

# COMPARACIÓN DE TEMPERATURAS RADIANTES OBTENIDAS POR SENSORES PORTÁTILES EN FRUTALES Y VEGETACIÓN NATURAL CON LA EMISIVIDAD DE IMÁGENES DEL SATÉLITE NOAA-14

Juan Carlos FORQUERA<sup>2</sup>, Juliana G. GASTIAZORO<sup>2</sup>, Alberto L. FLORES<sup>1</sup>

## 1. INTRODUCCIÓN

Las investigaciones realizadas comparando las temperaturas radiantes de las hojas medidas por satélites y la del aire que lo circunda son muchas. En particular Zuviria (1992), encontró en el Hemisferio Norte, trabajando con imágenes Landsat en árboles forestales de hojas caducas, en el mes de Marzo, con foliación incipiente, que la diferencia en promedio entre  $T_s$  (temperatura de superficie de hojas) y  $T_a$  (temperatura del aire) fue de  $1.7^\circ\text{C}$  y en el mes de Diciembre, sin hojas de  $-0.1^\circ\text{C}$  durante el día.

El conocimiento de los campos de temperatura en tiempo real es de importancia agrícola por su primordial relación en otras determinaciones, tales como evapotranspiración e índices de peligrosidad de incendios, entre otras.

El presente trabajo tiene como objetivo determinar la temperatura radiante de la superficie de hojas en frutales de pepita y en vegetación natural, como así también de la superficie de los suelos, con el propósito de relacionarlos con la información de la temperatura radiante obtenida mediante satélites meteorológicos.

Los valores digitales tomados por el satélite NOAA-14 en las bandas 4 y 5 del AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) son convertidos a valores de temperatura radiante. En general, se asume una emisividad de cuerpo negro igual a uno y puede, por esto, esperarse que las temperaturas radiantes de la superficie difieran de los valores reales tomados con termómetros en abrigo meteorológico.

La radiación en la banda del infrarrojo térmico en  $\text{Watt/m}^2$  está dada por la ecuación de Stefan Boltzman.

$$W = \sigma * \epsilon * (T_s)^4 \quad (1)$$

Donde  $\sigma$  es la constante de Stefan Boltzmann ( $5,67 \times 10^{-8} \text{ Watt/m}^2/\text{K}^4$ ),  $\epsilon$  es la emisividad y  $T_s$  es la temperatura de la superficie del cuerpo Zuviria (1992); Landsberg y Gower (1997).

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en zonas cultivadas y en zonas de vegetación natural. La medición en la zona cultivada se hizo en un cuadro de manzanos variedad *Red delicious* (Rd) cv. *Chañar-34* y variedad *Granny smith* (Gs) ubicado en la chacra experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional del Comahue, Cinco Saltos Rio Negro, lat.  $38^\circ 50' 35''$  S. y long.  $68^\circ 04' 06''$  W.

Se seleccionaron diez árboles de manzanos, cinco variedad (Rd) y cinco variedad (Gs) conducidos en espaldera de cuatro alambres. En la parte superior de cada uno se realizaron tres mediciones: yema mixta central, yema mixta lateral y yema de madera; y la correspondiente al suelo cubierto con malezas, de modo que se conformaron 5 muestras con cinco repeticiones en cada fecha y forma de observación.

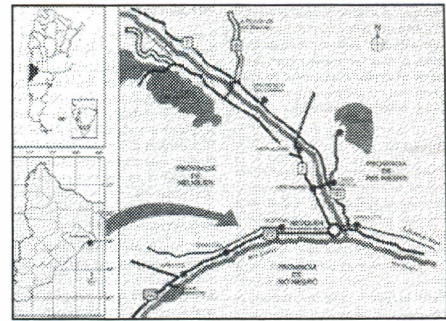


Figura 1. Área de estudio

En la vegetación natural de la meseta al este de Cinco Saltos, Rio Negro Lat.  $38^\circ 49' 09''$  S. y Long.  $68^\circ 03' 20''$  W, se seleccionaron diez arbustos de especies que caracterizan la Provincia Fitogeográfica del Monte: *Larrea divaricata* al pie de la meseta y *Larrea cuneifolia* en la parte mas alta. En la zona superior de los mismos, se realizaron dos mediciones, una en hojas del centro y en el lateral y una del suelo, divididas en cinco muestras para cada especie arbustiva. Todas las observaciones fueron realizadas alrededor de las 06:00 PM, los días: 18-9; 25-9; 5-10; 9-10; 17-10; 25-10; y 1-11 del año 2000.

Las temperaturas de superficie se determinaron con el detector digital de energía infrarroja emitida HEAT SPY de Wahl Instruments inc., modelo RHS-8. Los promedios de temperaturas de vegetación y suelo fueron ponderados de acuerdo al área ocupada. En Valle 10% suelo y 90% cultivos y Meseta 40% suelo y 60% vegetación.

Se calibró el selector de emisividad a 0,98, valor citado por Nieuwenhuis et al. (1985) para la vegetación densa y suelo. En cuanto a la distancia al objetivo fue variable entre 0.66 y 1.98 metros determinando lecturas en campos de 0.0864 y 0.216 metros de diámetro.

Las imágenes del satélite NOAA-14 (National Oceanic and Atmospheric Administration) son de alta resolución radiométrica, AVHRR. La resolución espacial es de  $1 \text{ Km} \times 1 \text{ Km}$  y pasa por la vertical del lugar cada 12 horas con un área de barrido lateral de unos 2500 km.

