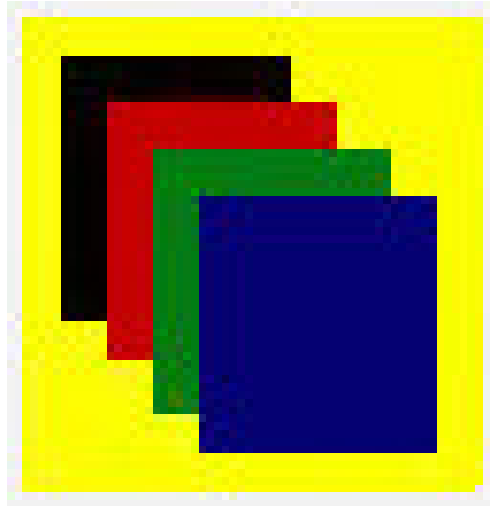


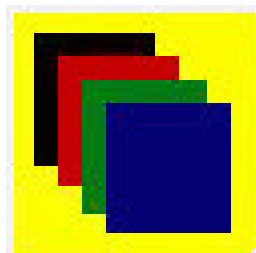
Jean-François Parrot



Software INDICES_V2

MANUAL DE USUARIO

Software concebido y desarrollado en C++ Builder por el Dr. Jean- François Parrot, Laboratorio de Análisis GeoEspaciales LAGE, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de Mexico UNAM, Mexico.



Manual de utilización del Módulo Indices_V2

El módulo Indices_V2 es un módulo utilitario que permite calcular varios índices (vegetación, suelos, humedad, espacios urbanos, etc.) a partir de diferentes bandas de los satélites Landsat TM, SPOT e IKONOS.

Las principales funciones del *software* son las siguientes:

A la abertura aparece el cuadro reportado en la figura 1.

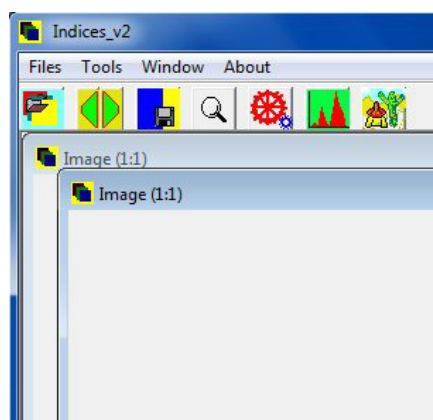


Figura 1. Abertura del software.

Existen cuatro Menús: el menú “**Files**”, el menú “**Tools**”, el menú “**Window**” y el menú “**About**”.

También se encuentran ocho botones en la barra de tarea:

 [Open Image Set],  [Previous Image] y [Next Image],  [Save Index Image],  [Zoom],  [Treatment],  [Histo],  [Exit].

NOTA 1: “Previous Image” y “Next Image” son dos hemi-botones que aseguran el desplazamiento en la fila de las imágenes que aparecen en el panel 1.

El menú “**Files**” se compone de dos submenús: el comando “*Open Gray Tone Image Set*” y el comando “*Exit*” (Fig. 2). El primer comando así como el primer botón de la barra de tareas conducen a una caja de diálogo que permite abrir una serie de imágenes en tonos de gris en función del tipo de satélite elegido.

En primer lugar, el comando “*Open Gray Tone Image Set*” de ese primer menú así como el botón  de la barra de tareas, abren una ventana de dialogo (véase mas abajo la figura 10) que permite precisar a qué tipo de imagen se va a aplicar el tratamiento.

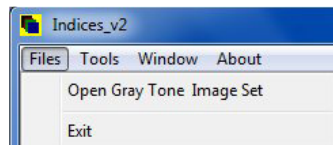


Figura 2. Abertura de una serie de imágenes en tonos de gris.

El menú “**Tools**” (Fig. 3) contiene tres submenús: el submenú “*Histogram*” que corresponde al botón  [Histo] de la barra de tareas, el submenú “*Gray Tones Number*” que corresponde a una función que indica cual es el número de tonos de gris dentro de la imagen, y el submenú “*Treatment*” que inicia el tratamiento así como el botón  [Treatment] de la barra de tareas.

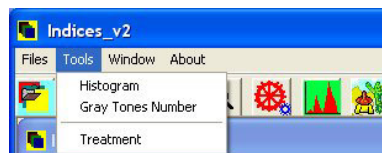


Figura 3. El menú “Tools”.

El menú “**Window**” siguiente regenta la distribución de las imágenes dentro del cuadro general (Fig. 4).

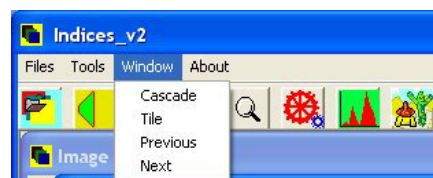


Figura 4. Menú “Window”.

Finalmente, el cuarto Menú “**About**” (Fig. 5) procura información sobre el autor del algoritmo (Fig. 6), el copyright referente al producto (Fig. 7), una descripción somera del tratamiento en ingles, francés y español (Fig. 8) y varias referencias (Fig. 9).



Figura 5. Submenús del menú “About”.



Figura 6. Autor del algoritmo.



Figura 7. Copyright UNAM.

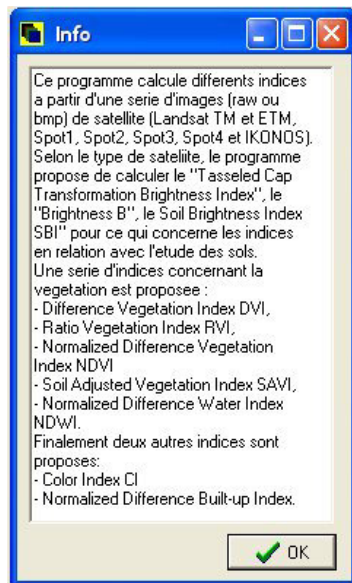


Figura 8. Ejemplo de comentario (en francés) concerniente al tratamiento.

