

Potencial forrageiro da caatinga, fenologia, métodos de avaliação da área foliar e o efeito do déficit hídrico sobre o crescimento de plantas (Forrageiro potential of caatinga, fenologia, methods of evaluation of the foliar area and the effect of the hídrico deficit on the growth of plants)

Maria do Socorro de Caldas Pinto¹, Maria Andréa Borges Cavalcante², Maria Verônica Meira de Andrade³

¹Aluna do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia pela Universidade Federal do Ceará PDIZ/UFC. Bolsista CNPq. E-mail: caldaspinto2000@yahoo.com.br

²Ds. Em Zootecnia e Bolsista DCR/UFC. E-mail: andreacavalcante@bol.com.br

³Aluna do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia pela Universidade Federal da Paraíba PDIZ/UFPB. Bolsista CNPq. E-mail: meiradeandrade@yahoo.com.br

Resumo.- A vegetação da caatinga apresenta grande potencial de produção de forragem constituindo na maioria das vezes a principal fonte de alimentação animal na região semi-árida no Nordeste brasileiro. As espécies forrageiras dessa vegetação apresentam oscilações periódicas de crescimento e de floração, havendo, entretanto, muita dúvida sobre os fatores que afetam esta periodicidade. O crescimento das plantas pode ser avaliado a partir da estimativa da área foliar, sendo comumente utilizada em estudos agrônômicos. Dos fatores do ambiente que mais afetam o crescimento das plantas destaca-se o

déficit hídrico, cuja resposta mais comum das plantas é a redução da produção da área foliar, fechamento dos estômatos, aceleração da senescência e abscisão das folhas. Assim esta revisão teve como objetivo discutir sobre aspectos relacionados ao potencial forrageiro da caatinga, enfatizando a importância dos estudos da fenologia, dos métodos de avaliação da área foliar e o efeito do déficit hídrico sobre o crescimento das plantas.

Palavras-chave: fitomassa, crescimento, medidas lineares, lamina d'água

Abstract.- The vegetation of caatinga presents great potential of fodder plant production constituting in the majority of the times the main source of animal feeding in the half-barren region in the Brazilian Northeast. The forage species of this vegetation present periodic oscillations of growth and budding, having, however, much doubt on the factors that affect this regularity. The growth of the plants can be evaluated from the estimate of the foliar area, being commonly used in agronomy studies. Of the factors of the environment that more affect the growth of the plants is distinguished the hidric deficit, whose more common reply of the plants it is the reduction of the production of the leaf area, closing of the stomat, acceleration of the senescence and fall of leaf. Thus this revision had as objective to argue on aspects related to the forage potential of caatinga, emphasizing the importance of the studies of the phenology, the methods of evaluation of the leaf area and the effect of the hidric deficit on the growth of the plants.

Key-words: fitomass, growth, measured linear, plate water

1

INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro corresponde a 18% do território nacional, sendo 75% deste, classificado como semi-árido e árido. Da área total da região, 19% tem aptidão para a agricultura, dependente das precipitações pluviométricas, apenas 30% tem potencial de água e solo para irrigação e cerca de 78% da área tem aptidão para exploração silvipastoril (EMBRAPA, 1993).

Com relação ao clima, o semi-árido nordestino é caracterizado pelo balanço hídrico negativo resultante, segundo técnicos da SUDENE (1996), de precipitações médias anuais inferiores a 800 mm, insolação média de 2800 h/ano, temperaturas médias anuais de 23°C, evaporação de 2000 mm/ano e umidade relativa do ar média em torno de 50%, tendo assim, poucas opções agrícolas rentáveis, que sustentem os produtores nas áreas rurais. Segundo Mendes (1997) e Pimenta Filho (2002), as condições climáticas associadas a solos de características físicas limitantes tornam o semi-árido, em quase toda a sua extensão, impróprio para uma economia fundamentada na agricultura intensiva, sendo o desenvolvimento econômico dessa região totalmente dependente do incremento da produtividade pecuária, cuja atividade constitui-se reconhecidamente como a vocação natural dessa região; no entanto, para uma exploração pecuária racional, é importante, segundo Silva (2002), o estudo da estacionalidade da produção, composição e disponibilidade da fitomassa predominante na caatinga como forma de melhorar o manejo das forrageiras nativas que se encontram nessa região.

