

ÍNDICES FISIOLÓGICOS E CRESCIMENTO INICIAL DE MAMOEIRO (*Carica papaya* L.) EM CASA DE VEGETAÇÃO¹

Physiological indexes and initial growth of papaya plants (*Carica papaya* L.) under greenhouse conditions

Juliana Firmino de Lima², Clóvis Pereira Peixoto³, Carlos Alberto da Silva Ledo⁴

RESUMO

No Brasil, a cultura do mamoeiro (*Carica papaya* L.) é amplamente difundida, destacando-se o sul da Bahia e o norte do Espírito Santo onde se concentra a maior parte dos plantios comerciais. Por ser uma cultura que necessita de renovação dos pomares de quatro em quatro anos, no máximo, há uma necessidade constante de renovação deles, fazendo com que a demanda por novas tecnologias e melhoria na qualidade das mudas cresça, forçando o desenvolvimento de pesquisas na área. A análise de crescimento tem sido usada por pesquisadores, na tentativa de explicar diferenças no crescimento, de ordem genética ou resultante de modificações do ambiente e constitui uma ferramenta eficiente para a identificação de materiais promissores, além de identificar características que, no crescimento inicial, indiquem possibilidade de aumento no rendimento da planta adulta, favorecendo os trabalhos de melhoramento na busca de materiais mais produtivos. Por isso, objetivou-se avaliar o crescimento inicial de plantas de mamoeiro em casa de vegetação, por meio de índices fisiológicos, como parâmetros indicativos do rendimento. Assim, instalou-se um experimento no delineamento inteiramente casualizado, utilizando a cultivar Golden e outro com o híbrido Tainung N°1. Concluiu-se que os índices fisiológicos; taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo, taxa assimilatória líquida e razão de área foliar são ferramentas eficientes para identificar e comparar diferentes materiais genéticos, durante o crescimento inicial de plantas de mamoeiro da cultivar Golden e do híbrido Tainung N°1, em casa de vegetação.

Termos para indexação: Variabilidade, Golden, Tainung N°1.

ABSTRACT

In Brazil, the papaya crop (*Carica papaya* L.) is well diffused, specially in the Southern Region of the State of Bahia and the Northern Region of the State of Espírito Santo, where most of the commercial plantations are concentrated. Papaya is a crop that needs renovation of the orchards every four years, at the most, demanding the development of new technologies and improvement in the quality of the plantlets, also demanding the development of research in this area. Growth analysis has been used by researchers in order to explain growth differences of genetic or environmental causes. This is a very efficient tool for the identification of promising materials and characteristics that possibly increase the yield of abolt plant during the initial growth, favoring the works of breeding. This is valmble infermatian for plant breeding army productive. The objective of the present work was to evaluate the initial growth of papaya plants growing under greenhouse conditions using physiological indexes as yield indicative parameters. Therefore, a complete randomized block experiment was carried out using the Golden cultivar and the Tainung N°1 hybrid. It was concluded that the physiological indexes: absolute growth ratio, relative growth ratio, accurate assimilation ratio and leaf area ratio are efficient tools to identity and compare different genetic materials during the initial growth of papaya plants growing under greenhouse conditions.

Index terms: Variability, Golden, Tainung N°1.

Recebido em 22 de setembro de 2006 e aprovado em 23 de fevereiro de 2007)

INTRODUÇÃO

A cultura do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no Brasil é amplamente difundida, sendo que os estados da Bahia e Espírito Santo concentram 70% da produção nacional do fruto. De acordo com Dantas et al. (2002), por ser uma cultura que necessita de renovação dos pomares de quatro em quatro anos, no máximo, e que produz o ano inteiro, é de grande relevância a sua importância social, pois gera empregos e absorve mão-de-obra durante todo o ano, contribuindo para o mercado de trabalho e para a fixação

do homem à terra. Essa necessidade constante de renovação dos pomares faz com que a demanda por novas tecnologias e melhoria na qualidade das mudas aumente, forçando o desenvolvimento de pesquisas na área.