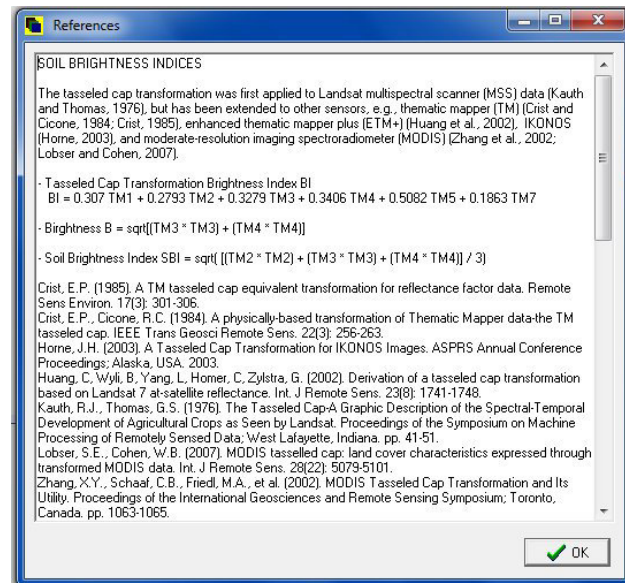


Figura 9. Panel de referencias que conciernen los diferentes índices.

Tratamiento

Las principales líneas del tratamiento conciernen la abertura de las imágenes en función del tipo de satélite, el análisis de los datos de entrada, el tratamiento y la recuperación de los resultados.

1. Selección de los datos

En primer lugar, el comando “Open Gray Tone Image Set” del primer menú así como por el primer botón de la barra de tareas, abren una ventana de dialogo (Fig. 10) que permite precisar el tipo de imágenes sobre las cuales se va a aplicar el tratamiento.

NOTA 2:

a) La función “Return” de la ventana de dialogo precedente conduce al inicio del programa; si el usuario no desea salir del programa utilizando el orden “Exit” del menú

“Files” o el botón  [Exit] de la barra de tareas, se necesita entonces usar de nuevo

el comando “Open Gray Tone Image Set” del primer menú o el botón  de la barra de tareas.

b) Esa misma función se encuentra en todas las ventanas de dialogo siguientes que permiten seleccionar bandas de satélite; el programa regresa en este caso a la ventana de dialogo de la figura 10.

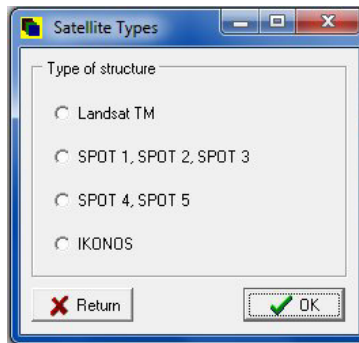


Figura 10. Selección del tipo de imagen de satélite.

a) *Imágenes Landsat*

Cuando se trata de una serie Landsat, el programa abre la ventana de dialogo de la figura 11 donde se hace la selección de las bandas que se van a utilizar.

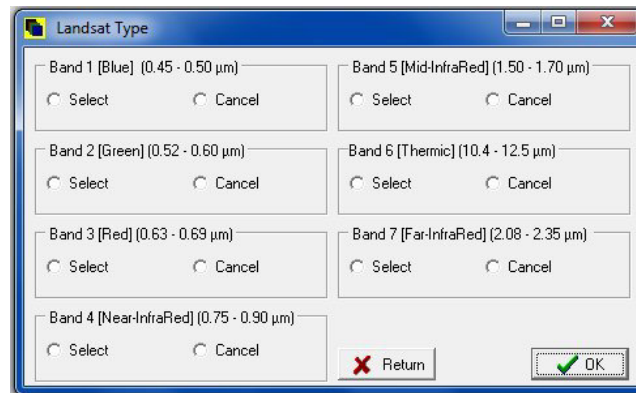


Figura 11. Selección de las bandas Landsat TM.

b) *Imágenes Spot, Spot2 y Spot3*

Cuando se eligen imágenes Spot1, Spot2 o Spot3, el programa abre la ventana de dialogo de la figura 12.

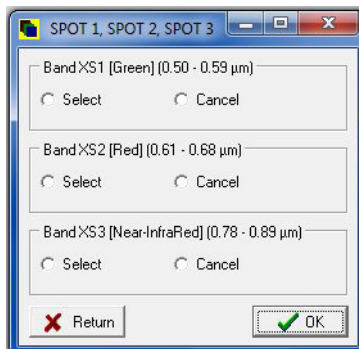


Figura 12. Selección de bandas Spot1, Spot2 o Spot3.

c) *Imágenes Spot4 o Spot5*

La selección de las imágenes Spot4 o Spot5 abre la ventana de dialogo de la figura 13.



Figura 13. Selección de bandas Spot4 o Spot5.

d) *Imágenes Ikonos*

Finalmente, la selección de las imágenes Ikonos abre una cuarta ventana de dialogo (Fig. 14).

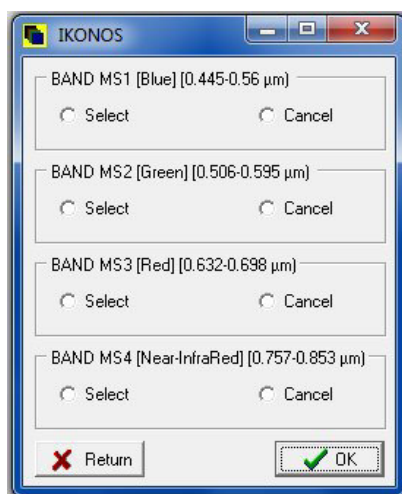


Figura 14. Selección de las bandas IKONOS.

NOTA 3:

- a) En todas las ventanas de dialogo que aseguran la selección de bandas se indica a qué corresponden las mismas así como sus valores en micro-ondas (μm).
- b) Los índices que se van a calcular dependen de las bandas elegidas.
- c) Es posible seleccionar y/o deseleccionar las diversas bandas y también regresar a la abertura para hacer otra selección.

Cuando se acaba la selección del tipo de satélite y de las diferentes bandas que se pretende utilizar para calcular varios índices, el programa abre ventanas de dialogo sucesivas en función de la selección.

En el ejemplo siguiente, se decidió abrir 6 bandas Landsat TM. En este caso, el programa va a pedir el nombre de cada banda empezando por la primera (Fig. 15).