A maior parte da área utilizada para produção animal no semi-árido, se dá a partir da utilização do estrato herbáceo e arbóreo-arbustivo constituído por diversas espécies, destacando-se o mororó (*Bauhinia cheilantha*, (Bong) Stend), o juazeiro (*Zyziphus juazeiro*, Mart), a cana-fístula (*Pithecolobium multiflorum*, Benth), o sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*, Benth), a faveira (*Parkia platicephala*, Benth), a camaratuba (*Cratylia mollis*, Mart), o moleque duro (*Cordia leucocephala*, Moric), a carqueja (*Calliandra depauperata*, Benth), a maniçoba (*Manihot pseedoglasiovii*, Pax e Hoff), a setecascas (*Tabebuia spongiosa*, Rizzini), a orelha de onça (*Macroptilium martii*, Benth), entre outras. Considerando que o extrativismo não é a melhor forma de utilização dos recursos naturais, propõe-se o cultivo orientado, de forma isolada ou em consórcios, das espécies que apresentam potencial forrageiro. Neste sentido, faz-se necessário à implementação de projetos voltados para a investigação desses potenciais, bem como para o manejo e a conservação dos recursos naturais do meio em questão (Mendes, 1997). Para Alencar (1996), as informações fenológicas das espécies são valiosas do ponto de vista botânico e ecológico, sendo necessárias para subsidiar outros estudos, como os de fisiologia de sementes e até os de revisão taxonômica. Além disso, essas informações proporcionam melhor aproveitamento das plantas, seja para exploração florestal ou alimento forrageiro, possibilitando melhor compreensão sobre a biologia das espécies, e o aproveitamento das mesmas, como fonte de alimento para os animais. Independente da cultura, para um melhor desempenho dos cultivos, em termos de produtividade, necessita-se conhecer as disponibilidades e necessidades térmicas e hídricas em cada fase fenológica ou estágio de desenvolvimento (Azevedo et al., 1993). Déficits hídricos foram conhecidos como um dos maiores fatores de redução das produções agrícolas em áreas propensas à seca no mundo inteiro, pois

2

Caldas Pinto, Maria do Socorro; Borges Cavalcante, Maria Andrea; Meira de Andrade, Maria Verônica. **Potencial forrageiro da caatinga, fenologia, metodos de avaliacao da area foliar e o efeito do deficit hidrico sobre o crescimento de plantas.**

Revista Electrónica de Veterinaria REDVET®, ISSN 1695-7504, Vol. VII, nº 04, Abril/2006, *Veterinaria.org*® - *Comunidad Virtual Veterinaria.org*® - Veterinaria Organización S.L.® España.

Mensual. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más especificamente en

<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040406.html>

influenciam o desenvolvimento do dossel, taxas de assimilação e a distribuição de assimilados nas plantas (Begg e Turner, 1976). Por outro, lado Turner (1988) afirma que os déficits hídricos nem sempre são prejudiciais à produção.

Dessa forma, esta revisão teve como objetivo discutir sobre aspectos relacionados ao potencial forrageiro da caatinga, enfatizando a importância dos estudos da fenologia, dos métodos de avaliação da área foliar e o efeito do déficit hídrico sobre o crescimento das plantas.

REVISÃO DE LITERATURA

Potencial forrageiro da Caatinga

A vegetação da caatinga é formada por árvores e arbustos de pequeno porte, em sua maioria caducifólios. Existem dois tipos principais de caatinga mesclada na paisagem nordestina; o arbustivo-árboreo, dominante no sertão e o arbóreo que ocorre principalmente nas encostas das serras e nos vales dos rios (Araújo Filho e Silva, 1994). Segundo estes autores, as espécies arbóreas e arbustivas de maior ocorrência na caatinga pertencem às famílias das Leguminosas e Euforbiáceas, existindo também representações de várias outras famílias com potencial forrageiro.

Esse tipo de formação representa um dos padrões vegetacionais mais exuberantes do país, com uma flora adaptada a um ambiente de intensa radiação solar e de baixo teor de umidade, graças a mecanismos fisiológicos que desenvolveram como sistema de proteção contra condições de secura atmosférica, caracterizando a heliomorfoses. Para Andrade-Lima (1981), a caatinga se desenvolve sob os mais diferentes tipos de solos, desde aqueles mais profundos, bem aerados e arenosos, onde o lençol freático, provavelmente chega perto da superfície durante a estação chuvosa e se situa bem profundo durante a estação seca, até os mais erodidos, nos quais o escoamento das águas superficiais é muito alto, proporcionando baixa infiltração.

