



Instituto
Nacional
de Pesca
y Acuicultura



10 aniversario
ciga
centro de investigaciones en
geografía ambiental · UNAM



INSTITUTO DE
GEOGRAFÍA
U N A M



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO



Laboratorio Nacional de Observación de la Tierra

Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y
análisis de datos geoespaciales

PROYECTO PAPIME (PE 110218)

**Manual de prácticas de laboratorio
para el procesamiento de imágenes
de satélite y análisis de datos
geoespaciales**



Instituto
Nacional
de Pesca
y Acuicultura



10 aniversario
ciga
centro de investigaciones en
geografía ambiental · UNAM



INSTITUTO DE
GEOGRAFÍA
U N A M



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO



Laboratorio Nacional de Observación de la Tierra

Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geoespaciales

PROYECTO PAPIME (PE 110218)

Práctica:

Detección de cambios en cultivos utilizando imágenes de satélite

Área:

Monitoreo de cultivos

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
<ul style="list-style-type: none">• Julieta Karla Blancas Zamora• Michelle Fernanda López Fuentes• Efraín Rodríguez Ramón	Karen Villa Rangel	Dr. Jean-François Mas Dra. Griselda Berenice Hernández Cruz	03/05/2018



Instituto
Nacional
de Pesca
y Acuicultura



10 aniversario
ciga
centro de investigaciones en
geografía ambiental · UNAM



INSTITUTO DE
GEOGRAFÍA
U N A M



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MÉDICO



Laboratorio Nacional de Observación de la Tierra

Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geoespaciales

PROYECTO PAPIME (PE 110218)

1. Viabilidad de la implementación metodológica

Para obtener el programa SAGA se debe tener instalado el software libre de sistemas de información geográfica QGIS o también se puede descargar el software de la página web System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA).

2. Objetivos de aprendizaje

a. Objetivo general:

Analizar imágenes Landsat TM y MODIS para monitorear la fenología de la vegetación antes y después de un evento de helada extrema.

b. Objetivos específicos:

- Generar una composición de falso color en imágenes satelitales.
- Detectar cambios en imágenes satelitales por diferencia de NDVI.

3. Introducción

La percepción remota se ha convertido en una importante fuente de información en el manejo de la producción agrícola, no sólo a escalas locales sino a nivel global, particularmente para aquellas regiones en que el suministro de alimentos suele pasar por períodos críticos. En estas aplicaciones la percepción remota es particularmente empleada para la identificación de cultivos, así como analizar el estado de éstos, jugando para ello un papel primordial las características espectrales de las principales coberturas terrestres.

Debido a la repetitividad de la toma de imágenes, la percepción remota es ampliamente aplicada al seguimiento de fenómenos dinámicos y a la detección de cambio de las cubiertas del suelo. Los días 3, 4 y 5 de febrero de 2011, heladas muy severas dañaron más de 720,000 *ha* de cultivos, principalmente de maíz blanco, en el noroeste del país.



Instituto
Nacional
de Pesca
y Acuicultura



Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geoespaciales

PROYECTO PAPIME (PE 110218)

En este ejercicio, se utilizarán imágenes Landsat TM tomadas antes y después de la helada e imágenes de alta resolución temporal MODIS para evaluar la superficie de cultivos dañados y seguir la recuperación de la vegetación en una importante área de agricultura de riego cerca de Los Mochis, estado de Sinaloa.

4. Material y Equipo

- Imágenes Landsat TM del 24/01/2011 y del 25/02/2011. Estas imágenes fueron previamente corregidas y representan la reflectancia al techo de la atmósfera de las 6 bandas con 30 m de resolución: banda 1 (azul), banda 2 (verde), banda 3 (rojo), banda 4 (infrarrojo cercano), bandas 5 y 7 (infrarrojo de onda corta).
- Imágenes MODIS (índice de vegetación EVI). Compuestos de 16 días para el periodo comprendido entre enero de 2009 y Agosto de 2011.
- Sistema de Análisis Geocientíficos Automatizados (SAGA) versión 2.3.2.

