

APLICAÇÃO DE ETHEPHON EM PLANTAS DE ABOBRINHA (*Curcubita pepo* var. *melopepo*) CULTIVADAS EM CASA DE VEGETAÇÃO

RICARDO NEIVA IOZI¹
JOÃO DOMINGOS RODRIGUES²
ELIZABETH ORIKA ONO³
RUMY GOTO⁴

IOZI, R. N.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O.; GOTO, R. Aplicação de Ethepon em plantas de abobrinha (*Curcubita pepo* var. *melopepo*) cultivadas em casa de vegetação. *Semina: Ci. Agrárias*, Londrina, v. 21, n. 1, p. 53-59, mar. 2000.

RESUMO: O trabalho objetivou estudar o efeito do ethephon sobre o crescimento de plantas de abobrinha sob condições de ambiente protegido. As aplicações de ethephon a 200 e 400 mg.L⁻¹ foram realizadas nos estádios de 2ª e 4ª folha verdadeira, sendo a primeira aos 22 DAS (dias após a semeadura) e a segunda aos 30 DAS. O crescimento das plantas foi avaliado através dos seguintes parâmetros: razão de área foliar (cm².g⁻¹) – RAF; área foliar específica (cm².g⁻¹) – AFE; razão de massa foliar (g.g⁻¹) – RMF; taxa de crescimento relativo (g.g⁻¹.dia⁻¹) – TCR e taxa assimilatória líquida (g.cm⁻².dia⁻¹) – TAL. A RAF aumentou da 1ª para a 2ª coleta para diminuir logo em seguida, sendo que o tratamento com ethephon 400 mg.L⁻¹, aplicado no estádio de 4ª folha verdadeira, apresentou diferença aos 57 DAS. As curvas de AFE são crescentes no início do desenvolvimento, apresentando diminuição ao longo do ciclo. Quanto a RMF, todos os tratamentos apresentaram comportamento semelhante, não evidenciando efeito da aplicação de ethephon. Ethepon 200 mg.L⁻¹, aplicado no estádio de 4ª folha verdadeira, apresentou valores constantes de TCR. Todos os tratamentos apresentaram pelo menos dois picos de valores de TAL e com exceção da testemunha, apontaram dados decrescentes no último intervalo.

PALAVRAS-CHAVE: Reguladores vegetais, análise de crescimento, produção, número de flores.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento agrícola é preocupação constante em todo o mundo, tanto pela necessidade do aumento da produção de alimentos, como pela manutenção dos mais variados setores da economia envolvidos no processo produtivo e de conservação.

As hortaliças representam um componente essencial da alimentação humana, sendo consideradas o grupo de maior número de espécies cultivadas, exploradas nos mais diversos ambientes e, devido às suas características de alta produtividade, alto valor nutritivo, exigência em nutrientes, alto teor de água, exigência na tecnologia de produção, manejo e mão-de-obra, apresentam grande importância sócio econômica no contexto nacional.

O crescimento é avaliado através de variações em tamanho de algum aspecto da planta, em função da acumulação de material resultante da fotossíntese líquida (Benincasa, 1988).

Segundo Pereira & Machado (1987), a comunidade vegetal é dinâmica, sofre variações constantes, tanto no número, como no tamanho, forma, estrutura e composição química dos indivíduos. A análise quantitativa de crescimento seria o primeiro passo na análise da produção vegetal, requerendo informações referentes à quantidade de material contido na planta toda e o tamanho do aparelho fotossintetizante, durante o ciclo de vida do vegetal.

A análise de crescimento de plantas tem sido usada para avaliar o crescimento, seja de ordem genética ou em relação às modificações ambientais e condições de cultivo, a que as mesmas estão sujeitas. Segundo Benincasa

¹ Pós-Graduação em Agronomia – Horticultura, Faculdade de Ciências Agrônomicas – Campus de Botucatu – Universidade Estadual Paulista – UNESP.

² Prof. Titular, Departamento de Botânica - Instituto de Biociências – Campus de Botucatu - Universidade Estadual Paulista – UNESP, C.P. 510, CEP 18618-000, Botucatu, SP.

