

# ESTIMATIVA DA TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVO DA PUPUNHEIRA (BACTRIS GASIPAES HBK) A PARTIR DE PARÂMETROS CLIMÁTICOS

RONALDO ANTONIO DOS SANTOS<sup>1</sup>; FERNANDO BRAZ TANGERINO HERNANDEZ<sup>2</sup>;  
WALTER VERIANO VALÉRIO FILHO<sup>3</sup>

Escrito para apresentação no  
XXXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
02 a 06 de Agosto de 2004 - São Pedro - SP

**RESUMO:** O emprego de modelos matemáticos, como os que relacionam a taxa de crescimento relativo (TCR) e os fatores climáticos, pode fornecer subsídios importantes para interpretação das respostas das plantas ao meio e ao manejo que foram submetidas. Desta forma, este trabalho teve como objetivo realizar um estudo de regressão para estimar a TCR de pupunheiras a partir de parâmetros climáticos. Para tanto, foram realizadas medições mensais de altura e perímetro de perfilhos durante 22 meses. As variações climáticas foram registradas por um datalogger CR-23 (Campbell) e sensores. Este trabalho permitiu gerar as equações  $TCRPER = -0,000019.PARMAX + 0,00000176.PARTOT - 0,00439616$  ( $R^2$  0,48), sendo TCRPER a TCR com base no perímetro (m.m-1.dia-1), PARMAX a radiação fotossinteticamente ativa máxima (mmoles.m-2) e PARTOT a radiação fotossinteticamente ativa total (mmoles.m-2) e  $TCRALT = -0,00039955.RGMIN + 0,0010860.RLMED - 0,00025159.RLMAX + 0,00001928.PARMED + 0,00018802.URMIN - 0,0132171$  ( $R^2$  0,84), sendo TCRALT a TCR com base na altura (m.m-1.dia-1), RGMIN a radiação global mínima (MJ.m-2.dia-1), RLMED a radiação líquida média (MJ.m-2.dia-1), RLMAX a radiação líquida máxima (MJ.m-2.dia-1), PARMED a radiação fotossinteticamente ativa média (mmoles.m-2) e URMIN a umidade relativa do ar mínima (%).

**PALAVRAS-CHAVE:** Pupunheira, Taxa de crescimento relativo, Parâmetros climáticos

## ESTIMATE OF THE TAX OF RELATIVE GROWTH OF THE PEJIBAYE (*Bactris gasipaes* HBK) FROM CLIMATIC PARAMETERS

**ABSTRACT:** The job of mathematical models, as the ones that relate the climatic tax of relative growth (TCR) and factors, can supply important subsidies interpretation of the answers of the plants to the way and to the handling that had been submitted. Of this form, this work had as objective to carry through a regression study esteem the TCR of pejibaye from climatic parameters. For in such a way, monthly measurements of height and perimeter of tiller during 22 months had been carried through. The climatic variations had been registered for datalogger CR-23 (Campbell) and sensors. This work allowed to generate equations  $TCRPER = -0,000019.PARMAX + 0,00000176.PARTOT - 0,00439616$  ( $R^2$  0,48), being TCRPER the TCR on the basis of the perimeter (m.m-1.dia-1), PARMAX the photosynthetically active radiation maximum (mmoles.m-2) and PARTOT the photosynthetically active radiation total (mmoles.m-2) and  $TCRALT = -0,00039955.RGMIN + 0,0010860.RLMED - 0,00025159.RLMAX + 0,00001928.PARMED + 0,00018802.URMIN - 0,0132171$  ( $R^2$  0,84), being TCRALT the TCR on the basis of the height (m.m-1.dia-1), RGMIN the minimum global radiation (MJ.m-2.dia-1), RLMED the average liquid radiation (MJ.m-2.dia-1), RLMAX the maximum liquid radiation (MJ.m-2.dia-1), PARMED the photosynthetically active radiation average (mmoles.m-2) and URMIN the relative humidity of minimum air (%).

**KEYWORDS:** Pejibaye, Tax of relative growth, Climatic parameters

**INTRODUÇÃO:** A análise do crescimento de uma espécie permite estudar a sua capacidade de adaptação às condições climáticas da região em que foi introduzida. De acordo com FELIPPE (1986), o crescimento pode ser analisado através de medidas de comprimento do organismo ou de órgãos desses organismos, sendo que a grande vantagem dessa unidade é que a planta é mantida viva, o que é

1- ENGENHEIRO AGRÔNOMO, MESTRANDO EM IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ QUEIROZ, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, PIRACICABA-SP, (19)34294217 - ramal: 269, santos.ra@zipmail.com.br