A análise de crescimento tem sido usada na tentativa de explicar diferenças no crescimento, de ordem genética ou resultante de modificações do ambiente (PEIXOTO, 1998) e constitui uma ferramenta muito eficiente para a identificação de materiais promissores (BENINCASA, 2003), além de identificar características

¹Parte da dissertação de mestrado da primeira autora submetido à Universidade Federal da Bahia.

²Engenheira Agrônoma MS. Doutoranda do Centro de Ciências Agrárias, Biológicas e Ambientais da UFRB – Cuz das Almas, BA – 44380-000 – juliana_firmino@hotmail.com

³Engenheiro Agrônomo Dr. Professor do Centro de Ciências Agrárias, Biológicas e Ambientais da UFRB – Cuz das Almas, BA – 44380-000 – cppeixot@ufba.br

⁴Engenheiro Agrônomo Dr. Pesquisado da Embrapa mandioca e Fruticultura Tropical – Cuz das Almas, BA – Cx. P. 07 – 44380-000 – led@cnpmf.embrapa.br

que, no crescimento inicial, indiquem possibilidade de aumento no rendimento da planta adulta, favorecendo os trabalhos de melhoramento na busca por materiais mais produtivos.

O crescimento e o rendimento final de uma cultivar ou um outro material genético é o resultado de suas interações com o ambiente. Entretanto, para se compreender alguns aspectos da natureza dos controles intrínsecos de cada material, necessita-se do estabelecimento de índices mais detalhados que permitam uma melhor compreensão dessas interações, através da análise quantitativa do crescimento. Esta análise se fundamenta no desenvolvimento de testes e modelos de simulação do crescimento e produtividade da cultura, baseado em vários índices fisiológicos (BENINCASA, 2003; BLACKMAN, 1919; MACHADO et al., 1982; PEIXOTO, 1998).

O fundamento da análise de crescimento baseia-se no fato de que, em média, 90% da matéria orgânica acumulada ao longo do crescimento da planta resultam da atividade fotossintética e o restante, da absorção mineral do solo (BENINCASA, 2003). O acúmulo de matéria seca e o incremento da área foliar, quantificados em função do tempo, são utilizados na estimativa de vários índices fisiológicos relacionados às diferenças de desempenho entre cultivares ou diferentes materiais da mesma espécie e das comunidades vegetais, nos diversos estudos ecofisiológicos. Normalmente, estes índices são a taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo, a taxa assimilatória líquida, a razão de área foliar e a razão de massa foliar, dentre outros, segundo vários autores (BENINCASA, 2003; BRANDELERO, 2001; HUNT, 1982; PEIXOTO, 1998; PEREIRA & MACHADO, 1987; REIS & MULLER, 1979).

Com este estudo objetivou-se avaliar o crescimento inicial de plantas de mamoeiro da cultivar Golden e do híbrido Tainung N°1, em casa de vegetação, por meio de índices fisiológicos, como parâmetros indicativos do rendimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, localizada em Cruz das Almas, Bahia. A cidade está situada a 12°40'19" de latitude sul e 39°06'22" de longitude oeste de Greenwich, tendo 220 m de altitude. O clima é tropical quente e úmido, Aw a Am, segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 24,5° C e umidade relativa de 80% (ALMEIDA, 1999). Para esse estudo, foram conduzidos dois experimentos instalados no mês de

dezembro de 2004, um com a cultivar Golden, do grupo Solo, e o outro, com o híbrido Tainung N° 1, do grupo Formosa. Cada ensaio constou de 80 plantas sendo plantadas em sacos individuais de polietileno; com capacidade de 5 kg de substrato composto de terra vegetal e esterco bovino curtido na proporção de 2:1, as mudas foram afastadas 50 cm de uma para a outra, para evitar sombreamento devido ao crescimento das plantas.

Para a cultivar do grupo Solo foram colocadas três sementes por saco e para o do grupo Formosa, duas. Estas foram cobertas com uma camada de 1 a 2 cm de terra fina e peneirada, regadas três vezes por dia até a germinação, quando foi feito o desbaste, deixando uma muda por recipiente, como indicam Trindade & Oliveira (1999).