³ Profª Drª, Departamento de Botânica, Instituto de Biociências – Campus de Botucatu – Universidade Estadual Paulista – UNESP, C.P. 510, CEP 18618-000, Botucatu, SP. e-mail: eono@ibb.unesp.br

⁴ Profª Drª, Departamento de Horticultura, Faculdade de Ciências Agrônomicas – Campus de Botucatu – Universidade Estadual Paulista – UNESP, C.P. 237, CEP 18603-970, Botucatu, SP.

(1988), a análise de crescimento é um meio acessível e preciso para avaliar o crescimento e inferir a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetal. Para Magalhães (1982), este é um método que descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, entre duas amostragens sucessivas e se propõe a acompanhar a dinâmica da produção fotossintética avaliada através do acúmulo de matéria seca.

A cultura da abobrinha é adaptada ao cultivo em baixas temperaturas mas com baixa produção devido a diminuição dos agentes polinizadores, na época do inverno, fato agravado quando o cultivo é realizado em ambiente protegido.

Há numerosos relatos mostrando que a aplicação exógena de reguladores vegetais podem modificar o sexo das flores, sugerindo que estas substâncias servem como intermediário genético e ambiental no controle da expressão sexual (Chailakyan & Khrianin, 1987). Tem sido demonstrado que a auxina induz a síntese de etileno e este é o responsável pela mudança da expressão do sexo, promovendo a produção de flores femininas (Abeles et al., 1992). Segundo Hopkins (1999), altos níveis de etileno na parte aérea inibem o alongamento e promovem o enrolamento das folhas, epinastia.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de ethephon, utilizado na indução da formação de flores femininas, nos parâmetros da análise de crescimento de plantas de abobrinha (*Cucurbita pepo* var. *melopepo*), em condições de ambiente protegido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em condições de ambiente protegido no Departamento de Horticultura, da Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP/Botucatu, SP.

A semeadura da abobrinha (*Cucurbita pepo* var. *melopepo* híbrido Novita) foi realizada em bandejas de isopor contendo vermiculita e o transplante das plântulas mais vigorosas, para o local definitivo, foi realizado 14 dias depois. O espaçamento utilizado foi de 1,0 metro entre linhas e 1,0 metro entre plantas, fazendo-se uso de irrigação tipo gotejo. O solo do local da instalação do experimento foi classificado como Latossolo Vermelho Escuro, textura média (Lepsch & Oliveira, 1987), sendo adubado conforme as recomendações para a cultura através da análise do solo do local do experimento.

A aplicação de ethephon a 200 e 400 mg.L⁻¹ foi realizada em dois estádios de desenvolvimento da planta, 2ª e 4ª folha verdadeira, utilizando-se pulverizador manual com capacidade de 5 litros. À solução de ethephon foi adicionado 0,05% de espalhante adesivo não iônico de nome comercial Extravon, contendo 25% de alquil-fenol-poliglicoléter. O ethephon, foi utilizado na forma do produto comercial Ethrel contendo 240 g.L⁻¹ de ethephon. A primeira aplicação de ethephon foi realizada aos 22 DAS (dias após a semeadura) e a segunda aos 30 DAS. As plantas foram pulverizadas individualmente, sendo que em cada uma foi pulverizada aproximadamente 14 ml de solução, volume conseguido através de 4 segundos de pulverização.

Para o cálculo desses parâmetros fisiológicos da análise de crescimento, além dos dados de área foliar, utilizaram também os dados de matéria seca, que foi determinada através de secagem do material vegetal, em estufa com circulação forçada de ar, a 60–70°C, até este material atingir massa constante. A área foliar foi obtida utilizando-se o medidor de área foliar Automatic Area Meter, modelo AAM-8, Hayashi Denkoh Co., Tokyo, Japan. A primeira coleta foi realizada com 29 DAS e as demais a intervalos semanais, num total de 8 coletas, ou seja, aos 36 (segunda coleta), 43 (terceira coleta), 50 (quarta coleta), 57 (quinta coleta), 64 (sexta coleta), 71 (sétima coleta) e 78 DAS (oitava coleta).