2- ENGENHEIRO AGRÔNOMO, PROFESSOR UNIVERSITÁRIO, FACULDADE DE ENGENHARIA, UNESP, ILHA SOLTEIRA-SP

3- BACHAREL EM ESTATÍSTICA, PROFESSOR UNIVERSITÁRIO, FACULDADE DE ENGENHARIA, UNESP, ILHA SOLTEIRA-SP

imprescindível em certo tipo de experiência em fisiologia, e também quando se trabalha com um pequeno número de plantas. RADFORD (1967) afirma ainda que a taxa de crescimento relativo (TCR) é o índice fisiológico mais apropriado para comparar efeitos de diferentes manejos agrônômicos, por ser relativo e não depender de pressuposições matemáticas. Segundo CLEMENT & BOVI (2003), em pupunheiras, a análise de crescimento é altamente recomendada, tanto para experimentos agrônômicos, como para critério de seleção. Mas MOTA (1987) lembra que as medidas meteorológicas também são necessárias aos experimentos agrônômicos e a menos que as variações climáticas sejam tomadas em considerações, é difícil interpretar os experimentos de campo sobre variedades, fertilizantes e outros fatores que se estudam nesses experimentos, realizados em uma série de anos, cada ano com características meteorológicas diferentes. Na interpretação desses experimentos torna-se necessário determinar os principais parâmetros do clima, a fim de se elucidar as relações entre estes e o rendimento. Por conseguinte, o emprego de modelos matemáticos, como os que relacionam a TCR e os fatores climáticos, pode fornecer subsídios importantes para interpretação das respostas das plantas ao meio e ao manejo que foram submetidas. Desta forma, este trabalho teve como objetivo realizar um estudo de regressão para estimar a TCR de pupunheiras a partir de parâmetros climáticos, durante o crescimento de perfilhos destinados à produção de palmito.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Este trabalho foi realizado entre os meses de fevereiro de 2002 e novembro de 2003, na Área Experimental de Agricultura Irrigada da Faculdade de Engenharia - UNESP - campus de Ilha Solteira, SP, com coordenadas geográficas 20°25min23seg de Latitude Sul e 51°21min13seg de Longitude Oeste e com altitude média de 335 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, definido como tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno, apresentando temperatura média anual de 24,5 °C, precipitação média anual de 1.232 mm e umidade relativa média anual de 64,8% (HERNANDEZ et al, 1995). O solo da área foi classificado como Podzólico Vermelho Escuro, eutrófico, textura arenosa, segundo o IPT, citado por CARVALHO & MELLO (1989). O experimento foi instalado em um pomar de pupunheiras adultas, implantado em novembro de 1994, no espaçamento de 2,0 x 1,0 metros, entre linhas e entre plantas, respectivamente. As plantas foram irrigadas diariamente por dois sistemas, um por gotejamento sub-superfície e outro por microaspersão, sendo a irrigação manejada de acordo com o método do Tanque Classe A. Para a realização deste trabalho, selecionou-se aleatoriamente 12 perfilhos com 0,18 m de altura, 6 na área onde a irrigação era realizada por microaspersão e 6 onde era por gotejamento sub-superfície. Mensalmente, durante 22 meses, foram coletados os dados de altura e perímetro dos perfilhos, de acordo com as recomendações de CLEMENT & BOVI (2000). A taxa de crescimento relativo foi determinada através da metodologia de análise de crescimento citada por MAGALHÃES (1985), que utiliza a equação matemática  $TCR = (\ln ALTF - \ln ALTI) / T$ , onde TCR é a taxa de crescimento relativo, em  $m \cdot m^{-1} \cdot dia^{-1}$ ,  $\ln$  é o logaritmo neperiano, ALTF é a altura da planta (ou perímetro) no mês em questão, em metro, ALTI é a altura da planta (ou perímetro) no mês anterior, em metro e T é o intervalo de tempo entre duas medições consecutivas, em dias. As variações climáticas foram registradas por um sistema de aquisição de dados, posicionado a 50 metros do local do experimento, composto por um datalogger CR-23 (Campbell) e sensores que registravam a temperatura, umidade relativa, radiação global, líquida e a fotossinteticamente ativa e a evaporação do Tanque Classe A, para estimativa da evapotranspiração de referência. A análise de regressões lineares múltiplas entre a variação da TCR dos perfilhos e dos parâmetros climáticos foi realizada através do método de Stepwise.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A variação na taxa de crescimento relativo (TCR), calculada com base na altura e perímetro de perfilhos irrigados por microaspersão (MAS) e gotejamento sub-superfície (GSS), ao longo de 22 meses, pode ser visualizada na Figura 1.

