

MEDIÇÃO DE ÁREA FOLIAR DE ACEROLEIRA¹

RAFAELLA RAYANE MACEDO DE LUCENA^{2*}, THAÍZA MABELLE DE VASCONCELOS BATISTA², JEFERSON LUIZ DOLLABONA DOMBROSKI², WELDER DE ARAÚJO RANGEL LOPES², GARDÊNIA SILVANA DE OLIVEIRA RODRIGUES².

RESUMO - A determinação da área foliar das plantas é de interesse dos produtores e setores da pesquisa, e as técnicas devem ser simples, rápidas e precisas. O presente trabalho teve como objetivo comparar métodos de estimativa de área foliar de aceroleira em pomar comercial. Foram coletadas 60 folhas aleatoriamente, e após a coleta, foram realizadas as medições de área foliar por cinco métodos: Quadrados, Dimensões Lineares, Integrador de Área Foliar AM 300, Discos Foliare e Análise de Imagem Digital (*Scanner*). Os métodos avaliados foram comparados com o método considerado de referência (escâner), com base no critério de coeficiente de determinação da regressão linear (R^2). O método que mais se aproximou da área foliar de referência foi o integrador portátil AM 300.

Palavras-chave: *Malpighia emarginata*. Métodos. Estimativa de área foliar.

MEASUREMENT OF ACEROLA LEAF AREA

ABSTRACT - The determination of leaf area is of interest to producers and sectors of research, and techniques should be simple, quick and accurate. This study aimed to compare methods for estimating leaf area of Barbados cherry in orchard. 60 leaves were collected randomly, and after collection, were measurements of leaf area by five methods: squares, linear dimensions, leaf area integrator AM 300, leaf disks and Digital Image Analysis (*Scanner*). All methods were compared with the reference method (*scanner*), based on the criterion of determination coefficient of linear regression (R^2). The method that is closer to the leaf area of reference was the integrator portable AM 300.

Keywords: *Malpighia emarginata*. Methods. Leaf area estimation.

*Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 11/04/2010; aceito em 10/10/2010.

Trabalho realizado na disciplina de Análise de Crescimento do curso de Pós-Graduação Fitotecnia/UFERSA.

²Departamento de Ciências Vegetais, UFERSA, Mossoró/RN, BR 110, km 47, CEP: 59625-900; rafaellarayane@hotmail.com; thaizabelle@hotmail.com; jeferson@ufersa.edu.br; welder.lopes@hotmail.com; gardeniavg@yahoo.com.br.

INTRODUÇÃO

A aceroleira, pelo seu potencial industrial e como fonte natural de vitamina C, tem atraído o interesse dos fruticultores desde que foi introduzida no Brasil. Por causa do seu altíssimo teor de vitamina C e da sua importância na medicina mundial, a fruta está na pauta da exportação brasileira (FREIRE et al., 2007).

No Brasil, destacam-se em produção de acerola as regiões Nordeste e Sudeste, sendo os estados de Pernambuco, Ceará e São Paulo os principais produtores brasileiros (IBGE, 2010).

A determinação da área foliar da aceroleira é fundamental para estudar aspectos fisiológicos que envolvam análise de crescimento, fotossíntese e transpiração, bem como quantificar os danos causados por pragas e doenças foliares. A folha é o principal órgão no processo transpiratório, responsável pelas trocas gasosas entre a planta e o ambiente (PEREIRA et al., 1997), razão pela qual o conhecimento da superfície foliar é de grande utilidade para a avaliação de outras técnicas culturais como poda, adubação, densidade de plantio e aplicação de defensivos.

A área foliar representa o aparato de interceptação de luz para a fotossíntese e é uma característica utilizada em análises do crescimento vegetal. A partir da estimativa da área foliar é possível chegar a algumas variáveis ecofisiológicas como área foliar específica, razão de área foliar, índice de área foliar, taxa assimilatória líquida, taxa de crescimento foliar relativo, entre outras, que permitem inferir sobre eficiência fotossintética, padrões de crescimento e desenvolvimento e quantificação de variações no crescimento das plantas devido a diferenças genéticas ou ambientais (FONSECA; CONDÉ, 1994).