A vegetação lenhosa constitui a mais importante fonte de forragem para o forrageamento dos rebanhos dos sertões nordestinos, compondo em até 90% a dieta de ruminantes domésticos principalmente na época seca (Peter, 1992), sendo que a manipulação de árvores e arbustos forrageiros, técnica necessária para melhoria da qualidade e aumento da produção de forragem, requer o conhecimento adequado das características de produção de fitomassa e o valor nutritivo das plantas. Como estes fatores se relacionam com o ciclo fenológico das plantas, servem também como base para determinação da melhor época de utilização (Araújo Filho e Carvalho, 1997). Segundo Liberman (1982), as plantas enfrentam mudanças periódicas, nas condições ambientais, causadas pela estacionalidade, sendo essas flutuações determinantes para as características fenológicas. Na maioria dos países tropicais, os estudos sobre fenologia são escassos e fragmentados.

As espécies nativas do semi-árido que se destacam, pela resistência à seca, e que fazem parte dos sistemas pecuários, além de apresentarem em sua composição, alto nível protéico, fornecem outros produtos como madeira, frutos e túberas (Araújo et al., 2001).

Aspectos fenológicos das forrageiras

As observações fenológicas vem sendo realizadas desde os primórdios da história. Há mais de dois mil anos já havia na China, um calendário fenológico. E muito da sabedoria tradicional dos lavradores advém da observação dos fenômenos meteorológicos e fenológicos (Larcher, 1986).

A fenologia é o estudo das fases ou atividades do ciclo vital das plantas e sua ocorrência temporal ao longo do ano (Leitão Filho e Morellato, 1995). Segundo o Comitê de Fenologia do Programa Internacional de Biologia, a fenologia é o estudo dos eventos biológicos repetitivos e das causas de sua ocorrência, em relação às forças bióticas e abióticas e da inter-relação entre fases caracterizadas por eventos na mesma ou em diferentes espécies (Matthes, 1980). Para Fournier citado por Cardoso (1991), os estágios fenológicos apresentados por uma determinada espécie são de grande importância para o entendimento da sua adaptação, além de ser possível indicador das variações das condições climáticas do ambiente e da completa dinâmica dos ecossistemas florestais. Esse tipo de informação não apenas permite explicar muitas das reações das plantas às condições climáticas e edáficas, como também é importante para o estudo das relações das plantas e dos animais de uma comunidade biótica e seus vizinhos (Frankie et al., 1974).

As variações da temperatura, precipitação, radiação solar e de outros fatores climáticos em áreas tropicais são, freqüentemente, consideradas de menor significação ecológica em comparação com os climas temperados, quando é discutido o ritmo do crescimento das plantas. Contudo, os estudos dos eventos fenológicos de espécies arbóreas tropicais tem demonstrado uma nítida periodicidade desses eventos, na produção e queda de folhas, floração e frutificação (Alvim, 1964; Jacoby, 1989). Cardoso (1991), estudando o ciclo completo do crescimento e desenvolvimento de árvores, relacionou a idade e a taxa de crescimento com os eventos fenológicos. Alvim (1964) cita que as espécies forrageiras de regiões tropicais mostram oscilações periódicas de crescimento e de floração, havendo, entretanto, muita dúvida sobre os fatores que afetam esta periodicidade. De acordo com Costa et al. (2000), no manejo de espécies arbustivas devem ser levadas em consideração várias características, como a resposta morfofisiológica e a sobrevivência das plantas. Entre estas, destaca-se o estágio de crescimento e a altura de corte das plantas, que afetam o rendimento e a qualidade da espécie, como forrageira.

Algumas espécies da vegetação da caatinga possuem características que as tornam particularmente úteis à exploração pastoril, tanto pelo valor nutritivo como pela capacidade de adaptação, produção e regeneração que apresentam (Soares, 1989).

Métodos para estimativa da área foliar de plantas

A interação entre as plantas (genótipos) e o ambiente (fatores climáticos e edáficos) condiciona a produção agrícola em determinada região. Pode-se afirmar que a produção vegetal está diretamente relacionada com o aproveitamento da energia solar pela cultura, transformada em energia química durante o processo fotossintético (Leme et al., 1984) sendo as folhas as principais responsáveis por esta conversão.