A TCR pode ser considerada um índice de eficiência, uma vez que representa a capacidade da planta em produzir material novo, o que é visualizado pelo incremento em altura (ou perímetro) de um perfilho por altura (ou perímetro) já existente, em um determinado intervalo de tempo e observando a Figura 1, nota-se que este índice variou muito durante o período de realização deste trabalho. De maneira geral, durante os 22 meses de avaliação, o aumento na TCR calculada com base na altura não ocorreu simultaneamente à calculada com base no perímetro, implicando em uma alternância entre o crescimento em altura e perímetro (Figura 1). Verifica-se nesta figura que o maior crescimento das

plantas, representado pela TCR, ocorreu no primeiro mês de avaliação, sendo que nos meses seguintes houve uma grande variação neste índice, sugerindo que os perfilhos de pupunheiras destinados à produção de palmito apresentam um crescimento em fluxos variáveis durante o desenvolvimento, o que pode ter sido influenciado pelo clima. Na Figura 2 encontra-se a variação dos parâmetros climáticos que, dentre os monitorados, permitiram gerar os melhores modelos matemáticos.

DIOTTO et al. (2001), estudando a taxa de crescimento de pupunheiras submetida a diferentes lâminas de irrigação e sua correlação com a variação climática anual, encontraram uma correlação exponencial entre a taxa de crescimento, calculada com base na altura e no diâmetro do estipe, e os parâmetros radiação solar e temperatura. Contudo, dentre os parâmetros climáticos monitorados no presente trabalho, a radiação global mínima de cada mês, a líquida máxima, média mensal, a fotossinteticamente ativa máxima, média, total mensal e a umidade relativa do ar mínima do mês variaram muito nas quatro estações do ano (Figura 2), assim como a TCR dos perfilhos, e foram os parâmetros climáticos que mais se ajustaram ao modelo matemático para a estimativa da TCR, resultando nas equações  $TCRPER = - 0,00001916 \cdot PARMAX + 0,00000176 \cdot PARTOT - 0,00439616$ , sendo TCRPER a taxa de crescimento relativo calculada com base no perímetro, em  $m.m^{-1}.dia^{-1}$ , PARMAX a radiação fotossinteticamente ativa máxima do mês, em  $mmoles.m^{-2}$  e PARTOT a radiação fotossinteticamente ativa total do mês, em  $mmoles.m^{-2}$  e  $TCRALT = - 0,00039955 \cdot RGMIN + 0,00108604 \cdot RLMED - 0,00025159 \cdot RLMAX + 0,00001928 \cdot PARMED + 0,00018802 \cdot URMIN - 0,0132171$ , sendo TCRALT a taxa de crescimento relativo calculada com base na altura, em  $m.m^{-1}.dia^{-1}$ , RGMIN a radiação global mínima do mês, em  $MJ.m^{-2}.dia^{-1}$ , RLMED a radiação líquida média do mês, em  $MJ.m^{-2}.dia^{-1}$ ; RLMAX a radiação líquida máxima do mês, em  $MJ.m^{-2}.dia^{-1}$ , PARMED a radiação fotossinteticamente ativa média do mês, em  $mmoles.m^{-2}$  e URMIN a umidade relativa do ar, em %. Deve-se ressaltar que, apesar destes parâmetros climáticos serem os que mais se ajustaram ao modelo matemático para estimativa da TCRPER, o  $R^2$  foi muito baixo, em torno de 0,48. Todavia, o que estima a TCRALT possui um  $R^2$  bem maior, sendo este de 0,84, o que permite a validação desta equação.

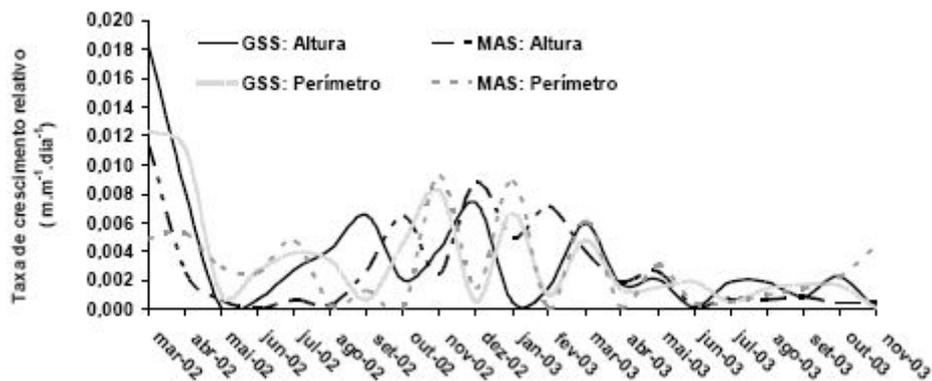


Figura 1: Taxa de crescimento relativo, calculada com base na altura e perímetro de perfilhos irrigados por microaspersão (MAS) e gotejamento sub-superfície (GSS)