Durante o ciclo das plantas efetuaram-se coletas quinzenais e a última com vinte dias, período em que as plantas apresentaram a primeira flor funcional, de dez plantas por parcela para determinação da massa da matéria seca e da área foliar, para efetuar a análise de crescimento. As avaliações ocorreram de janeiro a maio de 2005, com início após o desbaste das mudas, dos 15 aos 95 dias após emergência (DAE), com a realização de seis colheitas, sendo a primeira com 15 dias após emergência e as demais aos 30, 45, 60, 75 e 95 DAE.

A matéria seca das plantas, em suas diversas frações (raiz, caule e folhas), foi quantificada nos intervalos correspondentes a cada colheita, computando-se as massas de cada parte. Utilizaram-se 10 plantas por amostragem e após pesagem em balança de precisão, a massa da matéria verde foi determinada e o material levado à estufa de ventilação forçada, na temperatura aproximada de 70°C ± 5°C, até atingirem massa da matéria seca constante.

A área foliar foi determinada mediante a relação da massa seca dos discos foliares (dez discos) e a massa seca total das folhas. Os discos foliares foram obtidos com o auxílio de um perfurador de área conhecida, evitando-se a nervura central conforme descrito em Benincasa (2003), Brandelero (2001), Camargo (1992) e Peixoto (1998).

Pela determinação da área foliar e da massa da matéria seca total a cada 15 dias até o período final do experimento, determinaram-se os índices fisiológicos taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL), razão da área foliar (RAF) e razão de massa da folha (RMF), por meio de suas respectivas fórmulas matemáticas, de acordo com a recomendação de vários textos dedicados à análise quantitativa do crescimento (BENINCASA, 2003; BLACKMAN, 1919; GONÇALVES, 2004; HUNT, 1982; PEIXOTO, 1998; PEREIRA & MACHADO, 1987; REIS &

MULLER, 1979).

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado e os dados coletados para as diferentes variáveis foram submetidos à análise de variância e os efeitos significativos do teste F foram comparados pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade, visando a comparação das médias entre os tratamentos. As curvas polinomiais exponenciais foram grafadas com base em suas médias de cada coleta e análise de regressão, conforme sugerido por Elias & Causton (1976). A utilização de equações de regressão não só corrige as oscilações normais, como permite avaliar a tendência do crescimento em função dos tratamentos (BENINCASA, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando que a análise de crescimento ainda é o meio mais acessível e bastante preciso para avaliar o crescimento e inferir a contribuição dos diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetal, as medidas foram obtidas ao longo do período experimental (95 DAE), no qual está compreendido o tempo médio necessário para a produção de mudas de mamoeiro (40 a 50 DAE), conforme Trindade & Oliveira (1999). Computou-se a variação na quantidade de matéria seca e da área foliar em função do tempo, sendo utilizada na estimativa de vários índices fisiológicos, para tentar explicar e compreender as diferenças de desempenho entre os materiais estudados.

O crescimento das plantas superiores está na fase exponencial quando os acúmulos se processam continuamente. Assim, a utilização da taxa de crescimento absoluto torna-se uma medida precisa entre duas amostragens sucessivas, na comparação dos diferentes materiais, podendo ser um indicador da velocidade média de crescimento (g dia^{-1} ou g semana^{-1}), ao longo do período avaliado (BENINCASA, 2003).

A taxa de crescimento absoluto de plantas de mamoeiro cultivar Golden e do híbrido Tainung N°1, durante a fase inicial de crescimento, em casa de vegetação, está apresentada na Figura 1. Nesta, observa-se que o híbrido Tainung N° 1 apresentou uma TCA sempre superior à cultivar Golden. Nota-se que estas diferenças (27,57% aos 30; 22,15% aos 45 e 27,30% aos 60 DAE), não foram muito discrepantes, com uma variação média em torno de 5%, indicando uma tendência de aumentar na medida em que a planta cresce, chegando a 27,76% no final do período, com predominância do híbrido.