A estimativa da área foliar é empregada para se avaliar o crescimento das plantas, sendo comumente utilizada em estudos agronômicos e fisiológicos. Esta determinação é parte essencial das análises clássicas de crescimento e necessária em muitos estudos fisiológicos (Sanoja, 1983), porém não se dispõe ainda de uma metodologia totalmente adequada para sua estimativa. Segundo Costa (1996), a área foliar é uma importante medida para avaliar a eficiência fotossintética da cultura e, conseqüentemente, sua influência sobre a produção final (Allen et al., 1998), uma vez que a lâmina de irrigação inferior à necessidade hídrica da cultura produz estresse hídrico à planta, afetando o número e tamanho das folhas e área foliar total (Hernandez, 1995). Sua avaliação durante todo o ciclo da cultura é de extrema importância para que se possa modelar o crescimento e o desenvolvimento da planta e, em conseqüência, a produtividade e a produção total da cultura (Teruel, 1995).

Vários métodos têm sido utilizados para a medição da área foliar, como o emprego de medidores eletrônicos ou técnicas de planimetria (Kvet e Marshall, 1971), bem como a relação entre a área e o peso (Lal e Subba Rao, 1951) e a utilização de modelos matemáticos como, por exemplo, os lineares e exponenciais para plantas com arquiteturas foliares diversas. No entanto o formato irregular das bordas das folhas de algumas espécies de plantas como a videira e maniçoba, torna difícil o emprego de planímetros e o alto custo de medidores eletrônicos, faz com que a estimativa da área foliar realizada por meio de medições simples seja a opção mais viável (Ramkhelawan e Brathwaite, 1990).

Entre as inúmeras possibilidades para se determinar a área foliar, o método não-destrutivo, que utiliza o comprimento ao longo da nervura principal, a largura máxima e as relações entre estas medidas, é o método mais utilizado. Tivelli et al. (1997) estabeleceram como metodologia para estimativa da área foliar do pimentão, a medição da largura das folhas, e através de uma equação do tipo polinômio de segundo grau, estima-se a área de cada folha a partir da medida de sua largura, obtendo-se a área foliar da planta pelo somatório.

Na estimativa da área dos folíolos do morangueiro, Strik e Proctor (1985) observaram que o produto do comprimento pela largura dos mesmos, como variável independente na equação de regressão, mostrou-se superior na capacidade de predição e na precisão, quando comparada ao uso do comprimento ou largura. Pires et al. (1999) também trabalhando com morangueiro, verificaram que para a estimativa da área foliar total são necessárias medidas do comprimento e da largura dos folíolos, em amostra representativa, além da contabilização do número de folhas. Já Carbonneau (1976), discutindo os princípios e métodos de medida da área foliar do gênero *Vitis*, obteve estimativas com 5% de erro, utilizando-se medições da soma do comprimento das duas maiores nervuras laterais, Manivel e Weaver (1974) obtiveram modelo matemático na forma de equação de segundo grau, quando correlacionaram em *Vitis vinifera* a área foliar com o comprimento e largura da folha e comprimento do pecíolo.

Necessidade hídrica e efeito do estresse hídrico sobre o crescimento das plantas

O déficit de água no solo constitui o maior ponto de estrangulamento do processo produtivo agrícola e das pastagens em áreas do Brasil e do mundo, onde a precipitação seja escassa ou mal distribuída (Begg e Turner, 1976).

5

Caldas Pinto, Maria do Socorro; Borges Cavalcante, Maria Andrea; Meira de Andrade, Maria Verônica. **Potencial forrageiro da caatinga, fenologia, metodos de avaliacao da area foliar e o efeito do deficit hidrico sobre o crescimento de plantas.** [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet)®, ISSN 1695-7504, Vol. VII, nº 04, Abril/2006, [Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org)® - [Comunidad Virtual Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org)® - Veterinaria Organización S.L.® España.

Mensual. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más específicamente en

<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040406.html>

De acordo com Taylor et al. (1983), Stewart e Nielsen (1990) e Araújo (1998) uma das alternativas de cultivo nas terras semi-áridas é melhorar a eficiência do uso da água na agricultura. Para os dois primeiros autores 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 solo 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.

Usualmente 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 (kg/m^3); D = Produção de Matéria Seca Total (kg); W = Volume de Água Aplicada (m^3). De acordo com Boyer (1996), aumentar a produção por unidade de uso da água utilizada significa aumentar a eficiência do uso hídrico pelas plantas.

O importante é que a economia de água aplicada não atinja o estado de déficit hídrico no solo a ponto de comprometer o rendimento, pois o decréscimo da produção esta relacionada 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 (Oliveira, 1995). De acordo com Barbosa et al. (2004) as características morfofisiológicas e os atributos funcionais das plantas, as perenifólias são classificadas como esclerófilas e as decíduas mesófilas.

