
- Cavalcante, I. H. L., Martins, A. B. G., Júnior, G. B. S., Rocha, L. F. Neto, R. F., Cavalcante, L. F. (2011) Adubação orgânica e intensidade luminosa no crescimento e desenvolvimento inicial da Pitaya em Bom Jesus-PI. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal. 33 (3): 970-982.
- Cavalcanti, N. B., Milanez, G. R. (2007) Efeito de diferentes substratos no desenvolvimento de mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* RITTER), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (A. WEBWR EX K. SCHUM.) BLY. EX ROWL.) e coroa-de-frade (*Melocactus bahiensis* BRITTON & ROSE). *Revista Caatinga*. Mossoró. 20 (1): 28-35.

- Dettke, G. A., Milaneze-Gutierrez, M. A. (2008) Anatomia caulinar de espécies epífitas de Cactaceae, subfamília Cactoideae. *Hoehnea*, 35(4): 583-595
- Dias, L. B. (2008) Água nas Plantas. Universidade Federal de Lavras. Monografia, 50p.
- Gentil, M.S. (2010) *Transpiração e eficiência do uso da água em árvores clonais de Eucalyptus aos 4 anos em áreas com e sem irrigação em Eunápolis, Bahia*. Tese (Mestrado em Ciências) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, 72p.
- Godofredo, V.R. (2009) *Ontogênese, função e evolução das traqueídes vasculares em Cactaceae, tendo como modelo o cacto colunar Pilosocereus aurisetus (Werderh.) Byles & G.D.Rowley*. Tese (Mestrado em Botânica) – São Paulo – SP, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 103p.
- Gonçalves, F. M. (2010) *Evapotranspiração e coeficientes de cultivo da cana-de-açúcar irrigada por gotejamento subsuperficial Fortaleza*. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola), Fortaleza. Universidade Federal do Ceará, 65p.  
[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=1464&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1464&id_pagina=1), acessado em 21 de julho de 2012.
- Instituto Brasileiro de Floricultura (1999) Produção brasileira de Flores (Segundo IBRAFLO), 14p.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2004) *Caracterização do setor produtivo de flores e plantas ornamentais no Brasil 1995-1996. Estudos e pesquisas: Informações econômicas*. Rio de Janeiro, RJ.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2009). Comunicado Social: Censo Agropecuário 2006. Disponível em:

- Kiyuna, I., Francisco, V. L. F. S., Coelho, P. J., Caser, D.V., Assumpção, R., Ângelo, J. A. (2004) Floricultura brasileira no início do século XXI: o perfil do produtor. *Informações Econômicas*, São Paulo, 34 (4): 15-32.
- Lima-Silva, J. K., Melo, A. L., Batista-Leite, L. M. A., Silva, V. A. (2009) *Comercialização de cactáceas e bromeliáceas nativas no sertão de Pernambuco: dados preliminares*. Universidade Federal Rural de Pernambuco, PE.
- Martins, L. S. T. (2007) *Germinação de sementes de Pilosocereus arrabidaei (Lem.) Byl. & Row (Cactaceae) de Arraial do Cabo, Rio de Janeiro*. Tese (Mestrado em Botânica) – Rio de Janeiro – RJ, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro – Escola Nacional de Botânica Tropical, 66p.
- Pinto, M. S., Cavalcante, M. A. B., Andrade, M. V. M. (2006) Potencial forrageiro da caatinga, fenologia, métodos de avaliação da área foliar e o efeito do déficit hídrico sobre o crescimento de plantas. *Revista Eletrônica de Veterinária REDVET®*, 7(4): 1- 11.
- Revers, I., Malvezzi, R. As Perspectivas do Uso da Água e dos Solos no Brasil- O Futuro do Agro e Hidronegócio - Comissão Pastoral da Terra. [http://www.mmcbrasil.com.br/artigos/110809\\_agua\\_brasil.pdf](http://www.mmcbrasil.com.br/artigos/110809_agua_brasil.pdf) acessado em 16 de fevereiro de 2011.
- Rizzini, C. T. (1987) Cactáceas: os segredos da sobrevivência. *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, 5 (30): 30-40.
- Silva, M.G. (2008) *Desenvolvimento de sensor de fluxo de seiva e de coeficiente indicador de estresse hídrico para plantas de cafeeiro arábica*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 102p.
- Silveira, R. B. de A. (2002) Horticultura ornamental: floricultura no Brasil. Disponível em: <<http://www.uesb.br/flower/florbrasil.html>>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2011.

Souza, V.C., Lorenzi, H. (2005) *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira*. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 639p.

Taiz, L. Zeiger, E. (2009) *Fisiologia Vegetal*. 4º ed. Porto Alegre: Artmed, 848p.