



¹ Agrônoma, MSc. Estudante de Pós-graduação (Doutorado) em Meteorologia, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Av. Aprígio Veloso, 882, 58.109-970, Bodocongó, Campina Grande-PB

² Professor, PhD. Núcleo de Água e Solo, UFRB

³ Agrônomo. Estudante de Pós-graduação (Mestrado) em Meteorologia, UFCG

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo a estimativa da evapotranspiração real diária de uma área de bananeira irrigada, utilizando-se técnicas de sensoriamento remoto. A área localiza-se no Distrito de Irrigação de Formoso, município de Bom Jesus da Lapa, Região Oeste da BA. Foram utilizadas duas imagens TM – Landsat 5 referentes os dias 25 de março de 2007 e 15 de julho de 2007. O saldo de radiação (R_n) e os fluxos de calor sensível (H) e calor no solo (G) foram determinados por meio do algoritmo SEBAL, e o fluxo de calor latente (LE) e, conseqüentemente a evapotranspiração, foi obtido como resíduo da equação do balanço de energia. Os resultados médios da ET foram 7,2 e 6 mm dia⁻¹ para a bananeira nos dias 25 de março e 15 de julho, respectivamente

Palavras-chave: Sensoriamento remoto, demanda hídrica, banana.

DETERMINATION OF EVAPOTRANSPIRATION OVER IRRIGATED BANANA FIELDS USING SEBAL AND LANDSAT 5-TM IMAGES

ABSTRACT: This research aimed at estimating the evapotranspiration over a irrigated banana field using remote sensing techniques. The area is located in the west region of Bahia, on Bom Jesus da Lapa town. Two Landsat 5 TM images were used, from the days March 25 and July 15, both from 2007. The net radiation (R_n), the sensible heat (H) flux and the soil heat flux (G) were determined by the SEBAL routines while the latent heat flux (LE), and consequently the evapotranspiration, was obtained as a residual of the energy balance equation. The average ET results were 7.2 and 6.0 mm day⁻¹ for the banana field in the days March 25 and July 15, respectively.

Key-words: Remote sensing, water requirements, banana

INTRODUÇÃO

A aplicação de lâminas de irrigação que atenda as reais necessidades hídricas de culturas agrícolas irrigadas tem uma importância relevante tanto do ponto de vista ambiental como do

ponto de vista econômico. O manejo inadequado da irrigação, além de comprometer o rendimento das culturas podem promover danos ambientais muitas vezes irreversíveis.

O cenário mundial aponta para o aumento da demanda hídrica com redução da oferta de água potável. Visto que cerca de 70% da água consumida no mundo é destinada ao processo de produção agrícola e que especificamente no Brasil, cerca de 61% da água consumida é destinada a esse setor, a determinação da evapotranspiração das culturas (ET) funciona como uma ferramenta eficaz no gerenciamento dos recursos hídricos.

No caso de regiões semi-áridas, a demanda de água pela bananeira em seu primeiro ciclo inicia-se com 45% da evapotranspiração potencial nos primeiros 70 dias, elevando-se para 85% da evapotranspiração potencial aos 210 dias (fase de formação dos frutos) e atingindo um máximo de 110% da evapotranspiração potencial aos 300 dias (Cordeiro, 2008).

A ET pode ser determinada com bastante precisão através dos métodos clássicos micrometeorológicos (razão de Bowen e/ou correlações turbulentas), balanço de água no solo ou por lisímetros, a exemplo de Silva et al. (2007), Azevedo et al. (2007).

Por outro lado, vários métodos que estimam a ET com base em dados de sensoriamento remoto (SR) vêm sendo amplamente aplicados em várias partes do mundo, a exemplo do SEBAL – Surface Energy Balance Algorithm for Land (Bastiaanssen et al., 1998). A vantagem da utilização de métodos baseado em dados de SR é que os mesmos são capazes de propiciarem a ET em escala regional, ou seja, espacializada com resolução espacial igual a resolução do sensor. O SEBAL tem sido aplicado em diversos estudos, alcançando resultados bastante satisfatórios quando comparados com observações de campo, como fizeram Silva et al. (2006), Zwart e Bastiaanssen (2007) e Bezerra et al. (2007).