Atribuem-se estas diferenças ao porte do híbrido Tainung N°1 (DANTAS et al., 2002), que apresentou uma maior área foliar (maior interceptação da radiação solar), maior teor de matéria seca (maior eficiência fotossintética) e maior conteúdo de água (turgescência para crescimento) em relação a cultivar Golden, favorecendo a maior velocidade de crescimento daquele ($0,00134 \text{ g dia}^{-1}$) em relação à esta ($0,00037 \text{ g dia}^{-1}$), com uma taxa de crescimento absoluto médio de 3,6 vezes superior.

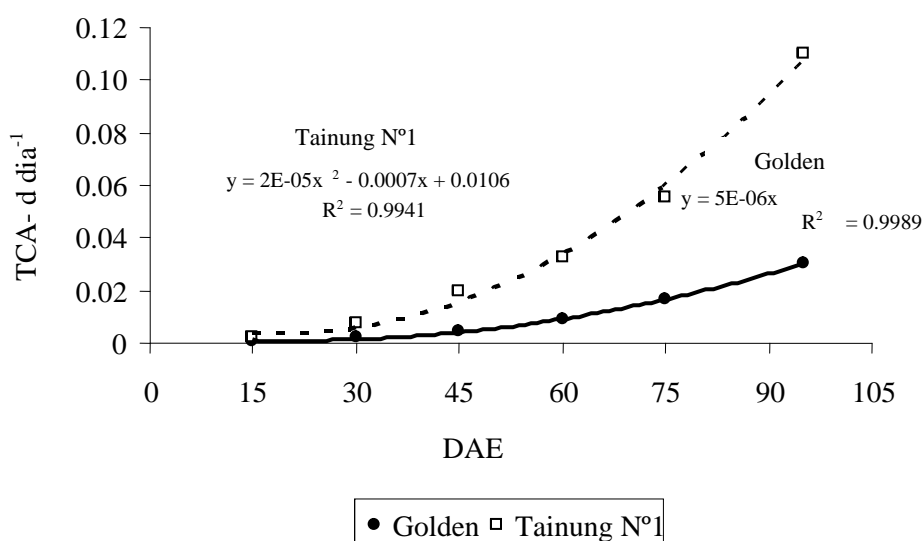


FIGURA 1 – Taxa de crescimento absoluto (TCA - g dia^{-1}) de plantas de mamoeiro cultivar Golden e do híbrido Tainung N°1, durante a fase inicial de crescimento (dias após a emergência - DAE), em casa de vegetação.

Embora a taxa de crescimento absoluto indique a velocidade de crescimento da planta, para os fisiologistas é mais interessante expressar a taxa de crescimento, segundo uma base comum, o próprio peso da planta. Neste caso, trata-se da taxa de crescimento relativo, já que conceitualmente a análise de crescimento estabelece que a taxa de crescimento de uma planta ou de qualquer órgão dela é uma função do tamanho inicial (BENINCASA, 2003). Isso indica que esta medida pode ser mais precisa, uma vez que considera o material alocado sobre o material já existente, de forma que fica proporcional ao tamanho da planta e da sua capacidade fotossintética.

Na Figura 2, pode ser vista uma interação não significativa dos materiais estudados, o que resultou em um único comportamento em relação à taxa de crescimento relativo, variando da mesma forma e na mesma proporção. Essa medida é apropriada para avaliação do crescimento vegetal, que é dependente da quantidade de material acumulado gradativamente. A TCR expressa o incremento na massa de matéria seca, por unidade de peso inicial, em um intervalo de tempo ($\text{g g}^{-1}\text{dia}^{-1}$), de acordo com Benincasa (2003) e Reis & Muller (1979).