4.1 Archivos

- Corte reftoa24012011.tif: imagen Landsat TM del 24/01/2011 (bandas con 30 m de resolución espacial).
- Corte reftoa25022011.tif: imagen Landsat TM del 25/02/2011 (bandas con 30 m de resolución espacial).
- Serie EVI.tif: imágenes MODIS (índices de vegetación).
- Sitios p. Polígonos en 1) área de riego, 2) área urbana y 3) vegetación natural.
- Los archivos se encuentran disponibles en la carpeta de insumos.

5. Desarrollo

Actividad 1

Introducción a SAGA

SAGA es un programa de código abierto que presenta numerosas funciones para el procesamiento de imágenes de satélite (consultar <http://www.saga-gis.org/> y Conrad et al., 2015). Al descargar QGIS la instalación de éste se hará de manera simultánea con



Instituto
Nacional
de Pesca
y Acuicultura



10 aniversario
ciga
centro de investigaciones en
geografía ambiental · UNAM



INSTITUTO DE
GEOGRAFIA
U N A M



LAN
Laboratorio Nacional de Observación de la Tierra

Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geoespaciales

PROYECTO PAPIME (PE 110218)

sus programas asociados (grass, SAGA). Al inicio del programa se despliegan cuatro ventanas que permiten su manejo. Estas ventanas pueden activarse o apagarse utilizando la opción *Windows* ubicada en el menú en la parte superior de la interface gráfica (figura 1):

1. **Ventana de manejo (Manager):** La pestaña *Tools* permite acceder a las diferentes funciones del programa, las cuales están organizadas por temas (*Climate*, *Imagery*, *Import/Export*, etc.). La pestaña *Data* permite ver y desplegar las imágenes cargadas en el sistema.
2. **Ventana Propiedades (Object Properties):** permite escoger opciones de despliegue de las imágenes (realce, paletas de color, transparencia, etc).
3. **Ventana Data Source:** despliega una o varias imágenes (en la misma ventana utilizando transparencia o en ventanas separadas).
4. **Ventana de mensajes (Messages):** informa sobre la ejecución y eventuales errores de un comando.



Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geospaciales

PROYECTO PAPIME (PE 110218)