Diante do exposto, este estudo teve por objetivo estimar a ET real diária de um pomar de banana utilizando o algoritmo SEBAL aplicado a imagens TM – Landsat 5.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área e Cultura Estudadas: O estudo foi realizado sobre um pomar de banana localizado no Projeto de Irrigação Formoso, no município de Bom Jesus da Lapa, estado da Bahia (13°15'18" S, 43°25'05" W, 436 m a.n.m).

Foram utilizadas quatro imagens TM – Landsat 5, da órbita/ponto 219/069, dos dias 25 de março e 15 de julho de 2007. As datas selecionadas contemplam o fim da estação chuvosa e a estação seca, respectivamente.

Método: A ET real diária foi estimada pixel a pixel pelo algoritmo SEBAL através da equação 1:

$$ET = FET_0 \cdot ET_0 \quad \text{mm dia}^{-1} \quad (\text{Eq.1})$$

onde: FET_0 é a fração de evapotranspiração de referência, que segundo Trezza (2002) corresponde ao coeficiente de cultivo, K_c , proposto pela FAO-56 (Allen et al., 1998) e ET_0 é a evapotranspiração de referência diária.

A FET_0 é calculada através da razão entre a evapotranspiração real horária, ET_h e a evapotranspiração de referência horária, ET_{0h} , de acordo com a Equação 2.

$$FET_0 = \frac{ET_h}{ET_{0h}} \quad \text{mm h}^{-1} \quad (\text{Eq.2})$$

A evapotranspiração de referência, tanto horária – ET_{0h}, como a diária – ET₀ foram calculadas pelo método Penman-Monteith proposto pela FAO-56 (Allen et al., 1998), com base em dados de estação meteorológica.

A ETh foi calculada mediante a extrapolação do valor instantâneo do fluxo do calor latente, LE, para valores horários, de acordo com a equação 3:

$$ET_h = \frac{3600 \cdot LE}{L} \quad \text{mm h}^{-1} \quad (\text{Eq.3})$$

em que L é calor latente de vaporização da água ($L = 2,45 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$).

O fluxo de calor latente instantâneo foi calculado pixel a pixel como resíduo da equação do balanço de energia.

$$LE = R_n - G - H \quad \text{W m}^{-2} \quad (\text{Eq.4})$$

em que R_n é o saldo de radiação (W m^{-2}), G é o fluxo de calor no solo (W m^{-2}) e H é o fluxo de calor sensível (W m^{-2}), todos calculados para o instante da passagem do satélite, conforme as equações seguintes:

$$R_n = (1 - \alpha) \cdot R_{s\downarrow} + R_{L\downarrow} - R_{L\uparrow} - (1 - \varepsilon_0) \cdot R_{L\downarrow} \quad \text{W m}^{-2} \quad (\text{Eq.5})$$

onde α é albedo da superfície, $R_{L\uparrow}$ é a radiação de onda longa (termal) emitida pela superfície, ε_0 é a emissividade da superfície, todos calculados pixel a pixel a partir das imagens Landsat 5-TM, $R_{s\downarrow}$ é a radiação global incidente, estimada com base na constante solar, no ângulo de incidência solar e na transmissividade atmosférica e $R_{L\downarrow}$ é a radiação de onda longa incidente, estimada pela equação de Stefan-Boltzman com base na temperatura do ar no instante da passagem do satélite (ver Kimura et al., 2007, para detalhes).