Diversas são as formas de se medir a área foliar de um cultivo, porém muitas são inadequadas por serem destrutivas e/ou por dependerem de aparelhos disponíveis somente em laboratórios ou, ainda, por demandarem excessiva mão-de-obra para execução. É uma das características mais difíceis de serem mensuradas (BIANCO et al., 2007)

Métodos clássicos de determinação da área foliar em culturas agrícolas consistem na medida da área foliar usando-se integradores de área portáteis, ou relações específicas entre determinadas medidas lineares da folha (i.e., largura, comprimento etc.) e sua área (SBRISSIA; SILVA, 2008). Os integradores de área foliar são aparelhos precisos, não fabricados no Brasil e, por isso, são caros e de difícil manutenção. Além disso, alguns equipamentos têm dimensões que limitam a leitura em folhas grandes (GODOY et al., 2007).

O uso de imagens digitalizadas para medida da área foliar é uma alternativa aos métodos citados. Entretanto, segundo Godoy et al. (2007), a necessidade de um programa computacional (*software*) capaz de processar a imagem e calcular a área desejada

é uma das dificuldades deste método, uma vez que estes geralmente são de custo elevado, apesar de já haver algumas versões de programas gratuitos.

O presente trabalho teve por objetivo estimar a área foliar por cinco diferentes métodos em aceroleira (*Malpighia emarginata*).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Mossoró/RN.

Foram coletadas 60 folhas aleatoriamente, sendo 30 folhas novas - em estágio inicial de desenvolvimento, e 30 folhas velhas - em estágio final de desenvolvimento, de uma aceroleira oriunda de um pomar comercial. Depois de coletadas foram encaminhadas ao laboratório da UFERSA, numeradas, retirados os pecíolos, e assim, realizadas as medições de área foliar.

Os métodos de estimativa de área foliar utilizados foram: Quadrados, Dimensões Lineares, Integrador de Área Foliar AM 300, Discos Foliares e Análise de Imagem Digital (*Scanner*).

Inicialmente, determinou-se a área foliar utilizando o método dos quadrados. As folhas foram dispostas sob uma prancheta de acrílico dividida em quadrados medindo 1 x 1 cm² cada, e em seguida contou-se os quadrados preenchidos pelo contorno de cada folha. A área foliar foi estimada pelo número de quadrados preenchidos (pelo menos 50%).

No método das dimensões lineares, obteve-se o comprimento e a largura máxima da folha com a utilização de uma régua milimetrada. Para a estimativa da área foliar multiplicou-se o produto do comprimento com a largura máxima por um coeficiente, denominado coeficiente de área foliar. Em teoria, esse mesmo coeficiente poderia ser usado para estimar a área de qualquer outra folha da espécie.

O terceiro método utilizado foi o do integrador de área foliar, com o uso do medidor de área foliar portátil AM 300 (ADC scientific). O aparelho consta de uma prancheta e um pequeno escâner de mão acoplado a um microcomputador dedicado, fornecendo os valores de área diretamente.

No método da imagem digital, as folhas foram processadas juntamente com uma régua milimetrada em um escâner de mesa acoplado a um computador pessoal, e as imagens arquivadas e processadas em programa para análise de imagens (SigmaScan®). Este tratamento foi considerado como o padrão para comparação com os outros métodos.

O método dos discos foliares consistiu da retirada de discos foliares com um vazador com área de 1,78 cm² (estimada por análise de imagens dos discos retirados). As folhas frescas foram pesadas, e em seguida, destacaram-se discos da porção basal da folha apenas com nervuras finas, obtendo um disco por folha. Após a retirada dos discos, estes foram