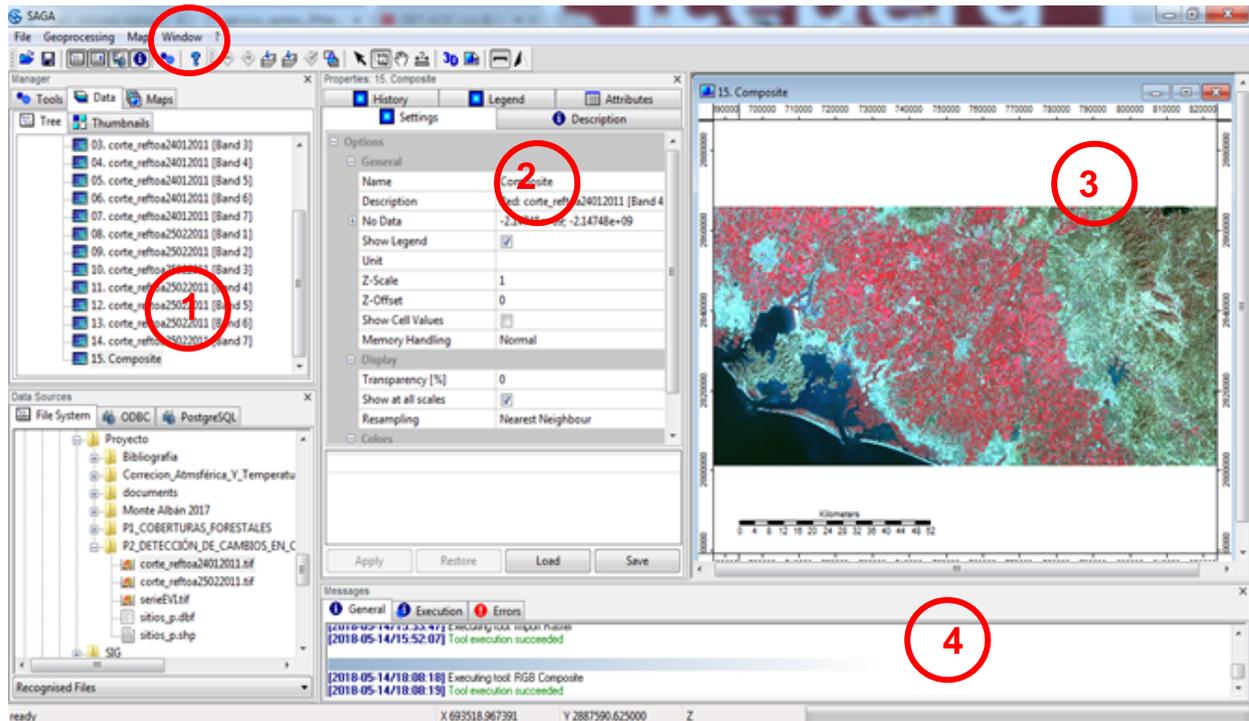


Figura 1. Interfaz principal de SAGA.

Actividad 2 Análisis de las imágenes Landsat

Como primer paso se cargarán las dos imágenes Landsat en SAGA, para ello se dirige a la ventana de *manejo (manager)*, se selecciona la viñeta *Tools* y se da clic en la opción *import/export* posteriormente en la opción *GDAL/OGR* y después se da clic en la opción *Import Raster* (figuras 2 y 3).



Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura



Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geospaciales

PROYECTO PAPIME (PE 110218)

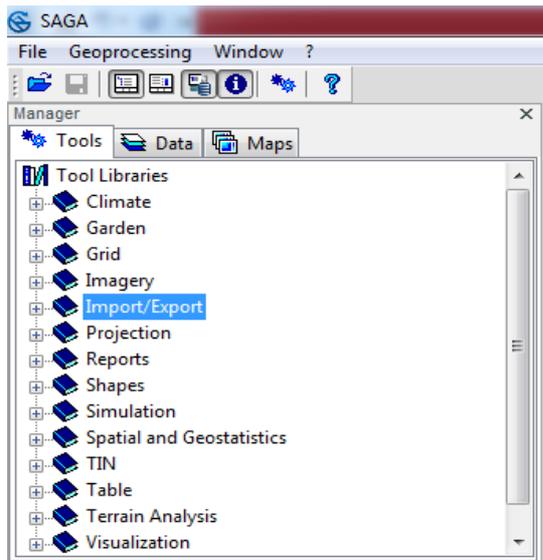


Figura 2. Ventana manager y pestaña tools.

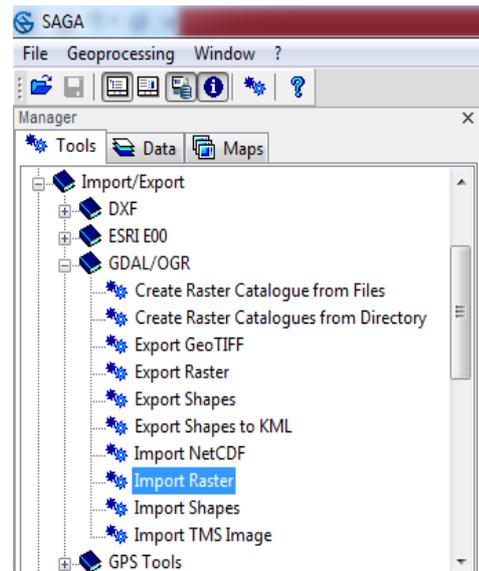


Figura 3. Importar Ráster.

Posteriormente se desplegará una ventana, en la opción *Files* se seleccionará la dirección de las imágenes con las que se trabajarán, también se deben desactivar las opciones *Alphanumeric Sorting* y *Transformation*, finalmente se da clic en el botón *Ok* (figura 4).