As plantas podem ser divididas em 3 grandes grupos, conforme o seu metabolismo fotossintético: plantas C3, plantas C4 e plantas CAM. As plantas C3 são aquelas que tem como produto um composto com 3 carbonos, sendo consideradas aquelas plantas que possuem somente a enzima Rubisco, pertencente ao Ciclo de Calvin, como alternativa para a fixação do carbono. A reação de carboxilação da rubisco resulta na produção de duas moléculas do mesmo compostos de três carbonos (Glicerato 3-fosfato). Este grupo é composto pela maior parte das plantas.

As plantas C4 e CAM diferem-se basicamente das plantas C3 por possuírem duas reações de carboxilação: a já citada carboxilação promovida pela Rubisco, e a carboxilação promovida pela enzima fosfoenolpiruvato carboxilase (PEPC). Plantas C4 são assim chamadas por possuírem um ciclo C4 de fixação de carbono, resultando sua primeira reação de carboxilação em um composto de 4 carbonos, ou seja, oxalacetado, produto da reação da PEPC. Já as plantas CAM possuem um ciclo de fixação muito semelhante as plantas C4, sendo assim designadas (CAM: Crassulacean Acid Metabolism), devido que esse ciclo metabólico foi descoberto primeiramente na família das Crassuláceas.

Medina (1995) explica que as espécies decíduas com caule suculento são muito frequentes em áreas secas e estão incluídas nas famílias das Cactáceas e vários gêneros das Anacardiaceae, Bombaceae e Leguminosae. Neste grupo são encontradas as árvores de baixo peso específico de madeira, árvores com armazenamento de água e arbustos suculentos. Caracteriza-se por apresentar relações hídricas estáveis e caducifólia. As plantas com caule suculento possuem caule verde com metabolismo

CAM (maioria das cactáceas) e casca contendo clorofila, encontradas nos gêneros *Bursera*, *Manihot* e *Pereskia*.

Estresse é definido como qualquer fator que seja capaz de causar uma tensão potencialmente danosa à planta. Variações na disponibilidade de água no solo promovem diferenças no desenvolvimento do sistema radicular das plantas, afetando a absorção de nutrientes, devido às alterações no sistema radicular para exploração de maior volume de solo. Além disso, os sistemas radiculares das plantas cultivadas são mais sensíveis e se alteram mais freqüentemente por mudanças nos níveis de água do solo, do que por qualquer outro fator relevante (Das e Jat, 1977). De acordo com Ludlow e Muchow (1990), a redução no conteúdo de água no solo causa significativa variação na distribuição e desenvolvimento radicular, podendo mudar o período de disponibilidade e a quantidade de água disponível para as plantas.

O suprimento de água para uma cultura resulta de interações que se estabelecem ao longo do sistema solo-planta-atmosfera. As influências recíprocas entre os componentes básicos tornam o sistema dinâmico e fortemente interligado, de tal forma que a condição hídrica da cultura dependerá sempre da combinação desses três segmentos. À medida que o solo reduz o teor de umidade, torna-se mais difícil às plantas absorverem água, pois aumenta a força de retenção e diminui a disponibilidade de água no solo para as plantas. Entretanto, quanto maior for a demanda evaporativa da atmosfera, mais elevada será a necessidade de fluxo de água no sistema solo-planta-atmosfera (Carlesso, 1995).

Para Araújo (1998), a economia hídrica no sistema agrícola produtivo, está associada à redução das perdas de água por evaporação e, dependem do potencial econômico da cultura e das perdas por infiltração lateral do solo. Aumentar a produção por unidade de uso da água utilizada significa aumentar a eficiência do uso hídrico pelas plantas. Essa avaliação é feita com base na parte comercial da cultura, como grão, tubérculo, raiz, fruto, ou pela produção foliar (Boyer, 1996). Segundo Oliveira (1995), existe, portanto, um intervalo no teor de água no solo que proporciona melhores condições de água às plantas, atuando diretamente sobre o crescimento e produção.

Muita ênfase tem sido dada para a quantificação do consumo de água pelas plantas nos diferentes subperíodos de desenvolvimento, porém reduzida importância tem sido conferida à quantificação da lâmina d'água disponível e seus efeitos no crescimento e desenvolvimento das plantas (Carlesso e Santos, 1999). Para estes autores, o fluxo de água do solo para a planta e desta para a atmosfera depende da disponibilidade hídrica do solo e da condução da água pelos diferentes órgãos da planta até as folhas, onde ocorre a regulação do fluxo transpiratório.