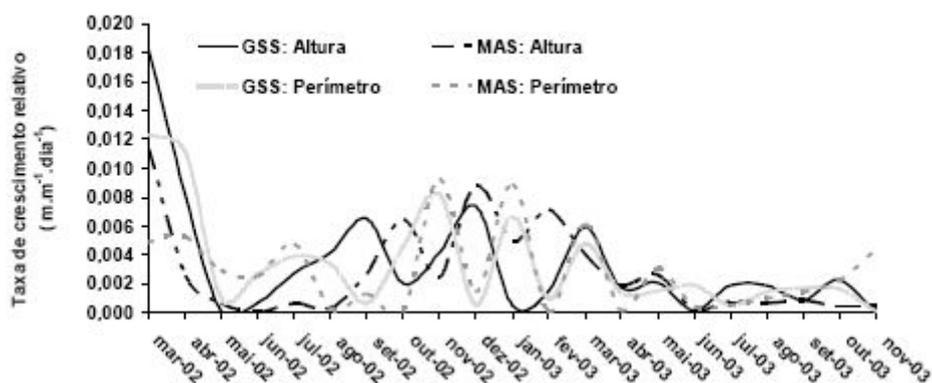


Figura 2: Variação da radiação líquida (RL) máxima, média, radiação global (RG) mínima, radiação fotossinteticamente ativa (PAR) máxima, média, total e umidade relativa do ar (UR) mínima entre fevereiro de 2002 e novembro de 2003

**CONCLUSÕES:** O estudo de regressão entre a variação da taxa de crescimento relativo dos perfis de pupunheiras e dos parâmetros climáticos permitiu gerar os modelos matemáticos  $TCRPER = -0,00001916 \cdot PARMAX + 0,00000176 \cdot PARTOT - 0,00439616$  ( $R^2 = 0,48$ ), sendo TCRPER a taxa de crescimento relativo calculada com base no perímetro, em  $m.m^{-1}.dia^{-1}$ , PARMAX a radiação fotossinteticamente ativa máxima do mês, em  $mmoles.m^{-2}$  e PARTOT a radiação fotossinteticamente ativa total do mês, em  $mmoles.m^{-2}$  e  $TCRALT = -0,00039955 \cdot RGMIN + 0,00108604 \cdot RLMED - 0,00025159 \cdot RLMAX + 0,00001928 \cdot PARMED + 0,00018802 \cdot URMIN - 0,0132171$  ( $R^2 = 0,84$ ), sendo TCRALT a taxa de crescimento relativo calculada com base na altura, em  $m.m^{-1}.dia^{-1}$ , RGMIN a radiação global mínima do mês, em  $MJ.m^{-2}.dia^{-1}$ , RLMED a radiação líquida média do mês, em  $MJ.m^{-2}.dia^{-1}$ , RLMAX a radiação líquida máxima do mês, em  $MJ.m^{-2}.dia^{-1}$ , PARMED a radiação fotossinteticamente ativa média mensal, em  $mmoles.m^{-2}$  e URMIN a umidade relativa do ar mínima do mês, em %.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- CARVALHO, M. P.; MELLO, L.M.M. Classificação da capacidade de uso da terra do antigo pomar da fazenda de ensino e pesquisa da faculdade de engenharia de Ilha Solteira - FEIS/UNESP. Ilha Solteira: UNESP/FEIS, 1989. 46p.
- CLEMENT, C.R.; BOVI, M.L.A. Padronização de medidas de crescimento e produção em experimento com pupunheiras para palmito. *Acta Amazônica*: 2000. v. 30(3), p. 349-362.
- DIOTTO, A.V.; RAMOS, A.; FOLEGATTI, M.V. Taxa de crescimento da pupunheira (*Bactris gasipaes* KUNTH) submetida à lâminas de irrigação e sua correlação com a variação climática anual. In: Simpósio Internacional de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo, 9, SIICUSP/Agropecuária - Engenharia Rural, 2001, Piracicaba, SP. Anais... Piracicaba: Esalq/USP, 2001.
- FELLIPE, G.M. Desenvolvimento. In: FERRI, M.G. (Coord.) *Fisiologia vegetal*. São Paulo: EPU; 1986. v.2, p. 1-37.
- HERNANDEZ, F.B.T.; LEMOS FILHO, M.A.F.; BUZETTI, S. Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira. Ilha Solteira: UNESP / FEIS / Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45p.
- MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M.G. (coord.) *Fisiologia vegetal*. São Paulo: EPU, 1985. v.1, p. 331-350.
- MOTA, F.S. Importância do tempo e do clima para a agricultura. In: \_\_\_\_\_. *Meteorologia agrícola*. 7. ed. São Paulo: Nobel, 1987. p. 43-48.
- RADFORD, P.J. Growth analysis formulae: their use and abuse. *Crop Science*, v.7, p.171-175, 1967.