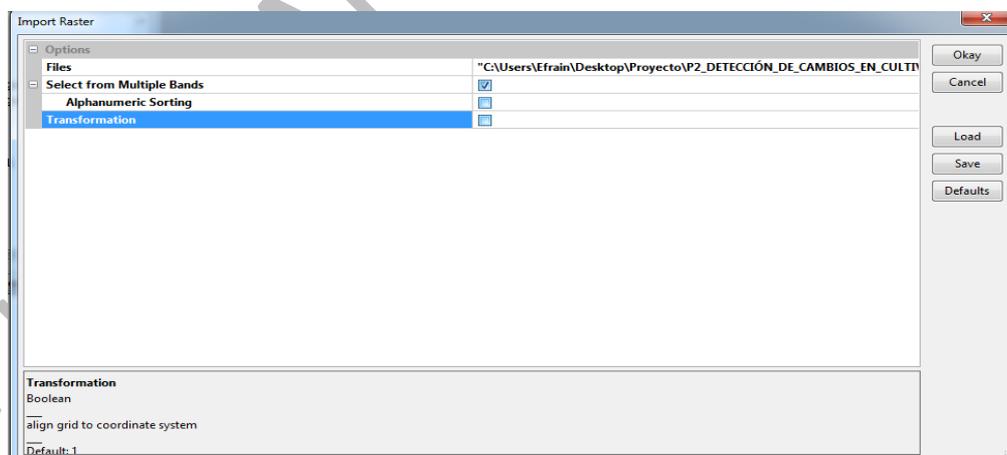


Figura 4. Ventanas para la importación de datos ráster.



Instituto
Nacional
de Pesca
y Acuicultura



10 aniversario
ciga
centro de investigaciones en
geografía ambiental · UNAM



INSTITUTO DE
GEOGRAFIA
U N A M



LAN
Laboratorio Nacional de Observación de la Tierra

Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geospaciales

PROYECTO PAPIME (PE 110218)

Enseguida se desplegará una segunda ventana dando clic al recuadro *Load All Bands* y nuevamente se da clic en el botón *Ok* (figura 5).

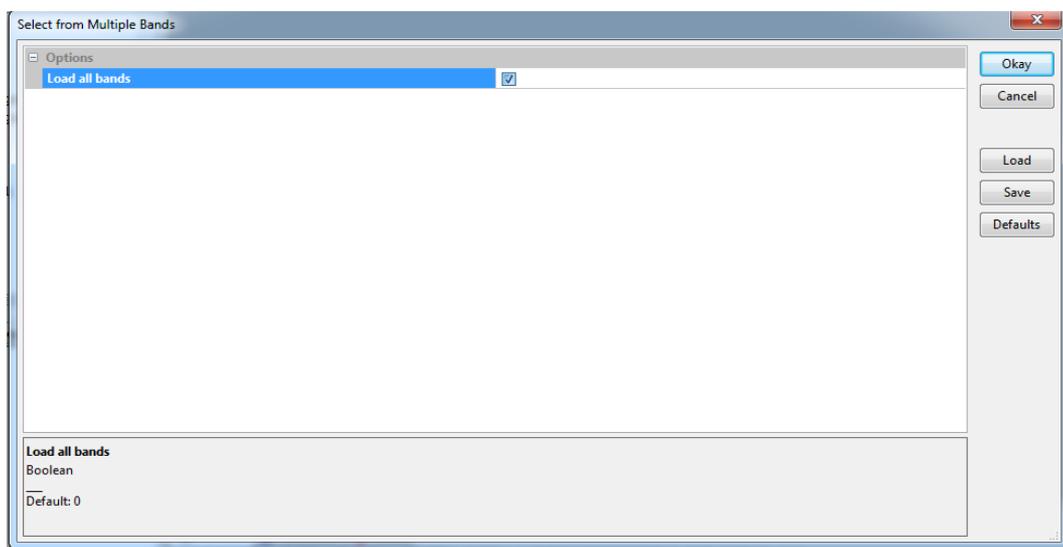


Figura 5. Ventanas para la importación de datos ráster.

Una vez que el programa SAGA ha terminado de ejecutar el proceso de importación de datos ráster se procede a elaborar la composición de falso color (combinación de las bandas 4, 3, 2 en los canales RGB) para ambas imágenes. Para ello se dirige a la ventana *manager*, se selecciona la pestaña *Tools* y se da clic en el comando *Visualization*, después se elige la opción *Grids* y por último se da clic en la opción *RGB Composite* (figuras 6 y 7).



Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura



10 aniversario
CIGA | centro de investigaciones en geografía ambiental · UNAM



INSTITUTO DE GEOGRAFIA UNAM



UNIVERSIDAD NACIONAL AVIZPA DE MEXICO



Laboratorio Nacional de Observación de la Tierra

Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geoespaciales

PROYECTO PAPIME (PE 110218)

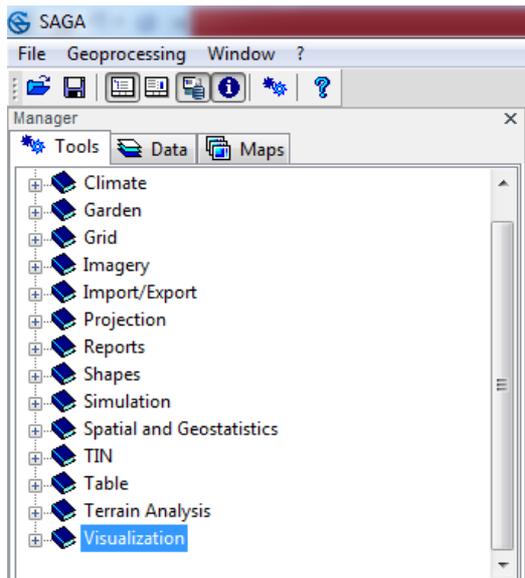


Figura 6. Comando Visualization

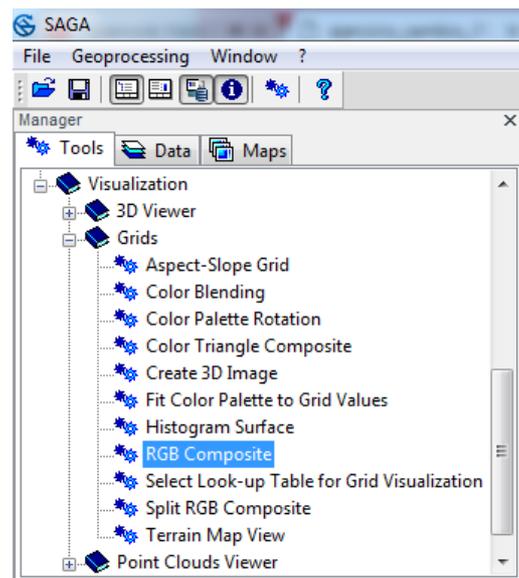


Figura 7. Opción RGB Composite

Enseguida se desplegará la ventana de *RGB Composite* y en la casilla de *Grid system* se elegirá la opción **30; 4555x 2167y; 686850x 2801010y**, en la casilla *Red* se elegirá la banda 4, en la casilla *Green* la banda 3 y en la casilla *Blue* la banda 2. Una vez llenadas las casillas con la información anterior se da clic en el botón *Ok*. Resaltando que este paso se aplica a ambas imágenes Ráster (figuras 8 y 9).



Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura



Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geoespaciales

PROYECTO PAPIME (PE 110218)