imediatamente pesados individualmente em balança analítica. A área foliar foi estimada pela fórmula ($AF = PF \times AD/PD$, onde: AF é a área foliar estimada pelo método; PF é a massa fresca da folha; AD é a área conhecida do disco retirado da folha ($1,78 \text{ cm}^2$); e PD é a massa fresca dos discos).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão. Para a escolha da equação que pudesse estimar a área foliar em função das dimensões foliares, procederam-se estudos de regressão utilizando o seguinte modelo linear $Y = ax$. O valor Y (método do escâner) estima a área do limbo foliar em função de X (outros métodos), cujos valores podem ser determinados pelos diferentes métodos. Os métodos avaliados foram comparados com o método de referência (*scanner*), com base no critério de coeficiente de determinação (R^2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 1, 2, 3 e 4 estão apresentados os resultados da análise de regressão para a estimativa da área foliar da aceroleira através dos métodos citados comparados ao método do *scanner*, notando-se que todos apresentaram comportamento linear. Os coeficientes de determinação (R^2) apresentaram-se superiores a 0,85, indicando que, das variações existentes na área foliar, 85% podem ser explicadas por esses modelos de equações, implicando em estimativas de área foliar consideradas muito boas para essa cultura.

Método dos Quadrados

Observa-se que quando se utilizou o método dos quadrados o coeficiente de determinação obtido foi superior a 0,90 ($R^2 = 0,923$) e os pontos se encontraram devidamente ajustados à reta, o que leva a afirmar ser este método capaz de estimar a área foliar real dessa cultura (Figura 1).

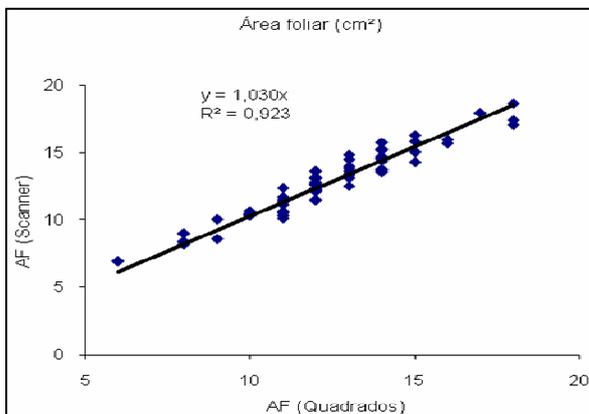


Figura 1. Representação gráfica da área foliar de *Malpighia emarginata* e da equação de regressão indicada para a estimativa da área foliar desta frutífera, em função da área determinada pelo método dos quadrados.

Poucos são os trabalhos que revelam a eficiência do método dos quadrados, em virtude da alta demanda de tempo gasto com a utilização do mesmo, além do maior número de pessoas envolvidas no processo, principalmente quando se trata de avaliações em um grande volume de material.

Método das Dimensões Lineares

A utilização das dimensões lineares, comprimento e largura, proporcionou uma estimativa também satisfatória para a aceroleira. Nota-se que o coeficiente de determinação (R^2) foi 0,910 (Figura 2).

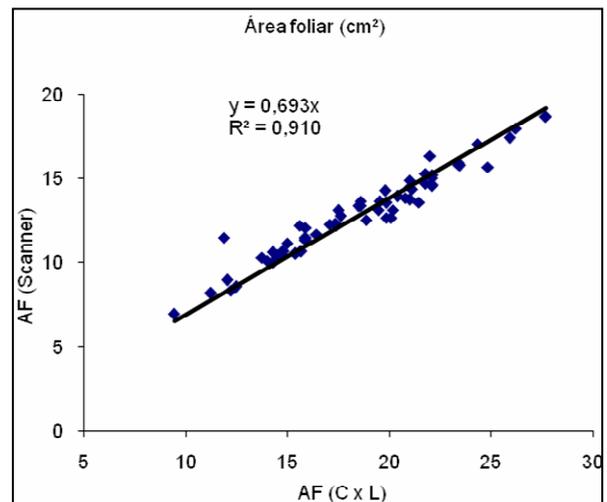


Figura 2. Representação gráfica da área foliar de *Malpighia emarginata* e da equação de regressão indicada para a estimativa da área foliar desta frutífera, em função da área determinada pelo método comprimento x largura.