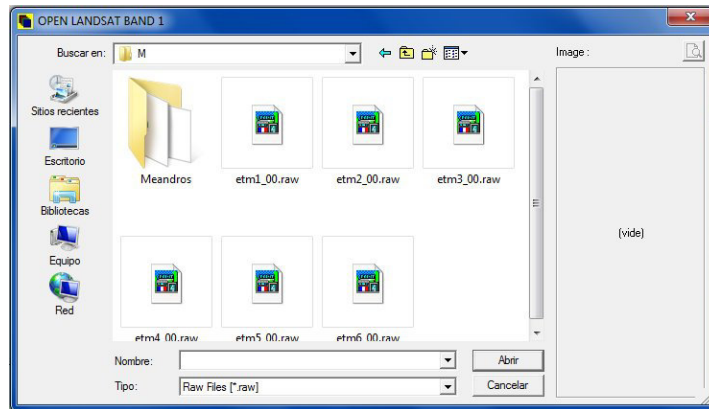


Figura 15. Selección de la banda Landsat 1.

El despliegue de la banda seleccionada sigue y de inmediato se abre otra ventana de diálogo pidiendo el nombre de la siguiente banda (Fig. 16).

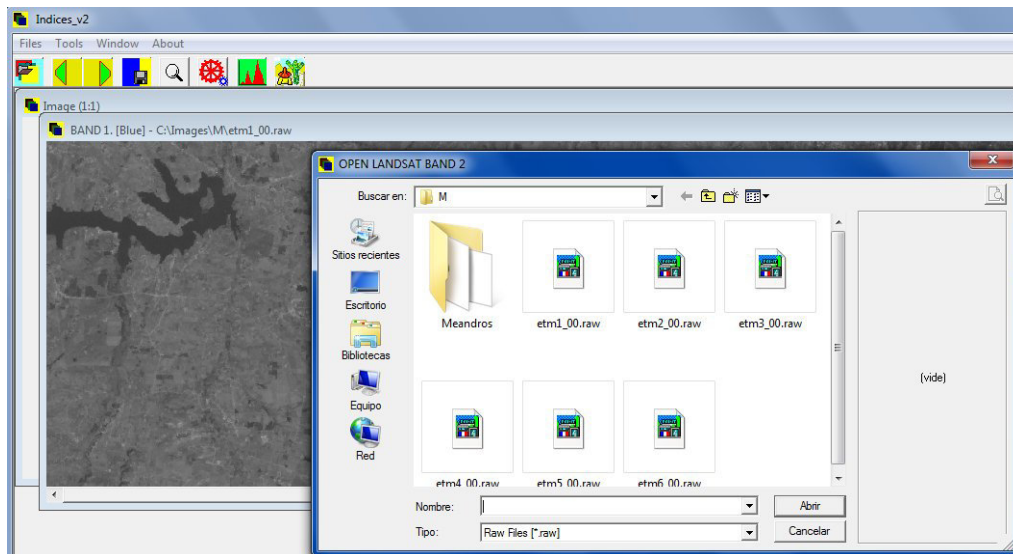


Figura 16. Selección de la banda Landsat 2.

El mismo proceso se repite hasta desplegar todas las bandas seleccionadas (Fig. 17).

De la misma manera, es posible analizar las bandas Spot o Ikonos.

NOTA 4:

Muchos paquetes de bandas Landsat contienen 6 bandas y se anota como banda 6 lo que corresponde normalmente a la banda 7 del InfraRojo Lejano. Estos paquetes no contienen la verdadera banda 6 que corresponde a la banda térmica con un tamaño de píxel diferente.

El software Indices_V2 en la ventana de dialogo de la figura 11 pide el número de las bandas elegidas siguiendo un orden que va de 1 a 7. Lo mismo pasa cuando se abren las distintas imágenes Landsat (Fig. 17). En este caso, no se debe olvidar que la banda 6 puede corresponder a la banda 7 como se ve en la figura 17.

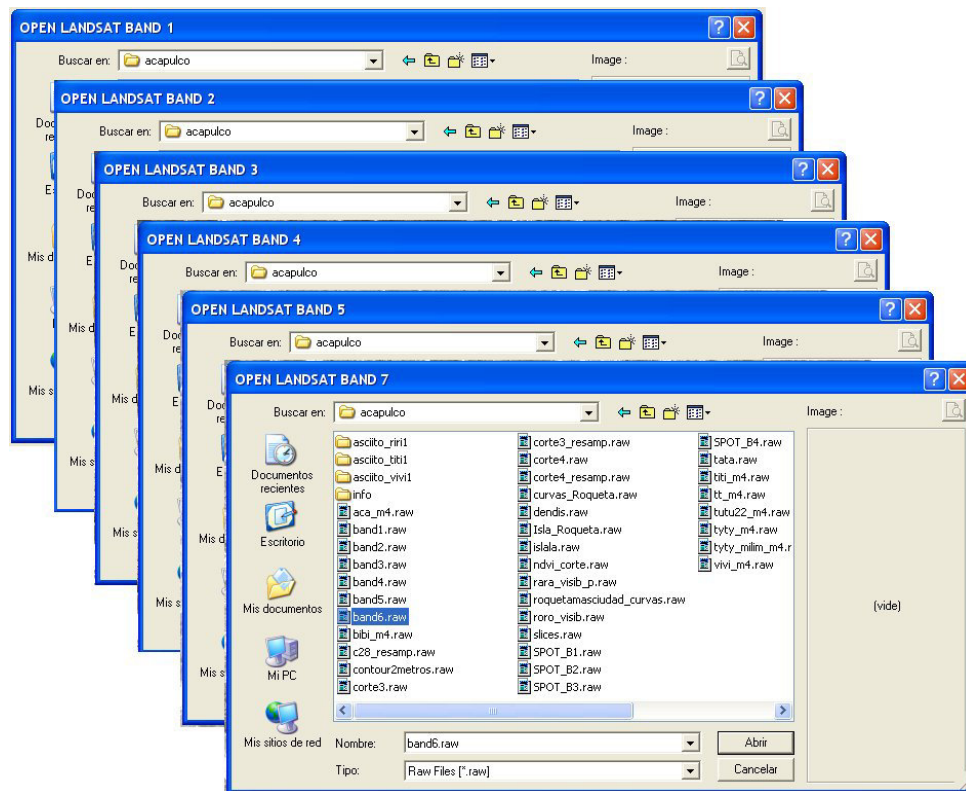


Figura 17. Abertura de las bandas Landsat (1, 2, 3, 4, 5 y 7).