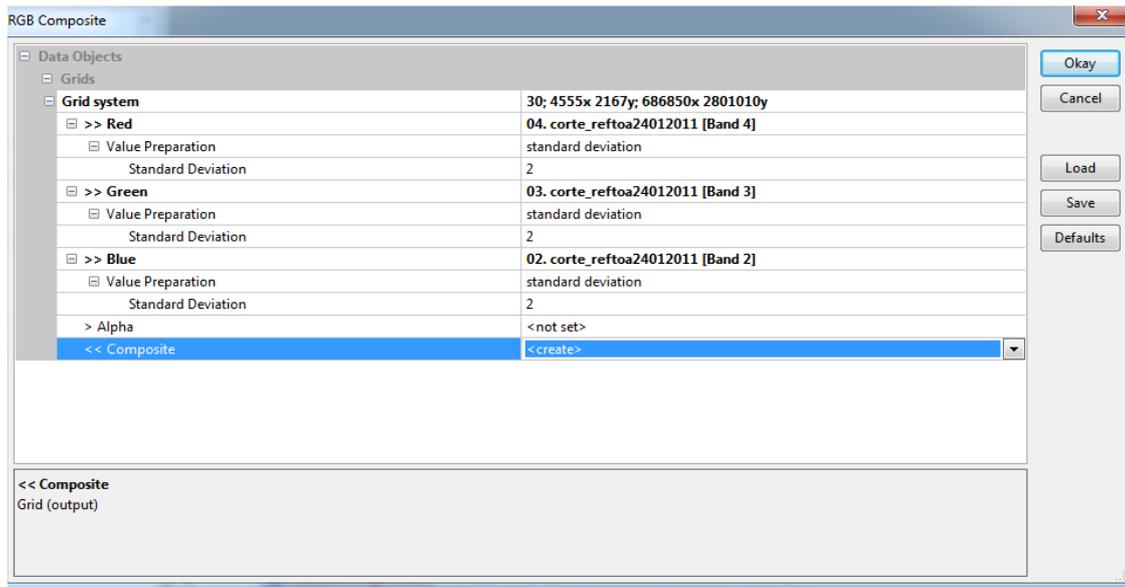


Figura 8. Combinación de falso color para primera imagen.

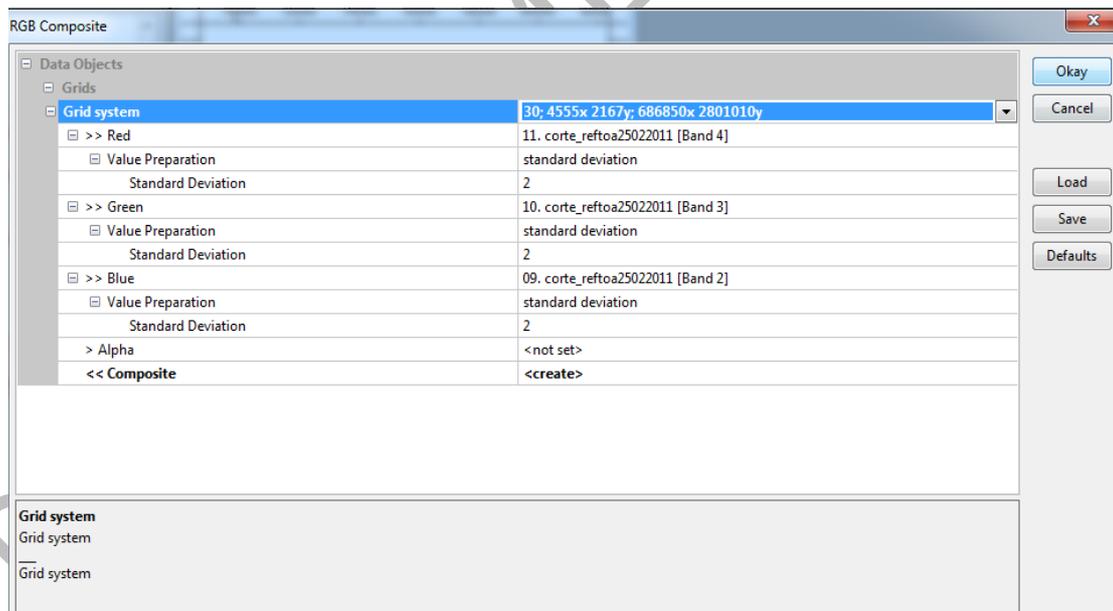


Figura 9. Combinación de falso color para segunda imagen.



Instituto
Nacional
de Pesca
y Acuicultura



10 aniversario
CIGA
centro de investigaciones en
geografía ambiental · UNAM



INSTITUTO DE
GEOGRAFIA
U N A M



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO



Laboratorio Nacional de Observación de la Tierra

Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geoespaciales

PROYECTO PAPIME (PE 110218)

Una vez creadas, las composiciones en falso color aparecerán en la lista de imágenes cargadas con el nombre de “*Composite*” dirigiéndose a la pestaña *Data* de la ventana *Manager* y estas a su vez se pueden desplegar dando doble clic en *Composite* (figura 10). En estas composiciones de falso color, la vegetación fotosintéticamente activa aparece en tonos rojos (figuras 11 y 12).