Monteiro et al. (2005) testando os métodos das dimensões ($C \times L$) e da massa seca, concluíram que a área foliar do algodoeiro pode ser estimada com boa exatidão e excelente precisão a partir da medida das dimensões de suas folhas, com erros em torno de 10% e com elevados coeficientes de correlação.

Em gergelim, Silva et al. (2002) verificaram que as estimativas de área de foliar são mais precisas quando se usam ambas as dimensões de comprimento e largura do limbo. Lima et al. (2008) objetivando estabelecer um modelo para estimar a área foliar do feijão caupi obtiveram o maior valor de coeficiente de correlação (R^2) para equações lineares quando se utilizou o produto entre o comprimento e a largura ($C \times L$) dos folíolos.

Os resultados do estudo da relação entre a área foliar real – obtida com o auxílio do integrador de AF (LI – 3100), também utilizado em outras culturas como melão e cenoura (ARAGÃO et al., 2009; TEÓFILO et al., 2009) - e os parâmetros dimensionais lineares de folhas de *C. alismatifolia* e *C. zedoaria* apenas comprovam que o método das dimensões permite boas estimativas da área foliar (PINTO et al., 2008)

Método Integrador AM 300

Este método foi o que mais se aproximou do método do *scanner*. Observa-se que para essa frutífera este método apresentou o coeficiente de determinação da regressão superior a 0,95 ($R^2 = 0,977$), o mais elevado do estudo (Figura 3).

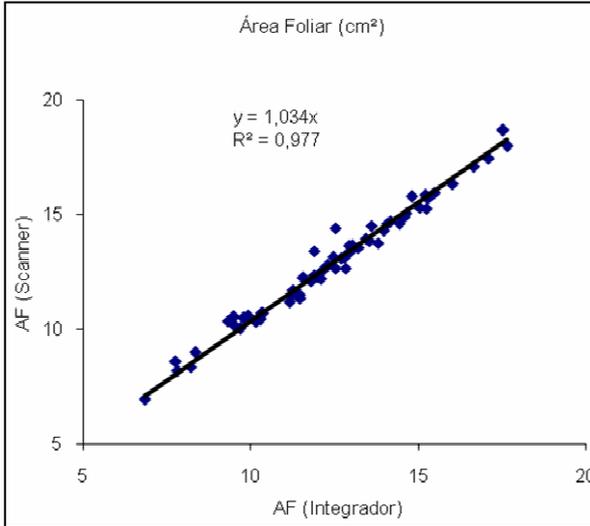


Figura 3. Representação gráfica da área foliar de *Malpighia emarginata* e da equação de regressão indicada para a estimativa da área foliar desta frutífera, em função da área determinada pelo método do integrador AM 300.

Verifica-se que o uso do integrador para medição de área foliar de aceroleira seria ideal. A utilização de medidores automáticos de área foliar proporciona bom grau de aferimento e facilidade de operação para a medição de folhas isoladas, tendo como problemas o alto custo do equipamento (PINTO et al., 1979; BENINCASA, 1988; GOMIDE; CASTRO NETO, 1989, NORMAN; CAMPBELL, 1989), a dificuldade de trabalho com grande número de folhas e o fato de ser um método destrutivo.

Mielke et al (1995), trabalhando com fruteiras silvestres, observaram que houve um comportamento diferenciado entre os métodos medidor automático de área foliar, planímetro, fotocópia, papel filtro e medidas de comprimento x largura, dentro das espécies para os coeficientes de determinação encontrados. Os maiores valores de R^2 foram obtidos utilizando o medidor automático para a uvalheira, planímetro para o araçazeiro e goiabeira serrana e fotocópia para a pitangueira, comprovando que existe uma certa variação de acordo com o método ou espécie estudada.

Método dos Discos Foliar

O valor mais baixo obtido para o coeficiente de determinação foi através dos discos foliares. O método dos discos foliares nesse estudo superestimou a área foliar da aceroleira, indicando que seria necessária a correção do valor obtido pelo método dos discos através da multiplicação por um fator de

correção (0,859). Os trabalhos na literatura, em geral não indicam a necessidade de correção dos valores obtidos pelo método dos discos, mas no caso da aceroleira, essa correção é indispensável.