Se utiliza el botón  [Zoom] para cambiar la escala de la imagen desplegada. Por otro lado, los botones  [Previous] y [Next] permiten desplazarse en la pila de las diferentes imágenes que se despliegan en un solo panel. El botón  [Histo] genera el histograma de la imagen que aparece sobre la pantalla. Ese comando abre la ventana de dialogo de la figura 18 que se aplica también en el caso de la imagen del panel 2 donde se materializa el resultado de los diversos índices. El histograma así obtenido (Fig. 19) se puede salvar (Fig. 20).



Figura 18. Selección del histograma.

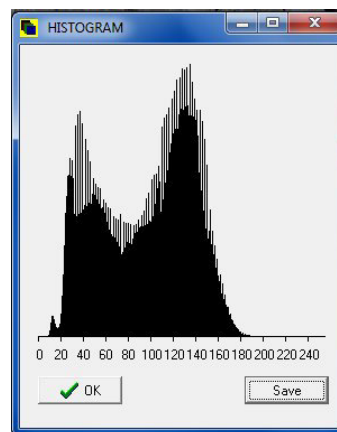


Figura 19. Histograma resultante.

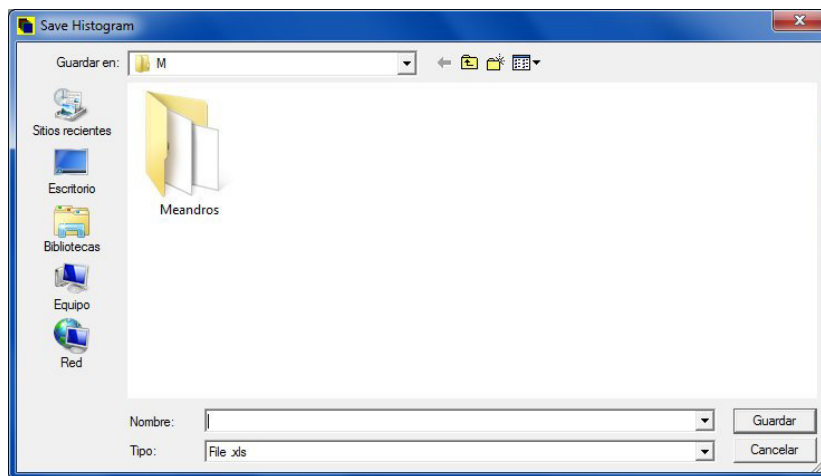


Figura 20. Ventana utilizada para guardar el histograma en formato .xls.

2. Herramientas y Procesos

El menú “**Tools**” (Fig. 21) contiene tres submenús: el submenú “*Histogram*” que corresponde al botón  [Histo] de la barra de tareas, el submenú “*Gray Tones Number*” que es una función utilitaria que indica cual es el número de tonos de gris dentro de la imagen (Fig. 22), y el submenú “*Treatment*” que inicia el tratamiento así como el botón  [Treatment] de la barra de tareas.

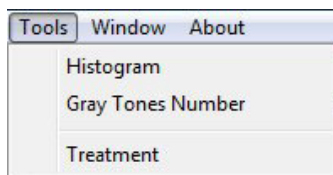


Figura 21. El menú “Tools”.

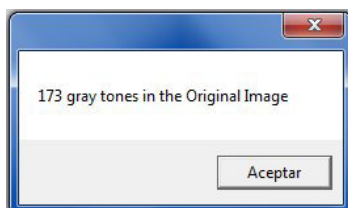


Figura 22. Número de tonos de gris en la imagen desplegada sobre el panel 1.

NOTA 5:

Las ventanas siguientes toman en cuenta el número y el tipo de imágenes seleccionadas para calcular los índices propuestos. Si el número de bandas no es suficiente (por ejemplo en el caso del cálculo del “Tasseled Cap Transformation” que requiere seis bandas Landsat TM) o si las bandas seleccionadas no corresponden a las imágenes empleadas para calcular un índice, aparecerán mensajes de error (Fig. 23 y Fig. 24) y el programa regresará a una etapa anterior.

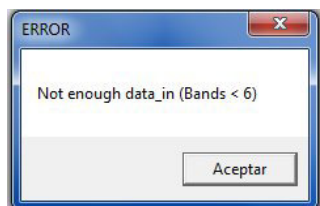


Figura 23. Mensaje de error 1.



Figura 24. Mensaje de error 2.

El tipo de ventana de dialogo de tratamiento que se abre con el comando “*Treatment*” del menú “*Tools*” o con el botón  [Treatment] depende de la selección que se hizo con la ventana de la figura 10 (Satellite Types).

a) Imágenes Landsat

Cuando se trata de una serie Landsat, el programa abre la ventana de dialogo de la figura 25.

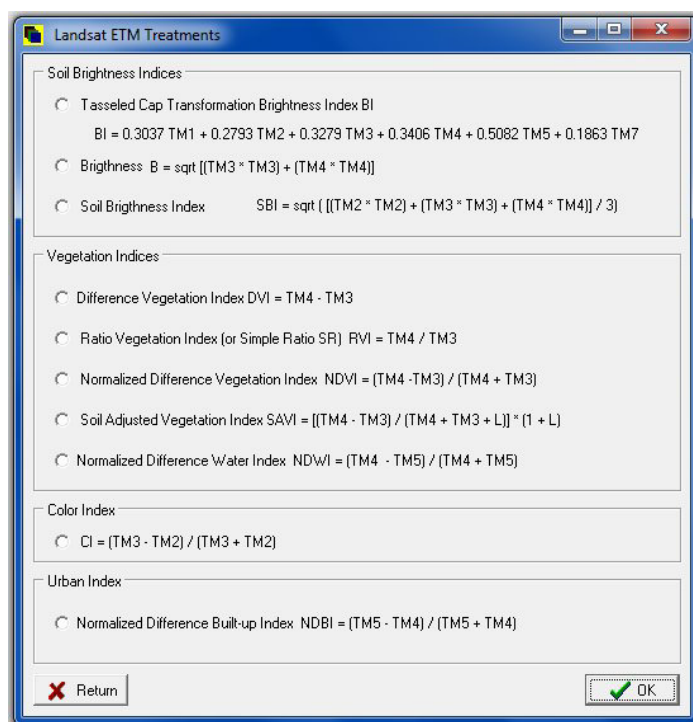


Figura 25. Índices que se pueden calcular a partir de las imágenes Landsat.