Segundo Matzenauer e Satili (1983), o consumo de água pela cultura depende das condições meteorológicas que determinam a demanda evaporativa da atmosfera; da tensão da água no solo; do solo e das características da planta, tais como: área foliar, sistema radicular e altura da planta. A senescência comparada com a expansão das folhas tem sido apresentada como processo menos sensível ao déficit hídrico durante o crescimento vegetativo (Carlesso, 1993).

O déficit hídrico no solo afeta quase todos os processos fisiológicos. A resposta mais comum das plantas ao déficit hídrico, segundo Taiz e Zeiger (1991), consiste na

7

redução da produção da área foliar, fechamento dos estômatos, aceleração da senescência e abscisão das folhas. Para McCree e Fernandez (1989), quando expostas ao déficit hídrico, as plantas, freqüentemente, exibem respostas fenológicas que resultam de modo indireto na conservação da água no solo como se estivessem economizando para períodos posteriores.

O alto custo da irrigação exige que a aplicação de água seja feita com eficiência. Dessa forma, os custos serão reduzidos se não houver prejuízo da produção por excesso ou falta de água. Portanto, o manejo racional da água é fator importante, tornando-se imprescindível conhecer a sensibilidade da cultura ao estresse hídrico nos diferentes estádios de desenvolvimento e sua influência na produção de matéria seca e na eficiência de uso da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALENCAR, J. da C. Fenologia de cinco espécies arbóreas tropicais de Sapotaceae correlacionada a variáveis climáticas na reserva de Ducke, Manaus, AM. Revista Acta Amazônica, v.24, n. ¾, p. , 1996.
2. ALLEN, R.G.; SMITH, M.; PEREIRA, L.S.; PRUIT, W.O. Proposed revision to the FAO: procedure for estimating crop water requeriments. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON IRRIGATION OF HORTICULTURAL, 2., 1998, Chania. Proceeding.... Chania: International Symposium on Irrigation of Horticultural, 1998. p. 17-49.
3. ALVIM, T.P. Periodicidade do crescimento das árvores em climas tropicais. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE DE BOTANICA DO BRASIL, Porto Alegre, 1964. Anais... Porto Alegre: Sociedade de Botânica do Brasil, 1964, p. 405-422.
4. ANDRADE-LIMA, D. de. The caatingas dominium. Revista Brasileira de Botânica, v.4, p.149-153, 1981.
5. ARAÚJO FILHO, J. A.; SILVA, N. L. Alternativas para o aumento da produção de forragem na caatinga. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 5., 1994. Salvador. Anais... Salvador: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 121-133, 1994.
6. ARAÚJO FILHO, J.A.; CARVALHO, F.C. Desenvolvimento sustentado da caatinga. Sobral, CE: EMBRAPA-CNPC, 1997, 19p, (EMBRAPA-CNPC, Circular Técnica, 13).
7. ARAÚJO, D. C. de. Umidade e cobertura morta do solo no desenvolvimento do maracujazeiro amarelo em sacos de polietileno. Areia – PB: Universidade Federal da Paraíba – UFPB, 1998. 47p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, 1998.
8. AZEVEDO, P. V. de.; RAO, R.; AMORIM NETO, M. S., et al. Necessidades hídricas da cultura do algodão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 28, n. 7, p. 863-870, 1993.
9. BARBOSA, D. C. A.; BARBOSA, M. C. A.; LIMA. C. M. Fenologia de espécies da caatinga. Acesso em: <http://www.google.com.br>. Disponível : 08/11/2004.
10. BEGG, J. E.; TURNER, N. C. Crop water deficits. Advances in agronomy. San Diego, New York: Academic Press, v. 28, p.161-217, 1976.
11. BOYER, J. S. Advances in drought tolerance in plants. Advances in Agronomy, New York, Academy Press. v. 56. p. 187-218. 1996.
12. CARBONNEAU, A. Analyse de la croissance dès feuilles du sarment de vigne: estimation desa surface foliaire par echantillonnage. Connaissance de la Vigne et du Vin, Talance, v. 10, n. 2, p. 141-159. 1976.