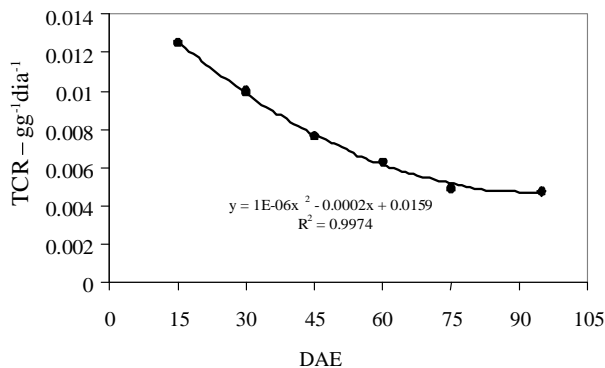


FIGURA 2 – Taxa de crescimento relativo (TCR – $\text{g g}^{-1}\text{dia}^{-1}$) de plantas de mamoeiro cultivar Golden e do híbrido Tainung N°1, durante a fase inicial de crescimento (dias após a emergência - DAE) em casa de vegetação.

Os resultados obtidos mostram que a taxa de crescimento relativo para ambos os materiais apresentam valores máximos aos 15 DAE ($0,01250183 \text{ g g}^{-1}\text{dia}^{-1}$), e diminuem continuamente até os 95 DAE, período final avaliado ($0,00483275 \text{ g g}^{-1}\text{dia}^{-1}$). Essa variação está de acordo com o esperado, uma vez que qualquer incremento

em peso, altura ou área foliar ao longo de um determinado período está diretamente relacionado ao tamanho alcançado no período anterior.

A taxa de crescimento relativo (TCR) varia ao longo do ciclo vegetal, pois depende de dois outros fatores do crescimento: da área foliar útil para a fotossíntese ou razão de área foliar (RAF), e da taxa assimilatória líquida (TAL), que é taxa fotossintética bruta, descontando a respiração (mais a fotorrespiração nas plantas C_3 , que é o caso do mamoeiro). Portanto, a taxa de crescimento relativo poderá ser obtida utilizando-se a equação: $\text{TCR} = \text{TAL} \times \text{RAF}$.

A taxa assimilatória líquida expressa a taxa de fotossíntese líquida ou a matéria seca produzida por unidade de área foliar por unidade de tempo ($\text{g dm}^{-2}\text{dia}^{-1}$). Na Figura 3, encontra-se a taxa assimilatória líquida de plantas de mamoeiro cultivar Golden e do híbrido Tainung N°1, durante a fase inicial de crescimento, em casa de vegetação. Pode-se observar que também não houve interação significativa entre os materiais estudados, apresentando comportamento semelhante ao da TCR, a partir dos 15 DAE ($0,0000255 \text{ g dm}^{-2}\text{dia}^{-1}$) até os 60 DAE ($0,000162 \text{ g dm}^{-2}\text{dia}^{-1}$), quando voltou a crescer, chegando ao maior valor aos 95 DAE ($0,0000319 \text{ g dm}^{-2}\text{dia}^{-1}$).

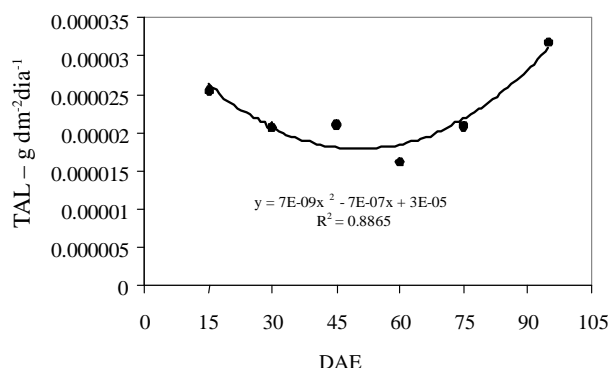


FIGURA 3 – Taxa assimilatória líquida (TAL - $\text{g dm}^{-2}\text{dia}^{-1}$) de plantas de mamoeiro cultivar Golden e do híbrido Tainung N°1, durante a fase inicial de crescimento (dias após a emergência - DAE) em casa de vegetação.