Se observan cuatro rubricas:

- tres índices de brillantez del suelo,
- cuatro índices de vegetación, así como un índice de humedad de las zonas de cultivo,
- un índice de color,
- un índice de zonas construidas.

Dentro de estos siete índices, solo dos requieren una información complementaria para realizar el cálculo. Se trata del NDVI y del SAVI.

Cuando se inicializa el tratamiento con el NDVI, la ventana de dialogo de la figura 26 aparece. De hecho, existe un coeficiente que minimiza el peso de los valores de la banda roja. Este coeficiente es igual a 0.801 (Guyot y Gu, 1994). Pero también es posible definir otro valor para este coeficiente; su peso es nulo cuando el valor del coeficiente es igual a 1.

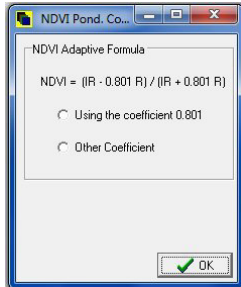


Figura 26A. Ponderación del NDVI.

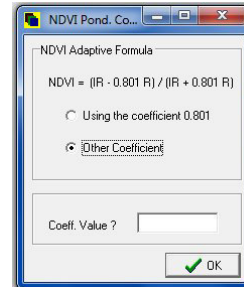


Figura 26B. Definición del valor del coeficiente de ponderación

En el caso del SAVI, se necesita definir el valor del coeficiente L (Fig. 27).

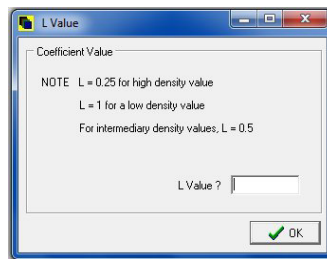
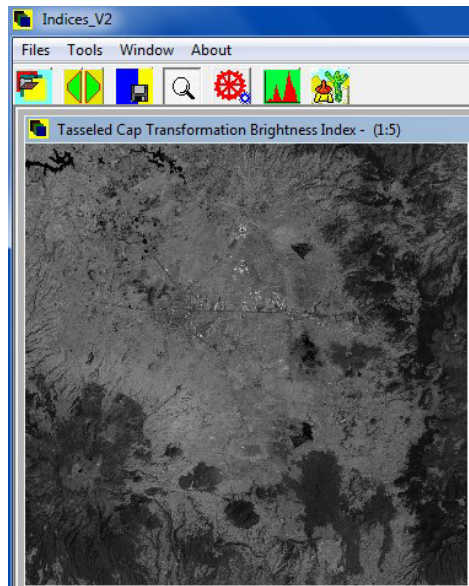


Figura 27. Definición del valor de L en la formula del SAVI.

Algunos ejemplos de resultado:

1) Tasseled Cap Transformation

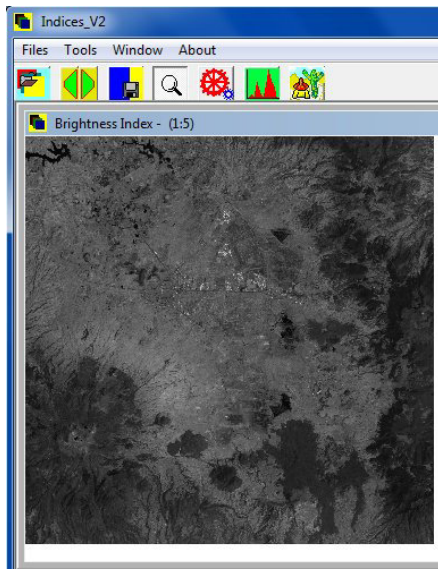


El cálculo de este índice requiere 6 bandas y se calcula como sigue:

$$TCT = 0.3037TM1 + 0.2793TM2 + 0.3279TM3 + 0.3406TM4 + 0.5082TM5 + 0.1863TM7.$$

Figura 28. Tasseled Cap Transformation Brightness Index (region de Toluca).

2) Brightness

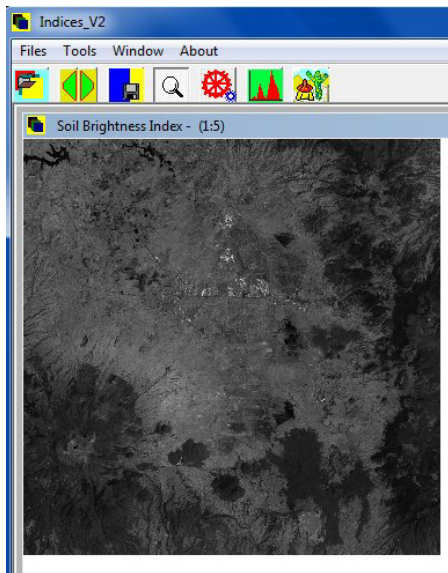


La brillantez se calcula a partir de las bandas TM3 y TM4 según la formula:

$$B = \sqrt{TM 3^2 + TM 4^2}$$

Figura 29. Brightness (region de Toluca).

3) Soil Brightness Index



Por su parte, el índice de brillantez del suelo se calcula a partir de las bandas TM2, TM3 y TM4 y equivale a:

$$SBI = \sqrt{\frac{TM 2^2 + TM 3^2 + TM 4^2}{3}}$$

Figura 30. Soil Brightness Index.

En estos tres índices de brillantez aplicados sobre imágenes Landsat de la región de Toluca (Estado de México) se destacan, sobre todo, las terrazas de los edificios industriales y/o comerciales. Por otro lado, se nota que toda la región de Toluca se caracteriza por la escasez de zonas verdes, lo que se puede verificar utilizando los índices siguientes.