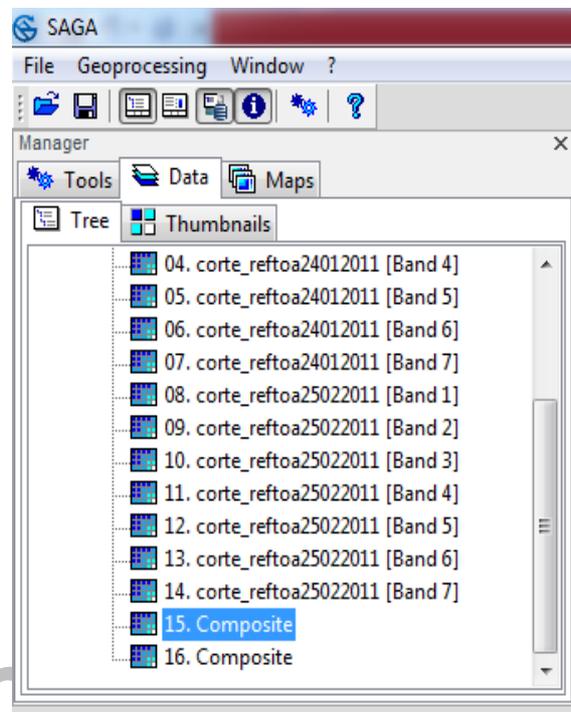


Figura 10. Pestaña Data Lista de imágenes cargadas.



Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura



10 aniversario
CIGA | centro de investigaciones en geografía ambiental - UNAM



INSTITUTO DE GEOGRAFIA U N A M



LAN
Laboratorio Nacional de Observación de la Tierra

Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geospaciales

PROYECTO PAPIME (PE 110218)

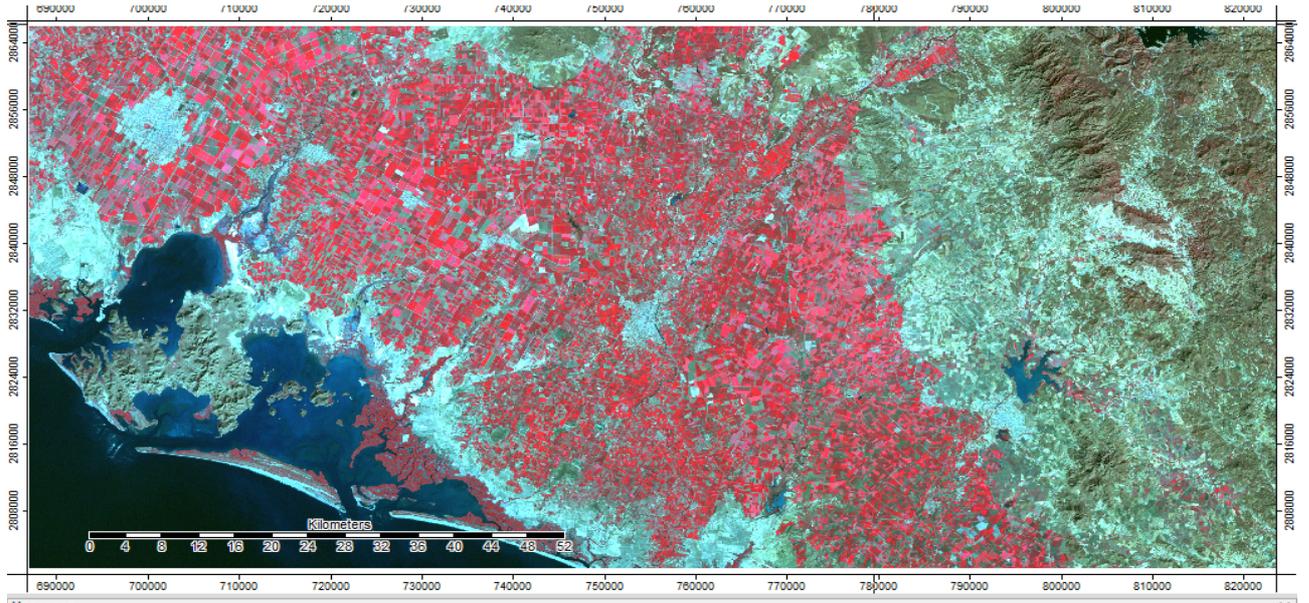


Figura 11. Composición en falso color de imágenes Landsat tomada antes de las heladas.