Pode-se inferir que a partir dos 15 DAE, quando as plantas aceleram seu crescimento, inclusive com aumento da área foliar, começou a ocorrer sombreamento mútuo, o que levou a uma diminuição dos níveis de fotossíntese líquida, com redução da TAL. Entretanto, na medida em que se procedeu às colheitas sucessivas, com a eliminação

das plantas – devido às amostragens destrutivas no decorrer do experimento – as plantas puderam interceptar maiores quantidades da radiação luminosa (iluminação lateral da plantas remanescentes), aumentando a taxa fotossintética e compensando a respiração (mais a fotorrespiração), com um balanço positivo para a fotossíntese no período, elevando a TAL, pelo menos até quando durou o experimento (95 DAE).

A área foliar útil de uma planta é expressa pela razão de área foliar (RAF) – sendo uma componente morfofisiológica, pois é o quociente entre a área foliar (responsável pela interceptação da energia luminosa e absorção de CO₂) – e a matéria seca total da planta (resultante da fotossíntese). Na verdade, indica a área foliar que está sendo usada pela planta para produzir um grama de matéria seca (BENINCASA, 2003). Neste estudo, a variação da razão de área foliar de plantas de mamoeiro cultivar Golden e do híbrido Tainung N°1, durante a fase inicial de crescimento, em casa de vegetação, pode ser observada na Figura 4.

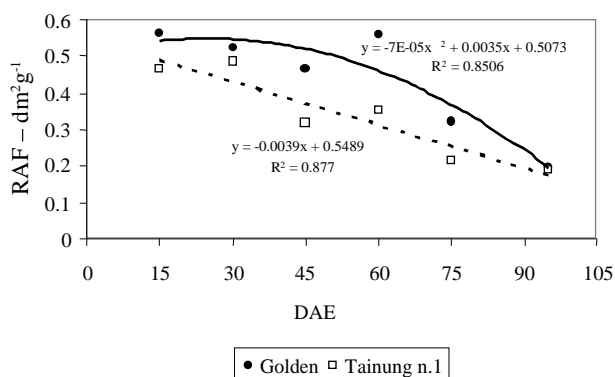


FIGURA 4 – Razão da área foliar (RAF - dm²g⁻¹) de plantas de mamoeiro cultivar Golden e do híbrido Tainung N°1, durante a fase inicial de crescimento (dias após a emergência - DAE) em casa de vegetação.

Este índice declina para os dois materiais estudados à medida que a planta cresce, pois com o crescimento, aumenta a interferência das folhas superiores nas folhas inferiores (autosombreamento), fazendo com que a área foliar útil diminua. Fato esse que também foi observado em plantas de soja, sorgo e amendoim por Benincasa (2003), Brandelero (2001), Gonçalves (2004) e Peixoto (1998), respectivamente.

Nota-se que a cultivar Golden apresentou valores superiores ao híbrido Tainung, em todo o período do experimento, desde os 15 DAE (0,5659 dm² g⁻¹ contra 0,4687 dm² g⁻¹) aos 95 DAE (0,1965 dm² g⁻¹ contra 0,1882 dm² g⁻¹) indicando que a cultivar, por apresentar menor porte (menor área foliar), deve apresentar menor sombreamento mútuo, com maior área foliar útil, refletindo-se em maior fotossíntese líquida. Entre os 45 e 60 DAE, período em que a muda do mamoeiro poderá ser levada ao campo, a cultivar apresenta valores em torno de 65%, superior ao híbrido.

A razão de área foliar pode ser desmembrada em dois componentes: área foliar específica (AFE) e razão de massa de folha (RMF). A AFE é o componente anatômico (morfológico) enquanto a RMF (massa seca da folha/massa seca da planta) é, basicamente, fisiológico (BENINCASA, 2003). Considerando a natureza deste trabalho, na Figura 5, apresenta-se a razão de massa de folha de plantas de mamoeiro cultivar Golden e do híbrido Tainung N°1, durante a fase inicial de crescimento (dias após a emergência - DAE) em casa de vegetação.