A correlação entre os valores obtidos pelo método dos discos e por análise de imagens foi considerada adequada, ainda que tenha sido o menor valor obtido no presente trabalho $R^2 = 0,858$ (Figura 4).

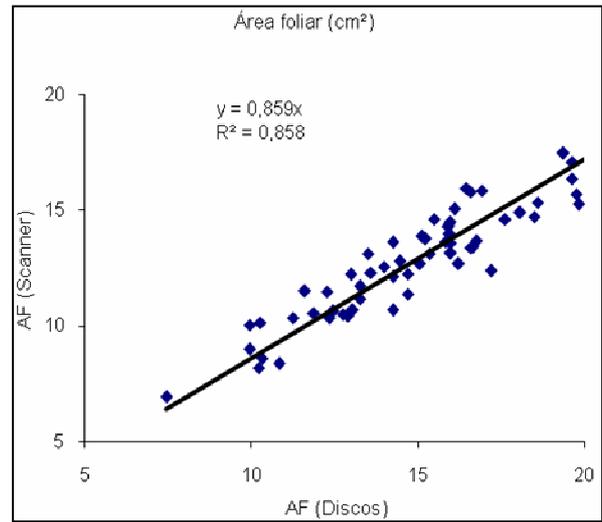


Figura 4. Representação gráfica da área foliar de *Malpighia emarginata* e da equação de regressão indicada para a estimativa da área foliar desta frutífera, em função da área determinada pelo método dos discos foliares.

Isso pode ter sido devido a uma alta variabilidade da área foliar específica (AFE), indicando que as folhas de aceroleira têm grande plasticidade dentro da planta em função da idade, da posição na copa, bem como da adaptação a micro ambientes luminosos (Figura 5).

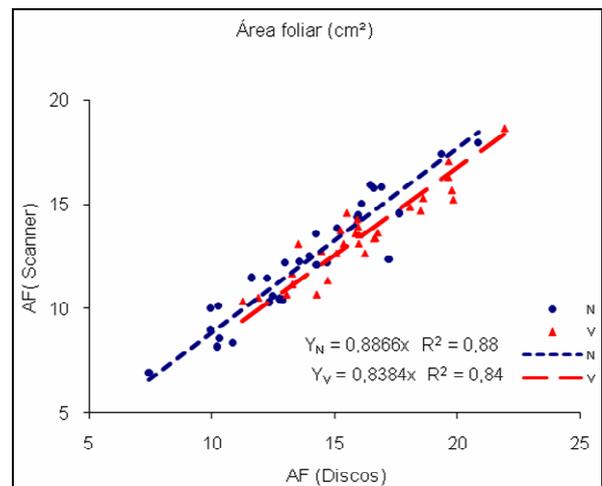


Figura 5. Representação gráfica da área foliar de folhas novas (N) e folhas velhas (V) de *Malpighia emarginata* e as respectivas equações de regressão indicada para a estimativa da área foliar desta frutífera, em função da área determinada pelo método dos discos foliares.

Esse método foi o que apresentou, também em pinha (*Annona squamosa* L.), o valor mais baixo obtido para o coeficiente de determinação, quando comparado com os métodos dos quadrados; dimensões lineares; integrador de área foliar (AM 300) e imagem digital (DOMBROSKI et al., 2010).

Em cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e goiabeira (*Psidium guajava* L.) discos foliares retirados das porções basais, medianas e apicais mesmo não diferindo significativamente do método padrão (fotocópia), utilizado superestimaram a área foliar (GOMIDE et al., 1977; PINTO et al., 1979).

Huerta (1962), empregando vários métodos (laboratoriais e de campo) para estimar a área foliar em cafeeiro, dentre os quais o de discos foliares e o de relação entre a área foliar e as dimensões lineares da folha, observou que não houve diferença nem quanto à precisão, nem quanto à exatidão.