O crescimento das plantas tratadas com Ethephon foi avaliado através do cálculo dos seguintes parâmetros:

- Razão de área foliar (RAF – cm².g⁻¹) que representa a medida da dimensão relativa do aparelho assimilador, servindo como parâmetro apropriado para as avaliações dos efeitos genotípicos, climáticos e do manejo de comunidades vegetais (Rodrigues 1982). Esta expressão é definida como o quociente entre a área foliar e a matéria seca da planta;
- Área foliar específica (AFE - cm².g⁻¹), cujo inverso reflete a espessura da folha, sendo o componente morfológico e anatômico da RAF, relacionando a superfície com a massa da matéria seca da própria folha (Benincasa 1988). O cálculo da AFE, segundo Magalhães (1982), foi definido como a razão entre a área foliar e a matéria seca das mesmas;
- Razão de massa foliar (RMF – g.g⁻¹), definida como a relação entre a matéria seca de folha e matéria seca da planta;
- Taxa de crescimento relativo (TCR – g.g⁻¹.dia⁻¹), reflete o aumento da matéria seca de uma planta ou de qualquer órgão dessa num intervalo

de tempo (intervalo I entre a primeira e a segunda coletas, intervalo II entre a segunda e a terceira coletas, intervalo III entre a terceira e a quarta coletas, intervalo IV entre a quarta e a quinta coletas, intervalo V entre a quinta e a sexta coletas, intervalo VI entre a sexta e a sétima coletas e intervalo VII entre a sétima e oitava coletas). É função do tamanho inicial, ou seja, de material pré-existente;

- Taxa assimilatória líquida (TAL – $\text{g.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$), reflete a eficiência do sistema assimilador envolvido na produção de matéria seca, estimando a fotossíntese líquida nos intervalos de tempo I, II, III, IV, V, VI e VII.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial $2 \times 2 + 1$ (testemunha), de acordo com Mischan & Pinho (1996), utilizando-se duas doses de Ethephon e dois estádios de aplicação. Portanto, foram 5 tratamentos (testemunha, ethephon 200 mg.L^{-1} – 2ª folha verdadeira, ethephon 400 mg.L^{-1} – 2ª folha verdadeira, ethephon 200 mg.L^{-1} – 4ª folha verdadeira, ethephon 400 mg.L^{-1} – 4ª folha verdadeira), 3 blocos e 4 plantas úteis por parcela.

Segundo Banzatto & Kronka (1989), os parâmetros fisiológicos por serem calculados, não se pode afirmar que essas variáveis obedeçam as pressuposições básicas para a realização da análise de variância. Dessa forma, esses resultados foram discutidos com base na análise da representação gráfica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como sugerido por Calbo *et al.* (1989), não foi realizado ajuste das curvas calculadas para não provocar equívocos de interpretação do comportamento destas, o que foi adotado para todos os índices fisiológicos calculados.

Rodrigues (1982) afirma ser a RAF um bom parâmetro para avaliações de efeitos genotípicos, climáticos e de manejo de comunidades vegetais, representando a dimensão relativa do aparelho fotossintético. Segundo Benincasa (1988), a RAF expressa a área foliar útil para realização da fotossíntese.

Através da observação da Figura 1, nota-se que a RAF aumentou da 1ª para a 2ª coleta para diminuir logo em seguida. Apenas o tratamento com ethephon a 400 mg.L^{-1} aplicado no estádio de 4ª folha verdadeira apresentou grande diferença da RAF aos 57 DAS, mas os demais tratamentos tiveram o mesmo comportamento. Segundo Machado *et al.* (1982), o aumento da RAF no início do ciclo da cultura de milho deve-se à maior parte do material fotoassimilado ter sido convertido em folhas para melhorar a captação da radiação solar, o que ajudaria no entendimento do aumento da RAF da primeira para a segunda coleta, neste experimento.

Os valores da RAF foram mais baixos para os tratamentos na 4ª folha verdadeira aos 36 DAS, não porque apresentaram área foliar inferior aos