4) Difference Vegetation Index

Ese índice corresponde a una simple sustracción entre las bandas TM4 y TM3. Las vertientes de las montañas son los únicos lugares donde se encuentran valores altos que corresponden a zonas de vegetación.

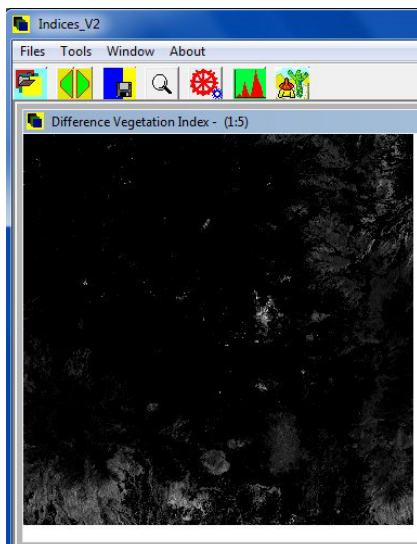
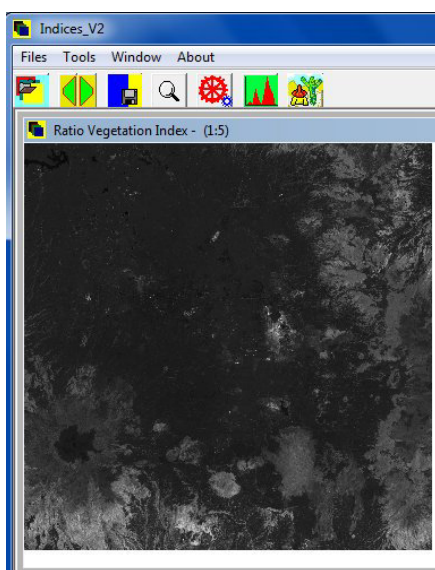


Figura 31. Difference Vegetation Index.

5) Ratio Vegetation Index (o Simple Ratio)



A diferencia del índice anterior, se distinguen de manera mas clara las zonas que presentan una cobertura vegetal. Se trata de un simple ratio equivalente a:

$$RVI = TM\ 4 / TM\ 3$$

Figura 32. Ratio Vegetation Index.

6) NDVI y SAVI

Los dos índices siguientes y sobre todo el primero se utilizan de manera general para evidenciar las zonas con vegetación activa. Los valores del famoso NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) va de -1 hasta 1 (valores normalizados entre 0 y 255), es decir cuando se pasa de una zona sin vegetación a una zona de vegetación activa. El ratio es igual a 1 cuando la banda roja absorbe la energía electromagnética. Se considera generalmente que la vegetación activa esta comprendida entre los valores 0.2 y 1, es decir en la escala normalizada de 0 a 255 equivale a los valores superiores a 153.

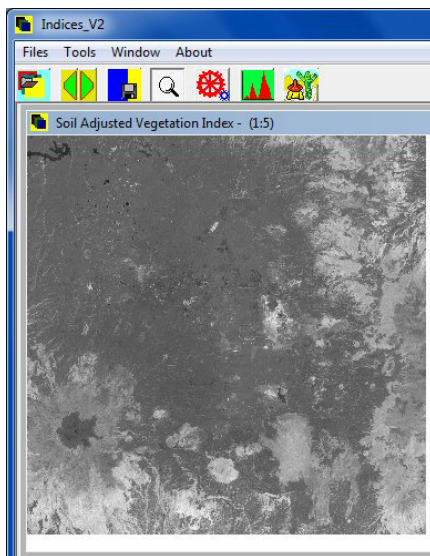
El SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index) fue desarrollado para estudiar la cobertura vegetal densa de las zonas inter-tropicales. Se maneja un coeficiente L que permite ajustar la respuesta del NDVI.



El NDVI se calcula de la manera siguiente:

$$NDVI = (TM\ 4 - TM\ 3) / (TM\ 4 + TM\ 3)$$

Figura 33. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)



Por su parte, el SAVI será igual a:

$$SAVI = \frac{TM\ 4 - TM\ 3}{TM\ 4 + TM\ 3 + L} \times (1 + L)$$

Figura 34. SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index).

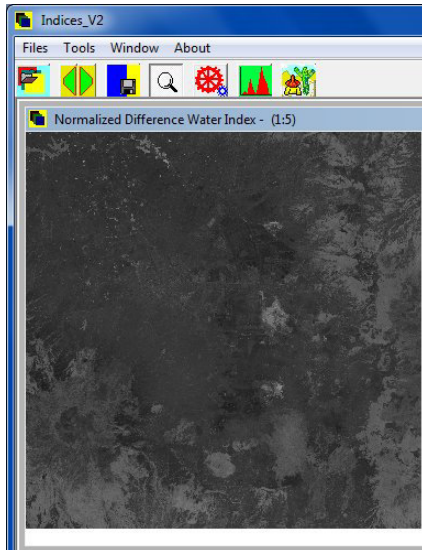
El mini-software Indices_V2 contiene también otros tres tipos de índice: el índice de humedad o Normalized Difference Water Index que muestra donde se encuentran las zonas de riego; el índice de Color que se puede usar para caracterizar la naturaleza de los suelos desnudos o buscar concentraciones de hierro; y el índice de densidad de construcciones urbanas; ese índice llamado Normalized Difference Built-up Index entra entre otras aplicaciones en la búsqueda de zonas edificadas (véase el mini-software BVS que desarrolle en 2013).

NOTA 6:

Hubiese podido dar más ejemplos de cálculo de los índices. Existen algunos que son específicos y tratan de responder a una problemática diferente. Para algunos, pienso que se pueden utilizar las formulas empleadas en los 10 ejemplos presentados aquí porque, *mutatis mutandi*, obedecen generalmente a la misma definición que los índices anteriores.

Los usuarios me pueden contactar si ellos estiman que se necesitaría añadir índices que consideran indispensables. Tratare con mucho gusto hacer estas modificaciones.