Em seguida foi calculado o fluxo de calor no solo, de acordo com a relação empírica (Equação 6) proposta por Allen et al. (2002).

$$G = \left[Ts / \alpha \left(0,0038 \cdot \alpha + 0,0074 \cdot \alpha^2 \right) \cdot (1 - 0,98 \cdot NDVI^4) \right] \cdot R_n \quad \text{W m}^{-2} \quad (\text{Eq.6})$$

onde Ts é a temperatura da superfície (K) e $NDVI$ é o índice de vegetação por diferença normalizada.

O cômputo de H foi feito a partir da velocidade do vento e da temperatura da superfície usando uma única calibração interna da diferença de temperatura (dT), através de um processo iterativo baseado na condição de estabilidade neutra da atmosfera, como descreve Bastiaanssen et al. (1998), Allen et al (2002) e Tasumi et al. (2005).

$$H = \frac{\rho_{ar} \cdot c_p \cdot dT}{r_{ah}} \quad \text{W m}^{-2} \quad (\text{Eq.7})$$

em que, ρ_{ar} é a densidade do ar (Kg m^{-3}), c_p é o calor específico do ar a pressão constante ($\text{J Kg}^{-1} \text{K}^{-1}$), r_{ah} é a resistência aerodinâmica ao transporte de calor (s m^{-1}), dT é a diferença entre a temperatura da superfície e a temperatura do ar próximo a superfície.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A imagem selecionada revela uma porção do distrito irrigado de Formoso ocupado pela produção agrícola da cultura da bananeira irrigada em diferentes fases de desenvolvimento, mostrado na figura abaixo (Figura 1) em uma composição RGB formada pelas canais 4, 3 e 2 do Landsat TM – 5.

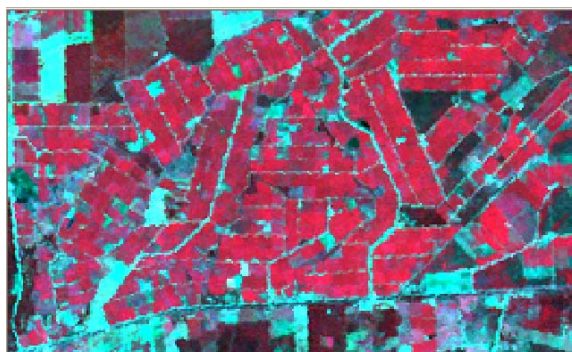


Figura 1: Área em estudo na composição RGB Landsat TM – 5

O perímetro irrigado é identificado na Figura 1 pela área de coloração vermelha. As áreas com diferentes tonalidades de verde figuram áreas de vegetação nativa e as de coloração azul claro (cyan) revelam áreas de solo exposto. O pivô central que aparece na imagem representa uma área de cultivo de uma outra cultura irrigada, não objeto deste estudo.

A evapotranspiração foi obtida de forma instantânea e posteriormente integrada para um período de 24 horas, representando valores diários, mm.dia^{-1} . Os resultados são revelados na Figura 2, onde a coloração vermelha representa a evapotranspiração de 0 a 1 mm.dia^{-1} , a laranja de 1 a 2 mm.dia^{-1} , e assim sucessivamente, como observa-se na paleta. Verifica-se uma redução na evapotranspiração da área no período de 25 de mar a 15 de jul, com médias em 6,72 mm.dia^{-1} e 4,9 mm.dia^{-1} respectivamente. Essa redução pode ser explicada pela maior incidência de radiação no primeiro período, próximo ao equinócio, quando comparado ao segundo, próximo ao solstício de inverno no hemisfério sul.

O albedo pouco variou entre os períodos, apresentando valores próximos a 15%. Para as áreas de exposição do solo o albedo ficou próximo a 19% e para as culturas irrigadas não variou em relação a média.