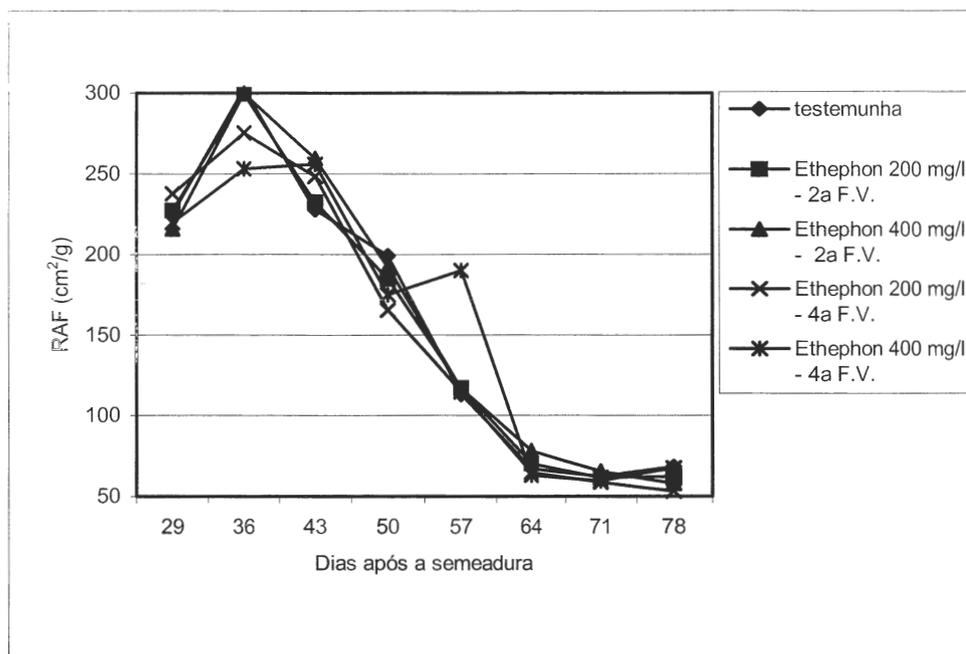


Figura 1 – Razão de área foliar de plantas de abobrinha (*Cucurbita pepo* var. *meloepo*), tratadas com Ethephon nos estádios de 2ª. e 4ª. folha verdadeira (F.V.).

respectivos tratamentos na 2ª folha verdadeira, mas porque a massa seca total destes foi maior, mostrando claramente o efeito do ethephon neste ponto de coleta.

Desta forma, a tendência geral é a diminuição da RAF durante o desenvolvimento da planta de abobrinha em todos os tratamentos, concordando com àqueles obtidos por Rodrigues (1990), com estilosantes, Ferreira (1996), com milho, Aguiar Netto (1997), com batata e Macedo Júnior (1998), com pepino.

A área foliar específica (AFE) é considerada componente morfológico da RAF, de acordo com Benincasa (1988), correlacionando a superfície com a massa seca da própria folha.

Segundo Radford (1967), a AFE permite verificar o acúmulo de fotoassimilados nas folhas, representando diferenças no espessamento foliar, refletido pelo inverso de seu valor (Rodrigues 1990).

De maneira geral as curvas da AFE são crescentes no início do desenvolvimento da cultura, apresentando diminuição de valores, ao longo do ciclo e, finalmente, tendem à constância nas últimas coletas (Figura 2), como sugerido por Rodrigues (1990), Ferreira (1996) e Aguiar Netto (1997).

Em relação a segunda coleta, 36 DAS, a testemunha apresentou maior valor da AFE seguidos por ethephon 200 e 400 mg.L⁻¹ aplicados

no estágio de 2ª folha verdadeira, ethephon 200 e 400 mg.L⁻¹ no estágio de 4ª folha verdadeira. Pode-se verificar que o tratamento das plantas de abobrinha com ethephon 400 mg.L⁻¹ aplicados no estágio de 2ª folha verdadeira da 1ª a última coleta apresentou os menores valores da AFE. Esse fato pode sugerir que as folhas dessas plantas tiveram maior acúmulo de matéria seca, apresentando folhas mais espessas.

Para Macedo Júnior (1998), a razão de massa foliar reflete a relação do aparelho fotossintetizante em relação à fitomassa vegetal total. Segundo Aguiar Netto (1997), o comportamento da RMF deve apresentar valores elevados no início do desenvolvimento da cultura, para decrescer a medida que os fotoassimilados são translocados das folhas para outros órgãos, como observado neste experimento (Figura 3). Pode-se observar pela Figura 3, que todos os tratamentos apresentaram comportamento semelhante, não evidenciando efeito da aplicação de ethephon neste parâmetro. Considerando-se que os fotoassimilados são distribuídos pela planta, logo os valores da RMF decrescem com o crescimento da cultura. Pode-se observar semelhança de comportamento das curvas da TCR (Figura 4) e as curvas de TAL (Figura 5), o que também foi observado por Macedo Júnior (1998) trabalhando com pepino, cultura com ciclo de desenvolvimento semelhante a da abobrinha.