13. CARDOSO, N. S. Caracterização da estrutura anatômica da madeira, fenologia e relação comunidade com a atividade cambial de árvores de teca (*Tectona grandis*) - Verbanaceae. Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz – ESALQ, 1991, 117p. Dissertação (Mestrado em Biologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz /Universidade de São Paulo, 1991.
14. CARLESSO, R. Absorção de água pelas plantas: água disponível versus extraível e a produtividade das culturas. Revista Ciência Rural, v. 25. p. 183-188. 1995.
15. CARLESSO, R. Influence of soil water deficits on maize growth and leaf are adjustments. East Lonsing, Michigan State University. 1993. 275p. Tese de (Doutorado). East Lonsing, Michigan State University, 1993.
16. CARLESSO, R.; SANTOS, R. F. Disponibilidade de água às plantas de milho em solos de diferentes texturas. Revista Brasileira de Ciências do Solo. v. 23, p. 17-25, 1999.
17. COSTA, G. S., FERREIRA, W. de M., FERREIRA, J. N. Fenologia de *Qualea grandiflora* Mart. em área de cerrado típico no Estado do Tocantins. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 51., 2000. Brasília. Anais..., Sociedade Brasileira de Botânica, 2000.
18. COSTA, M.C. Efeitos de diferentes lâminas de água com dois níveis de salinidade na cultura do meloeiro. Botucatu, SP: Universidade Estadual Paulista - UNESP, 1996, 115 p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, 1996.
19. DAS, D. K.; JAT, R. L. Influence of three soil-water regimes on root porosity and growth of our rice varieties. Agronomy Journal . 69: p.197-200 ,1977.
20. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, 1999. 412p.
21. FERNANDES, L. A. Província Nordestina ou das Caatingas. In: Fitogeografia Brasileira. 2 ed. Fortaleza: Multigraf, 2000. p. 286-313.
22. FRANKIE, G. W., BAKER, H. G., OPLER, P. A. Tropical plant phenology: applications for studies in community ecology. In: Lieth, h. ed. Phenology and seasonality modeling. Berlin: springer Verlag, 1974. p. 287-296.
23. HERNANDEZ, F.B.T. Efeitos da supressão hídrica nos aspectos produtivos e qualitativos da cultura do melão. Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, 1995. p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo, 1995.
24. JACOBY, G. C. Overview of free-ring analysis in tropical regions. IAWA Bolletín New Series, 1989. p. 99-108 (Bolletín New Series, 2)
25. KVET, J.; MARSHAL, J.K. Assessment of leaf area and other assimilating plant surfaces. In: CATZK, J.; JARVIS, P. G. (Ed.). Plant photosynthetic production: manual of methods. The Hague: Junk, 1971. p. 517-575.
26. LAL, K.; SUBBA RAO, M. A rapid method of leaf area determination. Nature, 1951. 167p.
27. LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. São Paulo: EPU, 1986. p. 339.
28. LEITAO FILHO, H. F., MORRELATO, P. C. (Org). Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra – Campinas: UNICAMP, 1995. 136p.
29. LEME, E.A.J., MANIERO, M.A.; GUIDOLIN, J.C. Estimativa da área foliar da cana-de-açúcar e a relação com a produtividade. Piracicaba, 1984. p. 3-9. (Cadernos Planalsucar, 2).