Na Figura 2, as áreas de tonalidade avermelhada, com evapotranspiração variando de 0 a 3 mm.dia^{-1} , representam áreas de vegetação nativa, caracterizada por uma vegetação rala e escassa, típica do semi-árido nordestino, e de áreas de solo exposto. Para a cultura irrigada a evapotranspiração variou de 7,2 mm.dia^{-1} no fim do período chuvoso (25 de mar) para 5 mm.dia^{-1} no período seco (15 de jul), coerente com os resultados encontrados por Folhes (2006), no Distrito de Irrigação Jaguaribe Apodi, no estado Ceará.

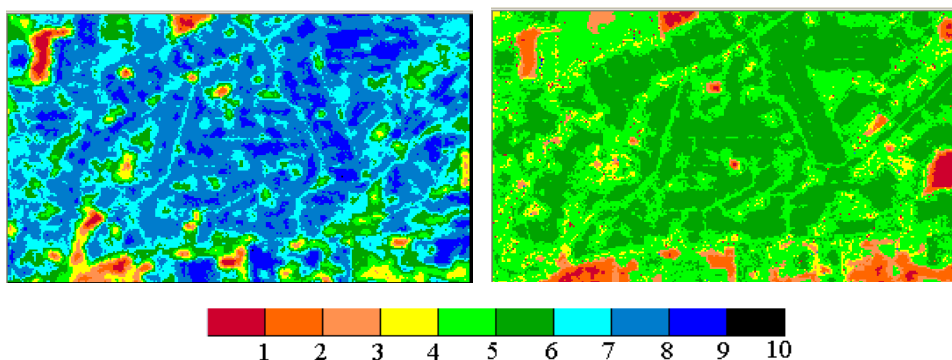


Figura2. Imagem da evapotranspiração diária, mm.dia^{-1} , dias 25 de mar (a) e 15 de jul (b).

CONCLUSÕES

A evapotranspiração diária da cultura da Bananeira no Distrito Irrigado do Formoso obteve valores médios em $7,2\text{mm.dia}^{-1}$ e $5,0\text{mm.dia}^{-1}$, para os dias 25 de março e 15 de julho respectivamente.

Verifica-se a capacidade do SEBAL na determinação da evapotranspiração, sendo necessário para fins de comprovação a sua validação.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome-Italy, 1998.
- ALLEN, R.; TASUMI, M.; TREZZA, R. .SEBAL (Surface Energy Balance Algorithms for Land) – Advanced Training and Users Manual – Idaho Implementation, version 1.0, 2002.
- AZEVEDO, P. V.; SOUZA, C. B.; SILVA, B. B.; SILVA, V. P. R. Water Requirements of the Pineapple Crop Grown in Tropical Environments, Brazil. Agriculture Water Management, Amsterdam, v. 88, n.22, p.201-208, 2007.
- BASTIAANSEN, W. G. M.; PELGRUM, H.; WANG, J.; MA, Y.; MORENO, J. F. ROENRINK, G. J. VAN DER WAL, T. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL) 2. Validacion. Journal of Hydrology, v. 212–213, p.213-229. 1998.
- CORDEIRO, Z. J. M. Cultivo da banana para o Projeto Formoso. Acesso: 15 de abril de 2008. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/#banana>.
- FOLHES, M. T. ; SOARES, J. V. ; RENNO, C. D. . Análise da evapotranspiração de culturas irrigadas através de sensoriamento remoto. In: XVI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 2006, Goiânia. XVI Congresso Brasileiro de Irrigação e Drenagem. Brasília - DF : ABID, 2006.
- SILVA, V. P. R.; AZEVEDO, P. V.; SILVA, B. B. Surface Energy Balance Fluxes and Evapotranspiration of a Mango Orchard Grown in a Semiarid Environments. Agronomy Journal, Madison, v.99, p.1391-1396, 2007.
- TASUMI, M.; TREZZA, R.; ALLEN, R. A.; WRIGHT, J. L. Operational aspects of satellite-based energy balance models for irrigated crops in the semi-arid U.S. Irrigation and Drainage Systems. V. 19, p. 355-376, 2005.