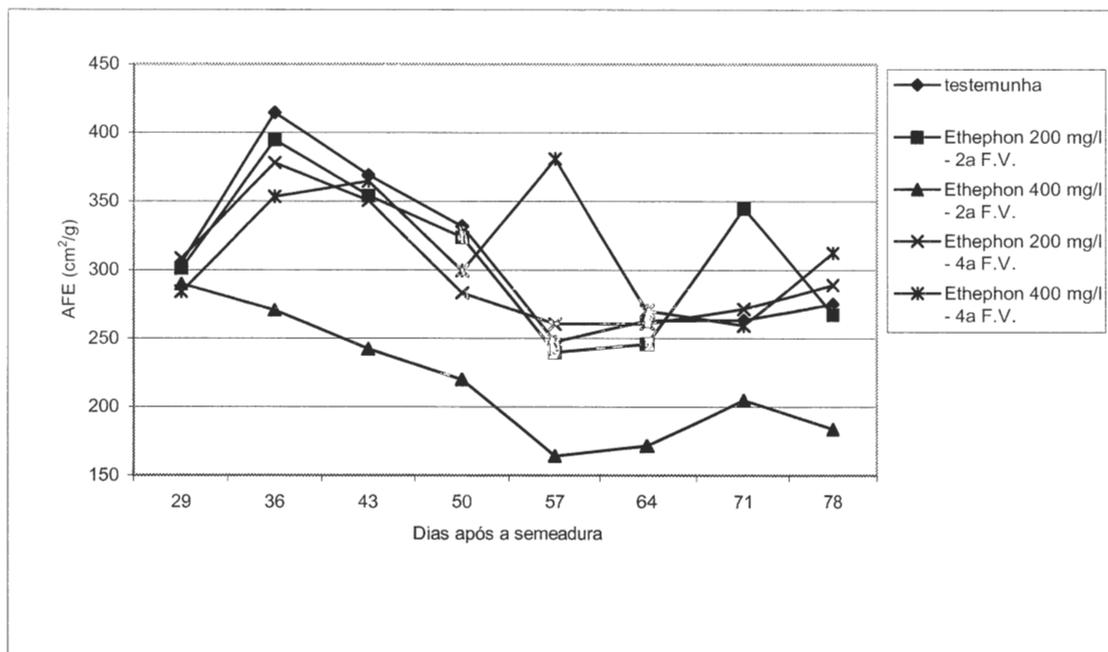


Figura 2 – Área foliar específica de plantas de abobrinha (*Cucurbita pepo* var. *meloepo*), tratadas com Ethephon nos estádios de 2ª. e 4ª. folha verdadeira (F.V.).

De acordo com Benincasa (1988), a TCR expressa o aumento da matéria seca num determinado intervalo de tempo, e para Briggs *et al.* (1920), um índice de eficiência que representa a capacidade da planta de produzir material novo.

Rodrigues (1990) trabalhando com estilosantes, Bastos (1994) com alface e Aguiar Netto (1997) com batata relatam altos índices de TCR no início do crescimento da cultura com a diminuição nos

intervalos subseqüentes e chegando a valores negativos no final do ciclo.

As curvas obtidas para o experimento em questão apresentaram comportamento semelhante às observadas por Macedo Júnior (1998) que, trabalhando com pepino encontrou curvas com altos picos de TCR ao longo do tempo analisado, e com valores finais menores aos iniciais. O mesmo autor sugeriu a ocorrência de tal fato em função da contínua