Assim, pode-se observar que este método é variável de acordo com a espécie utilizada e deve sempre ser comparado a outros métodos, levando-se em conta as características morfológicas da espécie em estudo.

CONCLUSÕES

O método do integrador portátil AM 300 foi o que estimou a área foliar da aceroleira mais aproximada do padrão referencial de precisão, com maior coeficiente de determinação;

Todos os métodos utilizados para estimar a área foliar de *Malpighia emarginata* são satisfatórios, ficando a critério do pesquisador a utilização do que seja mais viável.

REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, C. A. et al. Avaliação de cultivares de melão sob condições de estresse salino. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 161-169, 2009.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise do crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42 p.
- BIANCO, S. et al. Estimativa da área foliar de *Ipomoea hederifolia* e *Ipomoea nil* Roth. Usando dimensões lineares do limbo foliar. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 25, n. 2, 2007.
- DOMBROSKI, J. L. D. et al. Análise comparativa de métodos de determinação de área foliar em pinha (*Annona squamosa* L.). **Revista Verde**, Mossoró, v. 5, n. 3, p. 188-194, 2010.
- FREIRE, J. L. O. et al. Teores de nutrientes na área foliar de plantas em fase de produção e exportação de nutrientes de frutos de acerola em pomares do estado da Paraíba. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 4, n. 2, p. 79-91, 2007.
- FONSECA, C. E. L.; CONDÉ, R. C. C. Estimativa da área foliar em mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gom.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n.4, p. 593-599, 1994.
- GODOY, L. J. G. et al. Análise da imagem digital para estimativa da área foliar em plantas de laranja "Pêra". **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, 2007.
- GOMIDE, M. B.; CASTRO NETO, P. Determinação da área foliar 'in vitro' no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). I - metodologia para a cultivar Eriparza. **Ciência e Prática**. Lavras, v. 13. n. 2. p. 152-155, 1989.
- GOMIDE, M. B. et al. Comparação entre métodos de determinação de área foliar em cafeeiros Mundo Novo e Catuí. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 1, n. 2, p. 118-123, 1977.
- HUERTA, A. S. Comparación de métodos de laboratorio y de campo para el área del cafeto. **Cenicafé**, v.13, n. 1, p. 33-42. 1962.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2010. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 16 set. de 2010.
- LIMA, C. J. G. S. et al. Modelos matemáticos para estimativa de área foliar de feijão caupí. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 1, p. 120-127, 2008.
- MIELKE, M. S. et al. Comparação de métodos de laboratório e de campo para a estimativa da área foliar em fruteiras silvestres. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 82-88, 1995.
- MONTEIRO, J. E. B. A. et al. Estimativa da área foliar do algodoeiro por meio de dimensões e massa das folhas. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 1, p. 15-24, 2005.
- NORMAN, J. M.; CAMPBELL, G. S. Canopy structure. In: PEARCY, R. W. et al. **Plant physiological ecology** - field methods and instrumentation. London: Chapman and Hall, 1989. p. 301-325.
- PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, R. **Evapotranspiração**. Piracicaba: FEALQ/ESALQ/USP, 1997. 70 p.
- PINTO, A. C. Q. et al. Comparação de métodos de determinação da área foliar na cultura da goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Ciência e Prática**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 58-62, 1979.

PINTO, A. C. R. et al. Modelos para estimativa da área foliar de *Curcuma alismatifolia* e *Curcuma zedoaria*. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 549-552, 2008.

SILVA, L. C. et al. Um método simples para estimar para se estimar área foliar de plantas de gergelim (*Sesamum indicum* L.). **Revista Brasileira de Oleaginosas Fibrosas**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 491-496, 2002.

SBRISSIA, A. F.; SILVA, S. C. Comparação de três métodos para estimativa do índice de área foliar em pastos de capim-marandu sob lotação contínua. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 2, 212-220, 2008.

TEÓFILO, T. M. S. et al. Crescimento de cultivares de cenoura nas condições de Mossoró-RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 168-174, 2009.