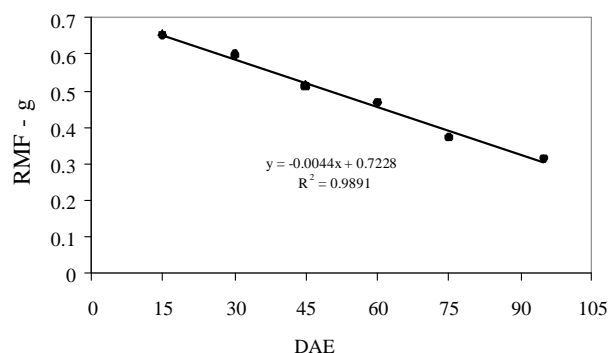


FIGURA 5 – Razão de massa de folha (RMF - g) de plantas de mamoeiro cultivar Golden e do híbrido Tainung N°1, durante a fase inicial de crescimento (dias após a emergência - DAE) em casa de vegetação.

Percebe-se que, como ocorreu na razão de área foliar, há um decréscimo contínuo, mas linear, ao longo do tempo. Contudo, verifica-se que não houve interação significativa para os dois materiais. Considerando que as folhas são o centro de produção de matéria seca através da fotossíntese e, que o restante da planta depende da exportação dessa fitomassa, a RMF expressa a fração de massa seca não exportada. Verifica-se ainda que, na medida em que a planta cresce, menor é a fração de material retido na folha, ou seja, a exportação é maior. Isso pode ser evidenciado

quando se compara o valor de RMF desde os 15 DAE (0,1157 g), aos 45 DAE (0,0899 g), período de formação da muda e aos 95 DAE (0,0613 g), período final do experimento, com redução de aproximadamente 50% do valor inicial.

CONCLUSÕES

Os índices fisiológicos TCA, TCR, TAL e RAF são eficientes para identificar diferenças no crescimento inicial de plantas de mamoeiro (mudas), da cultivar Golden e do híbrido Tainung N°1 em casa de vegetação, podendo indicar através da RAF, a variedade como material mais promissor para a obtenção de maior rendimento, uma vez que é 65% superior ao híbrido, no acúmulo de matéria seca (fotossíntese líquida).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, O. A. **Informações meteorológicas do CNP: mandioca e fruticultura tropical**. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1999. 35 p. (Documentos, 34).
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42 p.
- BLACKMAN, V. H. The compound interest law and plant growth. *Annals of Botany*, Essex, v. 33, p. 353-360, 1919.
- BRANDELERO, E. M. **Índices fisiológicos e rendimento de cultivares de soja no município de Cruz das Almas – BA**. 2001. 63 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2001.
- CAMARGO, A. C. de. **Efeitos do ácido giberélico no crescimento invernal de dois cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.), sob condições de casa de vegetação**. 1992. 180 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Rio Claro, 1992.
- DANTAS, J. L. L.; DANTAS, A. C. V. L.; LIMA, J. F. de. Mamoeiro. In: BRUCKNER, C. H. **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa: UFV, 2002. p. 309-349.
- ELIAS, C. O.; CAUSTON, D. R. Studies on data variability and the use of polynomials to describe plant growth. *New Phytologist*, Amsterdam, n. 77, p. 421-430, 1976.
- GONÇALVES, J. A. **Arranjo espacial no crescimento e rendimento de amendoim em duas épocas de semeadura no Recôncavo Baiano**. 2004. 91 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2004.
- HUNT, R. **Plant growth curves: the functional approach to plant growth analysis**. London: E. Arnold, 1982. p. 248.
- MACHADO, E. C. et al. Análise quantitativa de crescimento de quatro variedades de milho em três densidades de plantio, através de funções matemáticas ajustadas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 17, n. 6, p. 825-833, jun. 1982.
- PEIXOTO, C. P. **Análise de crescimento e rendimento de três cultivares de soja em três épocas de semeadura e três densidades de plantas**. 1998. 151 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.
- PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de vegetais**. Campinas: Instituto Agronômico, 1987. 33 p. (Boletim técnico, 114).
- REIS, G. G.; MULLER, M. W. **Análise de crescimento de plantas mensuração do crescimento**. Belém: CPATU, 1979. 37 p.
- TRINDADE, A. V.; OLIVEIRA, J. R. P. Propagação e plantio. In: SANCHES, N. F.; DANTAS, J. L. L. (Coords.). **O cultivo do mamão**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999. p. 17-26.