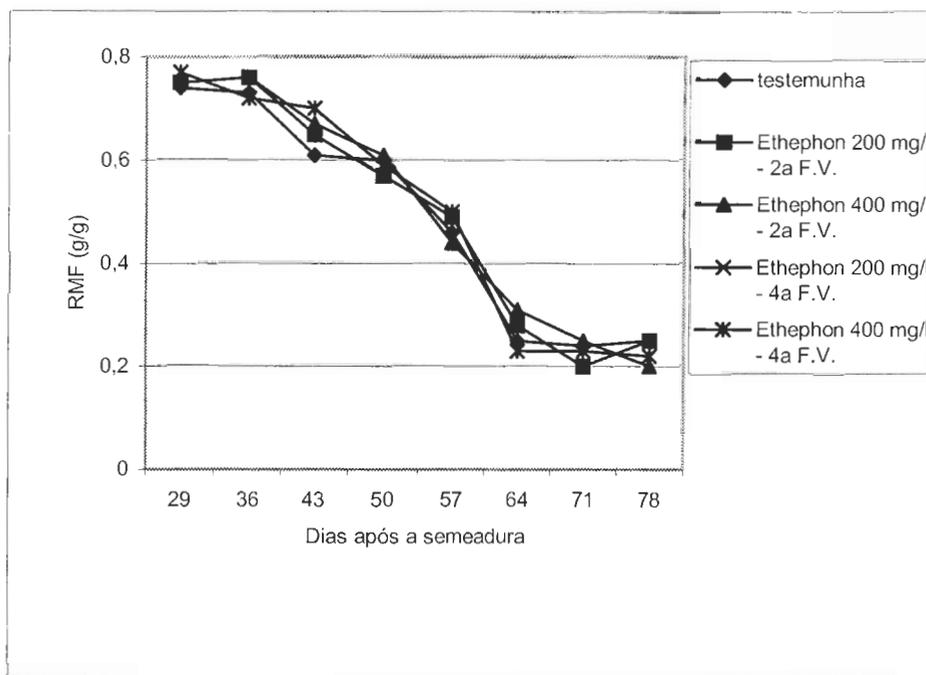


Figura 3 – Razão de massa foliar de plantas de abobrinha (*Cucurbita pepo* var. *meloepo*), tratadas com Ethepon nos estádios de 2ª. e 4ª. folha verdadeira (F.V.).

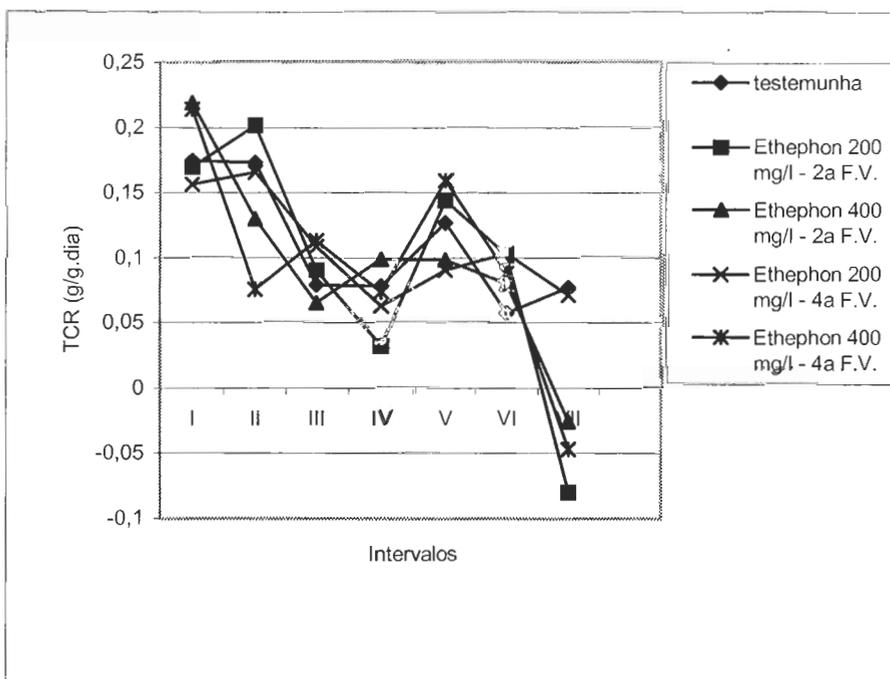


Figura 4 – Taxa de crescimento relativo de plantas de abobrinha (*Cucurbita pepo* var. *meloepo*), tratadas com Ethepon nos estádios de 2ª. e 4ª. Folha verdadeira (F.V.).

colheita de frutos e, portanto, períodos de alternância em produção de matéria seca, além da estabilidade da altura de plantas, o que não foi encontrado neste experimento.

O tratamento com ethephon 200 mg.L⁻¹ aplicado no estágio de 4^a folha verdadeira, ao longo do experimento apresentou valores constantes de TCR, chegando a alcançar índices maiores que a testemunha, não encontrando-se em senescência na última coleta aos 78 DAS. Dessa forma, é coerente que tenha apresentado TCR superior aos demais tratamentos no último intervalo de coleta.

