

## Trabajo práctico: Radiación neta desde satélite

Docente de la clase: *Dr. Mauro Holzman*

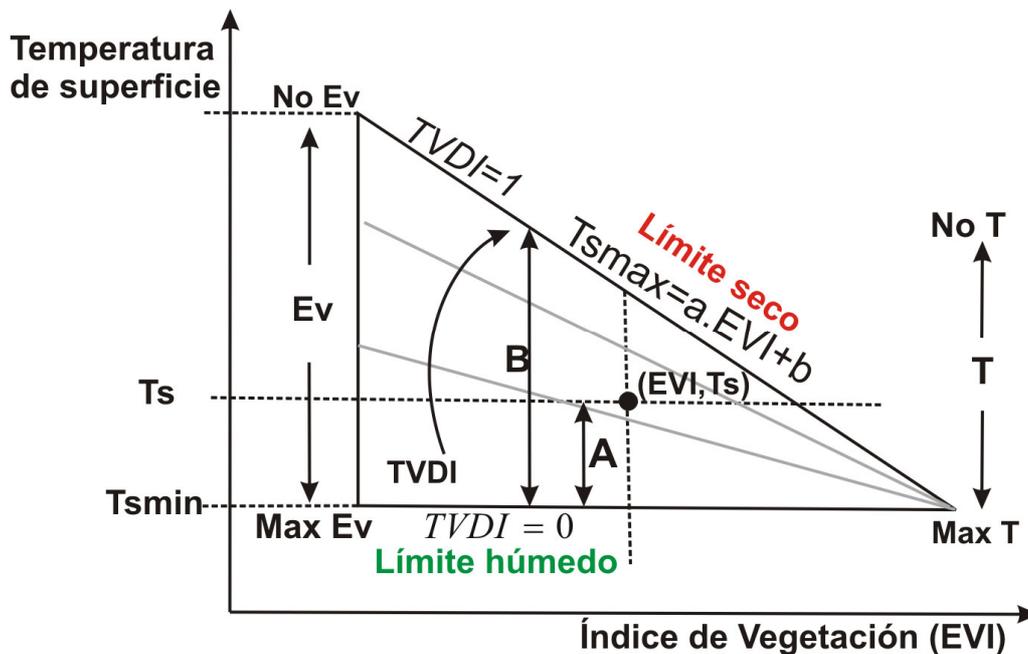
### Introducción

El **objetivo** del práctico es calcular la **fracción evaporativa** diaria a escala regional con imágenes producto MODIS/Aqua, a partir del índice de estrés hídrico Temperature Vegetation Dryness Index (**TVDI**). La práctica se realizará con imágenes diarias MODIS/Aqua de temperatura de superficie ( $T_s$ ) y reflectancias de superficie diarias. En base a las reflectancias se obtendrá el índice de vegetación mejorado (EVI).

Un método frecuentemente utilizado para estimar la ET real diaria es calculando la fracción evaporativa diaria (FE), definida como la relación entre el flujo de calor latente ( $\lambda E$ ) y la energía disponible en superficie ( $\lambda E + H$  ó  $R_n - G$ ) (Sobrino et al., 2007; Hoedjes et al., 2008; Galleguillos et al., 2011; Nutini et al., 2014):

$$FE = \frac{\lambda E}{R_n - G} \quad (1)$$

donde  $\lambda E$  es el flujo de calor latente,  $R_n$  es la radiación neta y  $G$  es el flujo de calor en el suelo. La FE es 1 en el caso de máxima evapotranspiración y 0 en mínima o nula evapotranspiración. En base a el diagrama de dispersión  $T_s$ /EVI, la FE será estimada para cada píxel como la distancia relativa entre dos límites de esa dispersión, llamados límite seco y límite húmedo (Fig. 1)



**Fig. 1.** Esquema del diagrama de dispersión  $T_s$ /índice de vegetación y límites seco y húmedo del triángulo.

En tal espacio triangular de dispersión se puede definir el índice de estrés hídrico TVDI como:

$$TVDI = \frac{T_s - T_{s \min}}{T_{s \max} - T_{s \min}} \quad (2)$$

donde  $T_s$  es la temperatura (en Kelvin) de superficie para un píxel dado;  $T_{s \min}$  es la mínima temperatura de superficie en la imagen, definida por el límite húmedo;  $T_{s \max} = a \cdot EVI + b$  es la máxima temperatura de superficie de la imagen y se refiere al límite seco del triángulo de dispersión  $T_s$ /EVI, definido como una relación lineal entre los datos, donde  $a$  y  $b$  son parámetros de la imagen que surgen de la regresión lineal. Este índice asume el valor de 1 en los píxeles cercanos al límite seco (hipotenusa del triángulo), indicando mínima evapotranspiración y 0 en píxeles cercanos al límite húmedo (base del triángulo), indicando máxima evapotranspiración (para más detalles ver archivo de presentación teórica).