7) NDWI (Normalized Difference Water Index)

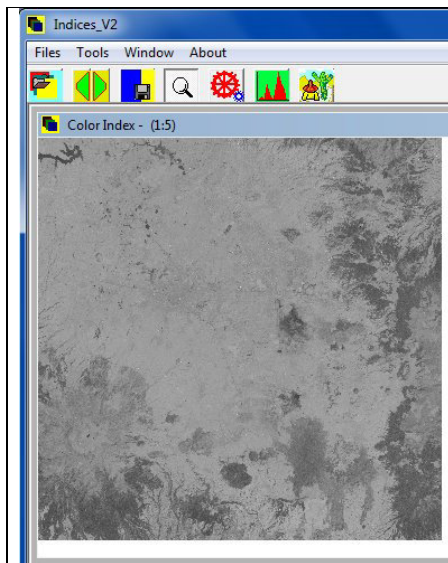


Este índice se calcula:

$$NDWI = (TM\ 4 - TM\ 5) / (TM\ 4 + TM\ 5)$$

Figura 35. NDWI.

8) Índice de Color

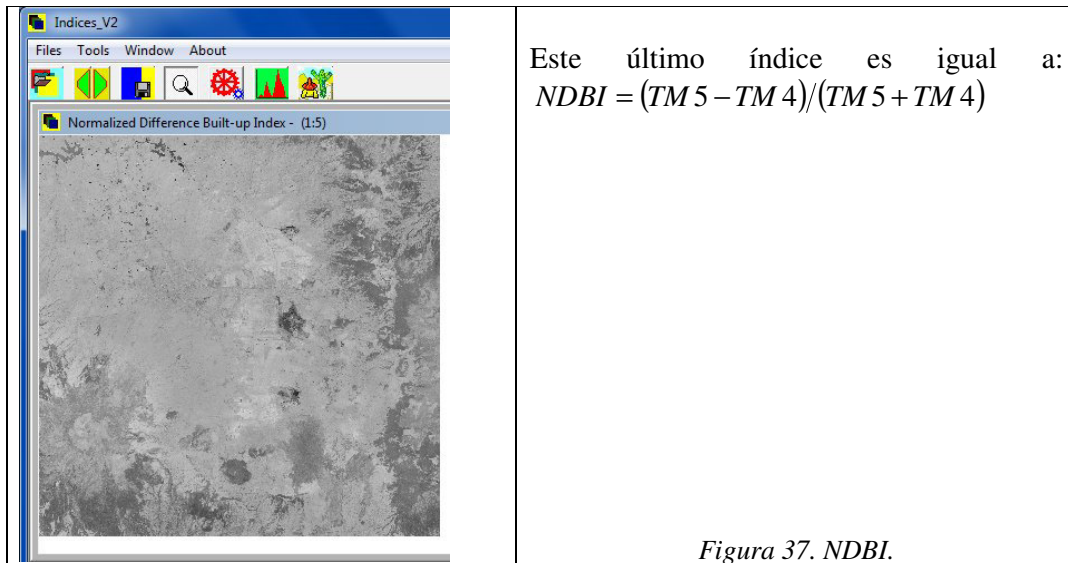


El cálculo del índice de color corresponde a: $CI = (TM\ 3 - TM\ 2) / (TM\ 3 + TM\ 2)$

Figura 36. Color Index.

9) Normalized Difference Built-up Index

Este índice de gran interés para estudiar el espacio urbano necesita en realidad tratamientos anteriores, entre otros el tratamiento realizado por el mini-software PINS, para que resalten los rasgos urbanos. Por otro lado, se supone que existe una interdependencia entre el NDBI y el NDVI (Chen *et al.*, 2003) lo que permitió a Zha *et al.* (2003) proponer un método para caracterizar el espacio urbano.



b) Imágenes SPOT1, SPOT2 y SPOT3

Cuando se trata de una serie de imágenes SPOT1, SPOT2 o SPOT3, el programa abre la ventana de dialogo de la figura 38.

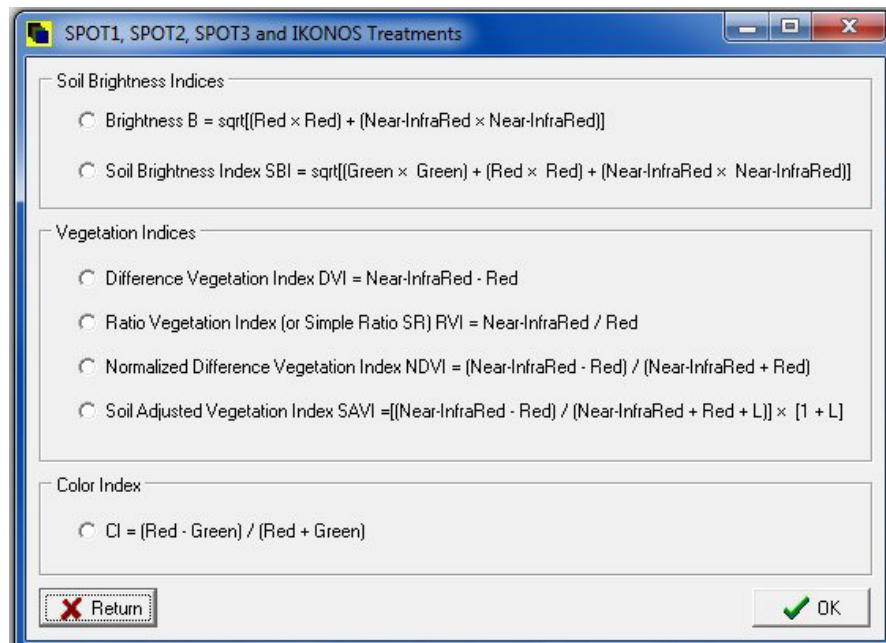


Figura 38. Ventana de dialogo que concierne los tratamientos SPOT1, 2 y 3.

NOTA 7:

La ventana anterior se utiliza en el caso de las imágenes IKONOS, ya que las 3 bandas verde, rojo e infra-rojo cercano que se utilizan para calcular estos índices corresponden de igual manera a las bandas de SPOT.

c) Imágenes SPOT4 y SPOT5

En el caso de las imágenes SPOT4 o SPOT5, el programa abre la ventana de dialogo de la figura 39.