Segundo Benincasa (1988), a TAL expressa a fotossíntese líquida, em termos de massa seca produzida pela área foliar, em uma unidade de tempo.

Todos os tratamentos apresentaram pelo menos dois picos de valores calculados de TAL, com exceção da testemunha. Os tratamentos apontaram dados decrescentes no último intervalo, mostrando diminuição no processo fotossintético ao final do experimento.

Rodrigues (1990) e Rodrigues (1982) observaram diminuição da TAL a medida que as coletas avançavam, discordando, portanto, dos dados obtidos neste experimento.

De acordo com Briggs *et al.* (1920), a TCR evidencia a eficiência das plantas em converter a massa seca, sendo um bom parâmetro para análise do crescimento vegetal e portanto, pode ser correlacionada com a TAL. De fato, as Figuras 4 e 5, TCR e TAL mostraram comportamento bastante semelhantes.

Bastos (1994) afirmou que valores altos de TAL indicam picos de eficiência da cultura na conversão de massa seca para produção de novos materiais. O tratamento com ethephon 400 mg.L⁻¹ aplicados no estágio de 2^a folha verdadeira, mostrou curva com picos da TAL abaixo dos demais tratamentos, indicando a alta atuação do ethephon em plantas mais jovens e com doses mais altas. O tratamento com ethephon 200 mg.L⁻¹ aplicado no estágio de 4^a folha verdadeira ocasionou curva praticamente crescente até o sexto intervalo, para declinar no último intervalo.

Segundo Watson (1952), as divergências ocorrentes neste índice fisiológico podem ser justificadas por influências climáticas, forma de condução do experimento e variações intra-específicas da TAL.

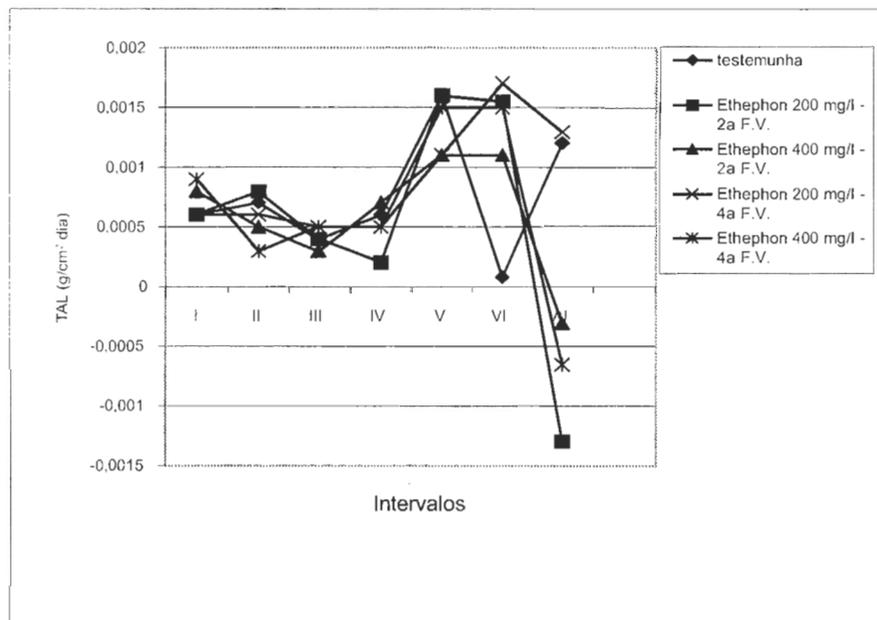


Figura 5 – Taxa assimilatória líquida de plantas de abobrinha (*Cucurbita pepo* var. *meloepo*), tratadas com Ethephon nos estádios de 2^a e 4^a folha verdadeira (F.V.).