30. LIBERMAN, D. Seasonality and phenology in dry tropical forest in Ghana. *Journal of Ecology*. Oxford. n. 70, p. 790-906. 1982
31. LUDLOW, M.; MUCHOW, R. C. A critical evaluation of this for improving crop yields in water-limited environments. *Advance in Agronomy*, v. 43, p. 107-153. 1990.
32. MANIVEL, L.; WEAVER, R.J. Biometric correlations between leaf area and length measurements of Grenache grape leaves. *Hortscience*, v. 9, n. 1, p. 27- 28, 1974.
33. MATTHES, L. A. F. Composição florística, estrutura e fenologia de uma floresta residual do planalto paulista: Bosque dos Jequitibás. Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas. 1980. 209p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 1980.
34. MATZENAUER, R.; SATILI, R. A água na cultura do milho. *IPAGRO Informa*, 1983. p.17-32. (IPAGRO Informa, 26)
35. McCREE, K.J.; FERNANDEZ, C. J. Simulation model for studying physiological water stress responses of whole plants. *Crop Scienc*, v.29, p. 353-360. 1989.
36. MEDINA, E. Diversity of life forms of higher plants in neotropical dry forest. 221-242. In: S. H. Bullock. H. A. Mooney; e. Medina (eds.). *Seasonally dry tropical forests*. Cambridge University Press, Cambridge.
37. MENDES, B. V. Biodiversidade e desenvolvimento sustentável do semi-árido. Fortaleza: SEMAGE, 1997. 108p.
38. OLIVEIRA, E. L. de. Efeito do estresse hídrico sobre características da cultura do pimentão (*Capsicum annum* L). Areia - PB: Universidade Federal da Paraíba – UFPB,1995. 86p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal da Paraíba, 1995.
39. OLIVEIRA, E. R. Alternativas de alimentação para a pecuária do semi-árido nordestino. In: SIMPOSIO NORDESTINO DE ALIMENTACAO DE RUMINANTES, 6.,1996, Natal. Anais... Natal: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 1996. p. 127-147.
40. PETER, A. M. B. Composição botânica e química da dieta de bovinos, caprinos e ovinos em pastoreio associativo na caatinga do semi-árido de Pernambuco. Recife – PE: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1992. 86p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1992.
41. PIMENTA FILHO, E.C. PLATAFORMA REGIONAL DO AGRONEGÓCIO OVINOCAPRINOCULTURA: Programa de estabelecimento racional de forrageiras nativas do semi-árido nordestino para uso em sistemas de produção da caprino-ovinocultura. Areia, 2002. 18p. (PROJETO).
42. PIRES, R.C.M.; FOLEGATTI, M.V.; PASSOS, F.A. Estimativa da área foliar de morangueiro. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 17, n. 2, p. 86-90, 1999.
43. RAMKHELAWAN, E.; BRATHWAITE, R.A.I. Leaf area estimation by non-destructive methods in sour orange (*Citrus aurantium* L.). *Tropical Agriculture*, Trinidad, v. 67, n. 3, p. 203-206,1990.
44. SANOJA B.; M.J. Estimación de área foliar de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum*) en las localidades de Mariara, Estado Carabobo y Tucutunemo, Estado Aragua. U.C.V.. Maracay. 1983.Tesis de (grado). Facultad de Agronomía, 1983.
45. SILVA, D.S. da. PLATAFORMA REGIONAL DO AGRONEGÓCIO OVINOCAPRINOCULTURA: Programa de estabelecimento racional de forrageiras

- nativas do semi-árido nordestino para uso em sistemas de produção da caprino-ovinocultura. Areia, 2002. 18p. (PROJETO).
46. SOARES, J. G.G. Avaliação do feijão-bravo (*Capparis flexuosa* L.) em condições de cultivo para produção de forragem. Petrolina: EMBRAPA – CPATSA, 1989. (Pesquisa em andamento, 58).
 47. STEWART, D. A.; NIELSEN, D. R. Irrigation of agricultural crops. Madison: American Society of Agronomy. 1990. (Agron. Mon, 30).
 48. STRIK, B.C.; PROCTOR, J.T.A. Estimating the area of trifoliolate and unequally imparipinnate leaves of strawberry. Hortscience, v. 20, n. 6, p. 1072-1074, 1985.
 49. SUDENE. Pacto Nordeste: ações estratégicas para um salto do desenvolvimento regional. Recife, 1996. 77p.
 50. TAIZ, L.; ZEIGER, S. Plant physiology. Redwood City. The Benjamin Cummings Publishing Company, 1991, p.690.
 51. TERUEL, D.A. Modelagem do índice de área foliar de cana-de-açúcar em diferentes regimes hídricos. Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ, 1995, 93 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de Sao Paulo, 1995.
 52. TIVELLI, S.W.; MENDES, F.; GOTO, R. Estimativa da área foliar do pimentão cv. Elisa conduzido em ambiente protegido (*Capsicum annum* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 38., 1997, Brasília. Suplementos... Brasília: Sociedade Brasileira de Olericultura, 1997.
 53. TURNER, N. C. The benefits of water of deficits. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF PLANT PHYSIOLOGY. New Delhi-Índia, 1988. Proceedings... New Delhi- Índia: 1988. p. 806-815.

Trabajo recibido el 17/02/2006, nº de referencia 040609_RED VET. Enviado por su autor principal. Publicado en [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET®](#), ISSN 1695-7504 el 01/04/06.

[Veterinaria.org®](#) - [Comunidad Virtual Veterinaria.org®](#) - Veterinaria Organización S.L.®

Se autoriza la difusión y reenvío de esta publicación electrónica en su totalidad o parcialmente, siempre que se cite la fuente, enlace con Veterinaria.org – <http://www.veterinaria.org/> y [REDVET®](#) <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y se cumplan los requisitos indicados en [Copyright](#) 1996 -2006