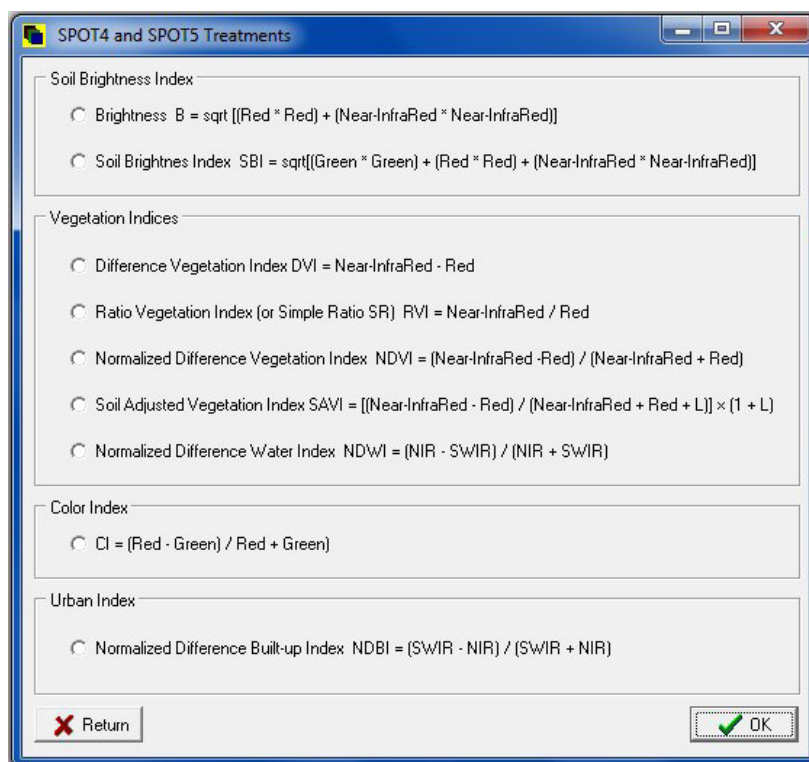


Figura 39. Ventana de dialogo que concierne los tratamientos SPOT4 y SPOT5.

Las imágenes que resultan de los tratamientos se guardan utilizando el botón  [Save Index Image]. Se puede repetir la operación después de cada tratamiento.

Finalmente, el submenú “Exit” del menú “Files” o el botón  [Exit], así como la cruz de San Andrés ubicada en la esquina superior derecha del cuadro que corresponde al *software* permiten salir del programa.

Juan Carlos Parrot.

México, el 29 de noviembre de 2013

Algunas referencias

- Chen, J., Gong, P.J., He, C., Pu, R., Shi, P. (2003). Land use/cover change detection using improved change vector analysis. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 69(4): 369-379.
- Crist, E.P. (1985). A TM tasseled cap equivalent transformation for reflectance factor data. *Remote Sensing of Environment*. 17(3): 301-306.
- Crist, E.P., Cicone, R.C. (1984). A physically-based transformation of Thematic Mapper data-the TM tasseled cap. *IEEE Transactions Geosciences and Remote Sensing*. 22(3): 256-263.
- Guyot, G., Gu, X.-F. (1994). Effect of radiometric corrections on NDVI-determined from SPOT- HRV and Landsat-TM data. *International Journal of Remote Sensing*. 49(3): 169-180.
- Horne, J.H. (2003). A Tasseled Cap Transformation for IKONOS Images. *ASPRS Annual Conference Proceedings*; Alaska, USA. 2003.
- Huang, C, Wyli, B, Yang, L, Homer, C, Zylstra, G. (2002). Derivation of a tasseled cap transformation based on Landsat 7 at-satellite reflectance. *International Journal of Remote Sensing*. 23(8): 1741-1748.
- Huete, A.R., (1988). A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*, 25: 53-70
- Huete, A.R., Liu, H., Batchily, K., van Leeuwen, W. (1997). A Comparison of Vegetation Indices Over a Global Set of TM Images for EOS-MODIS. *Remote Sensing of Environment*. 59(3): 440-451.
- Jackson, R.D., Slater, P.N., Pinter, P.J. (1983). Discrimination of Growth and Water Stress in Wheat by Various Vegetation Indices through Clear and Turbid Atmospheres. *Remote Sensing of the Environment*. 15: 187-208.
- Kauth, R.J., Thomas, G.S. (1976). The Tasseled Cap-A Graphic Description of the Spectral-Temporal Development of Agricultural Crops as Seen by Landsat. *Proceedings of the Symposium on Machine Processing of Remotely Sensed Data*; West Lafayette, Indiana. pp. 41-51.
- Lobser, S.E., Cohen, W.B. (2007). MODIS tasselled cap: land cover characteristics expressed through transformed MODIS data. *International Journal of Remote Sensing*. 28(22): 5079-5101.
- Pearson, R.L., Miller, L.D. (1972). Remote sensing of standing crop biomass of estimation of the productivity of the short-grass prairie, Pawnee national grasslands, Colorado. In: the 8th *International Symposium on Remto Sensing of the Environment*. Ann Arbor, MI. pp: 1355-1379.

Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A., Deering, D.W. (1973). Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS. *Third ERTS Symposium*, NASA SP-351 I: 309-317.

Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A., Deering, D.W. (1973). Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation. Prog. Rep. RSC 1978-1, Remote Sensing Center, Texas A&M Univ., College Station, 93p. (NTIS No. E73-106393)

Sellers, P.J., 1985. Canopy Reflectance, Photosynthesis and Transpiration. *International Journal of Remote Sensing*, 6: 1335-1372.

Tucker, C.J., 1979. Red and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation. *Remote Sensing of the Environment*, 8: 127-150.

Zha, Y., Gao, Y., Ni, S. (2003). Use of Normalized Difference Built-up Index in automatically mapping urban area from TM imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 24(3): 583-594.

Zhang, X.Y., Schaaf, C.B., Friedl, M.A., et al. (2002). MODIS Tasseled Cap Transformation and it's Utility. *Proceedings of the International Geosciences and Remote Sensing Symposium*; Toronto, Canada. pp. 1063-1065.