ABSTRACT: The aim of this work was to study the effect of Ethephon on the growth of squash plants, under conditions of protected environment. The application of Ethephon at 200 and 400 mg L⁻¹, was carried out in two stages of development, 2nd and 4th true leaf. The growth of the plants was evaluated with the following parameters of the growth analysis: Leaf Area Ratio (g.g⁻¹) – LAR; Specific Leaf Area (cm².g⁻¹) – SLA; Leaf Mass Ratio (g.g⁻¹) – LMR; Relative Growth Rate (g.g⁻¹.day⁻¹) – RGR and Net Assimilation Rate (g.cm⁻².day⁻¹) – NAR. The LAR increased from the first to the second collect to decreased soon after that, being that the Ethephon 400 mg.L⁻¹ applied in the stage of 4th true leaf presented difference to the 57 DAS (days after seeding). The SLA curves are increasing in the beginning of the development, presenting reduction through the long of the cycle. How much the LMR all the treatments had presented similar behaviour, not evidencing effect of Ethephon application. Ethephon 200 mg.L⁻¹ applied in the stage of 4th true leaf presented constant values of RGR. All the treatments had presented at least two peaks of NAR values and except for control, showed decreasing results in the last interval.

KEY WORDS: *Cucurbita pepo*, ethephon, plant growth analysis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELES, F.B., MORGAN, P.W., SALTVERT JR, M.E. *Ethylene in plant biology*. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1992. 414p.
- AGUIAR NETTO, A. O. *Crescimento e produtividade da cultura da batata (Solanum tuberosum sp. tuberosum, cultivar Aracy, submetida a diferentes lâminas de irrigação*. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, 1997.
- BANZATTO, D.A., KRONKA, S.N. *Experimentação agrícola*. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 247p.
- BASTOS, E.A. *Determinação dos coeficientes de cultura da alface (Lactuca sativa L.)*. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, 1994.
- BENINCASA, M.M.P. *Análise de crescimento de plantas: noções básica*. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42p.
- BRIGGS, G.E., KIDD, F., WEST, C. A quantitative analysis of plant growth. Part II. *Ann. Appl. Biol.*, v.7, n.2/3, p.202-223, 1920.
- CALBO, A.G., SILVA, W.L.C., TORRES, A. C. Comparação de modelos e estratégias para análise de crescimento. *Rev. Bras. Fisiol. Vegetal*, v.1, n.1, p.1-7, 1989.
- CHAILAKYAN, M.K., KHRIANIN, V.N. *Sexuality in plants and its hormonal regulation*. Heidelberg: Springer-Verlag, 1987.
- FERREIRA, E. *Ajustamento osmótico e análise de crescimento em plantas de milho (Zea mays L.), em função do nível de potássio e estresse hídrico*. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, 1996.
- HOPKINS, W.G. *Introduction to plant physiology*. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1999. 512p.
- LEPSCH, I.F., OLIVEIRA, J.B. *Explicações sumárias sobre a nova nomenclatura das legendas de mapas pedológicos de São Paulo*. Campinas: Instituto Agronômico, 1987. 36p. (Bol. n.117).
- MACEDO JUNIOR, E.K. *Crescimento e produtividade de pepino (Cucumis sativus L.) enxertado e não enxertado, submetido à adubação convencional em cobertura e fertirrigação, em cultivo protegido*. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, 1998.
- MACHADO, E.C., PEREIRA, A.C., FAHL, J.I., ARRUDA, H.V., SILVA, W.J., TEIXEIRA, J.P.F. Análise quantitativa de crescimento de quatro variedades de milho em três densidades de plantio, através de funções matemáticas ajustadas. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.17, p.825-33, 1982.
- MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa de crescimento. In: FERRI, M.G. (Coord.). *Fisiologia vegetal*. São Paulo: EDUSP/USP, 1982. p.333-350.
- MISCHAN, M.M., PINHO, S.Z. *Experimentação agrícola: dados não balanceados*. Botucatu: Fundação da Biologia, Botucatu, 1996.
- PEREIRA, A.R., MACHADO, E.C. Análise quantitativa de comunidades vegetais. *Bol. Tec. Inst. Agro.*, n.144, p.1-33, 1987.
- RADFORD, P. J. Growth analysis formulae – their use and abuse. *Crop.Sci.*, v.7, n.3, p.171-175, 1967.
- RODRIGUES, J.D. *Influência de diferentes níveis de cálcio, sobre o desenvolvimento de plantas de estilosantes (Stylosantes guyanensis (Aubl.) Sw. cv Cook, em cultivo hidropônico*. Tese (Livre Docência) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, 1990.
- RODRIGUES, S. D. *Análise de crescimento de plantas de soja (Glycine max (L.) Merrill) submetidas à carências nutricionais*. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, 1982.
- WATSON, D.J. The physiological basis of variation in yield. *Adv. Agron.*, n.4, p.101-145, 1952.