Las cinco bandas del AVHRR centradas en las siguientes longitudes de onda 0.6, 0.9, 3.7, 10.8 y  $12.0 \mu\text{m}$ . En este caso se analizó la banda 4 de  $10.5$  a  $11.5 \mu\text{m}$  y la banda 5 de  $11.5$  a  $12.5 \mu\text{m}$ .

Las imágenes NOAA fueron recibidas y provistas por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue. En las mismas se determinó la emisividad a través de la conversión de los niveles digitales de la imagen original con el sistema de información geográfica IDRISI. Posteriormente se obtuvo la temperatura radiante a través del software HRPT Timestep (1995) en los puntos donde se utilizó el termómetro manual infrarrojo. La temperatura base fue la de la banda 4; aunque se determinó la corrección usando la banda 5, con la metodología de Price (1990); probado por Flores et al. (2000) para la región.

La imagen corresponde a la fecha: 01/11/2000 06:00 PM. Ésta cubre la región situada entre: lat.  $38^\circ$  y  $40^\circ$  S y long.  $67^\circ$  y  $70^\circ$  W que presenta muy buenas condiciones meteorológicas. Los puntos de referencia fueron mapeados y rectificadas mediante un sistema de coordenadas

<sup>1</sup> Dpto. de Cs. de la Atmósfera y los Océanos. Universidad de Buenos Aires. Flores@at.fcen.uba.ar

<sup>2</sup> Fac. Cs. Agrarias Universidad Nacional del Comahue. forquer@neunet.com.ar - jgastiazoro@ciudad.com.ar



geográficas utilizando puntos de control determinados con GPS (Global Positioning System):

Lago Pellegrini: lat. 38°41'48" S. y long. 68°01'26" W.; Ciudad de Neuquén: lat. 38° 57'36" S. y long. 68° 03'35" W. ; Cipolletti : lat. 38° 56'32" S. y long. 68° 00'31" W. y Dique Compensador "El Chañar": lat.38°34'47" y long.68°23'21".

La exactitud de la georeferenciación fue chequeada con puntos cercanos conocidos de fácil reconocimiento en la imagen.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos promedios de temperatura radiante en cultivos y vegetación natural fueron los siguientes:

En cultivos de Gs hay mayor temperatura en yema de madera (+0.8°C) y en vegetación natural: *L. divaricata* +1.8°C y en *L. cuneifolia* +2.5°C, ambas diferencias a favor de las ramas laterales.

Los valores indican un campo homogéneo dentro del Valle debido a la humedad del suelo y, conforme termina el dominio del riego y aumenta la altura, el suelo se presenta desnudo y pedregoso variando la emisividad.

Se expresan datos de temperatura en °C de Granny smith (Gs), Red delicious (Rd), Larrea divaricata meseta baja (Ld), Larrea cuneifolia en meseta alta (Lc) y temperatura en abrigo meteorológico, a las 06:00 PM.

El análisis comparativo se realiza en el cuadro (1), del valor promedio de temperatura radiante para termómetro manual infrarrojo (TI) y satélite NOAA-14, en el día 01-11-00 a las 06:00 PM.

En la banda 4 se realizaron treinta lecturas de temperatura radiante para cada campo: Meseta y Valle cuyo valor promedio va en el cuadro (2).

Cuadro N°1

	Meseta	Valle
Satélite Banda 4	24,8	21,1
Satélite Banda 5	23,8	20,7
TI sin ponderar	24,1	19,8
TI ponderada	<b>24,7</b>	<b>20,9</b>
Satélite Banda 4	<b>24,8</b>	<b>21,1</b>
Satélite con corrección	28,1	22,4

### 4. CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos, (cuadro 1 y 2), con la información disponible permiten concluir que utilizando la

Cuadro N°2

Temp.°C	Meseta	Valle
Media	24,8	21,0
Máxima	25,6	21,4
Mínima	24,3	20,5
Error Std.	0,13	0,08

imagen satelital NOAA-14 en banda 4, es posible detectar valores de temperatura radiante en los campos mencionados con bajo margen de error, en particular sobre la superficie del Valle en las condiciones presentes durante la época del ensayo.

### 5. BIBLIOGRAFIA

- CHUVIECO, E. Fundamentos de teledetección espacial. Edición RIALP S.A. Madrid. 1990
- EASTMAN, J.R. IDRISI for Windows. User's Guide. Versión 2.0 Revision 3. Clark University. 1997
- FLORES, A. et al. An application of NOAA-AVHRR Satellite thermal imagery in frost protection. VI Congreso International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography. Santiago de Chile. 3 al 7 Abril del 2000.
- LANDSBERG, J.J. and GOWER, S.T. Applications of physiological ecology to forest management. Academic Press Limited. 1997.
- NIEUWENHUIS, G.; SMIDT, F. y H. THUNNISSEN Estimation of regional evapotranspiration of arable crops from thermal infrared images. Int. J. Remote Sensing. 1985.
- PALESE, C.; COGLIATI, M. y VELASCO, I. Análisis de la temperatura de superficie calculada con datos satelitales obtenidos por dos fuentes diferentes. IX Simposio Latinoamericano de Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial. Puerto Iguazú (Mnes) Arg. 6 al 10 de Noviembre de 2000.
- PRICE, J. Using spatial context in satellite data to infer regional scale evapotranspiration. IEEE Trans. Geosci. Rem. Sens., 28, 940-948.
- TIMESTEP. Timestep Weather Systems HRPT for Windows. Newmarket. England. 1998.
- ZUVIRÍA, M. de. Mapping agrotopoclimates by integrating topographic, meteorological and land ecological data in a geographic information system. I.T.C. Publicación N°14. ISBN. 1992.