Así, la FE para un píxel se calcula con la siguiente ecuación:

$$FE = 1 - TVDI = 1 - \frac{T_s - T_{s_{\min}}}{a \times EVI + b - T_{s_{\min}}} \quad (3)$$

Es necesario destacar que la precisión del método depende de la presencia de áreas heterogéneas (suelos secos y húmedos y suelo desnudo y vegetación) que permitan una correcta definición de los parámetros de la ecuación (2).

## Práctico

- Descargar las imágenes producto MODIS/Aqua de la provincia de Buenos Aires de reflectancias diarias a 500m (MYD09GA) y de Ts diaria (MYD11A1) del sitio [reverb.echo.nasa.gov/](http://reverb.echo.nasa.gov/). Fecha: 01/01/2012.**
- Instalar la extensión Conversion Toolkit (ver especificaciones en el archivo .zip de la extensión).**
- Abrir el producto de reflectancias (MYD09GA) (ir a ENVI: File/Open external file/EOS/Conversion Toolkit). Reproyectar las bandas 1, 2 y 3 de la imagen a Lat/long, Datum WGS-84.**
- Calcular el EVI con band math de ENVI, según la ecuación (Liu y Huete, 1995):**

$$EVI = G \frac{(\rho_{IRc} - \rho_{rojo})}{(\rho_{IRc} + C_1 \rho_{rojo} - C_2 \rho_{azul} + L)}$$

donde  $\rho$  es la reflectancia, G es un factor de ganancia (Gain, en inglés),  $C_1$  y  $C_2$  son coeficientes de peso del uso de la banda azul en la corrección del efecto del aerosol en la banda roja y L es un factor de ajuste del efecto suelo. Los coeficientes adoptados en el algoritmo para MODIS son:  $G=2,5$ ,  $C_1=6$ ,  $C_2=7,5$  y  $L=1$  (Liu y Huete, 1995; Jiang, et al., 2008). (Basic tools/band math y cargar la expresión:  $2.5*((b2-b1)/(b2+6*b1-7.5*b3+1))$ , donde b1, b2 y b3 son las bandas 1, 2 y 3 de MODIS).

- Abrir el producto de Ts diaria (MYD11A1), reprojectarlo a Lat/long, WGS-84 y remuestrearlo a 500m por el método vecino más cercano (Basic tools/resize data/set output dims by pixel size/0.00418879 degrees).**
- Explorando previamente la imagen de Ts, realizar el diagrama de dispersión de Ts en función del EVI (en la ventana Imagen de ENVI: Tools/2D scatter plots). Seleccionar los píxeles del límite seco y el húmedo y exportar los valores (en la ventana de dispersión: options/export class; en ROI tools: file/export ROIs to ascii). El límite seco se calculará como una regresión lineal y el húmedo como un promedio de los píxeles que lo integran. Así se obtendrán los parámetros del TVDI (ecuación 2).**
- Calcular el TVDI según la ecuación (2) y la fracción evaporativa según la ecuación (3). Discutir los resultados.**

## BIBLIOGRAFIA

- Galleguillos, M.; Jacob, F.; Prévot, L.; French, A.; Lagacherie, P., 2011 Comparison of two temperature differencing methods to estimate daily evapotranspiration over a Mediterranean vineyard watershed from ASTER data. *Remote Sens. Environ.*, 115, 1326–1340.
- Hoedjes, J.C.B.; Chehbouni, A.; Jacob, F.; Ezzahar, J.; Boulet, G., 2008. Deriving daily evapotranspiration from remotely sensed instantaneous evaporative fraction over olive orchard in semi-arid Morocco. *J. Hydrol.* 354, 53–64.
- Jiang, Z., Huete, A. R., Didan, K., Miura, T., 2008. Development of a two-band enhanced vegetation index without a blue band. *Remote Sensing of Environment*, 112, 3833-3845.
- Liu, H. Q. y Huete, A. R., 1995. A feedback based modification of the NDVI to minimize canopy background and atmospheric noise, *IEEE Transactions on Geosciences and Remote Sensing*, 33, 457-465.
- Sobrino, J.A.; Gómez, M.; Jiménez-Muñoz, J.C.; Olioso, A., 2007. Application of a simple algorithm to estimate daily evapotranspiration from NOAA–AVHRR images for the Iberian Peninsula. *Remote Sens. Environ.*, 110, 139–148.