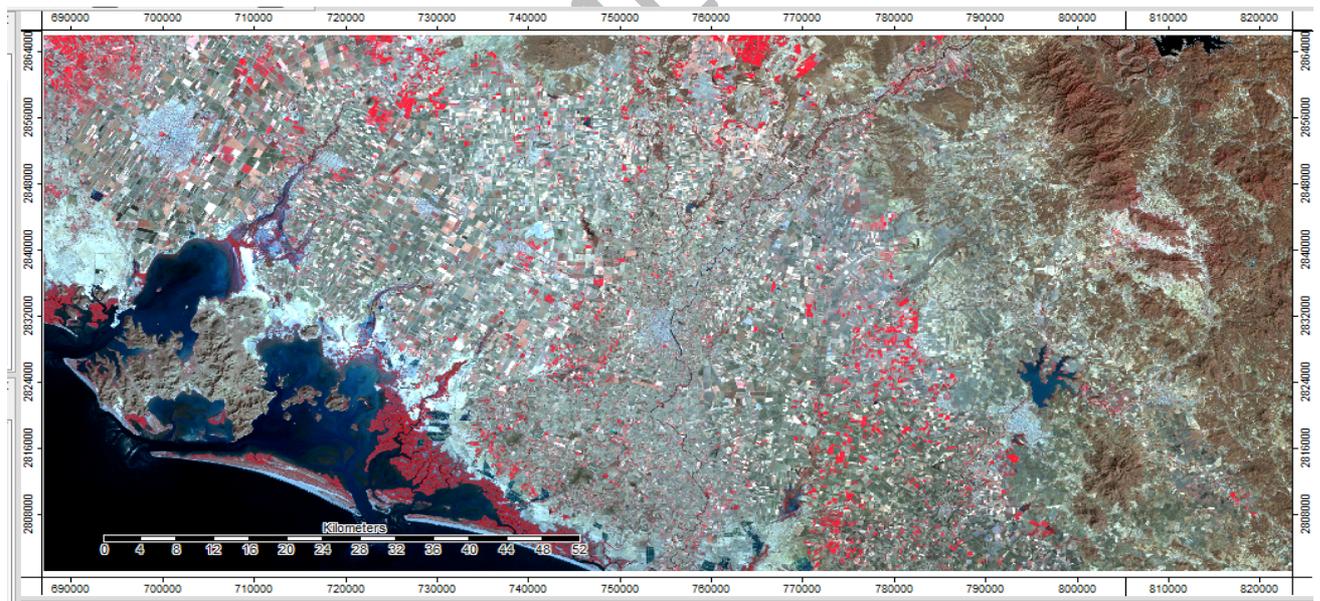


Figura 12. Composición en falso color de imágenes Landsat tomada después de las heladas.



Instituto
Nacional
de Pesca
y Acuicultura



10 aniversario
ciga
centro de investigaciones en
geografía ambiental · UNAM



INSTITUTO DE
GEOGRAFIA
U N A M



Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geoespaciales

PROYECTO PAPIME (PE 110218)

Actividad 3

Detección de cambio por diferencia de NDVI

Como se puede observar en las composiciones en falso color, hay un cambio drástico en la respuesta espectral de los cultivos entre las dos fechas. Por lo tanto, es posible crear una imagen que realce los cambios con base en la diferencia del índice de vegetación entre las dos fechas como se muestra en la ecuación (1):

$$Dif = NDVI_{t_2} - NDVI_{t_1} \dots(1)$$

Donde *Dif* es la imagen de la diferencia, pixel a pixel, de $NDVI_{t_1}$ y $NDVI_{t_2}$, los NDVI de la primera y segunda fecha respectivamente.

Para ello, se calculará primero el índice de diferencia normalizada (NDVI) para ambas fechas dirigiéndose a la ventana de *Manager* en la pestaña *Tools* después se elige el comando *Imagery*, se elige la opción *Tools* y por último se elige la opción *Vegetation Index (Slope Based)* (figura 13 y 14).



Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura



10 aniversario
CIGA | centro de investigaciones en geografía ambiental · UNAM



INSTITUTO DE GEOGRAFIA UNAM



Laboratorio Nacional de Observación de la Tierra

Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geospaciales

PROYECTO PAPIME (PE 110218)

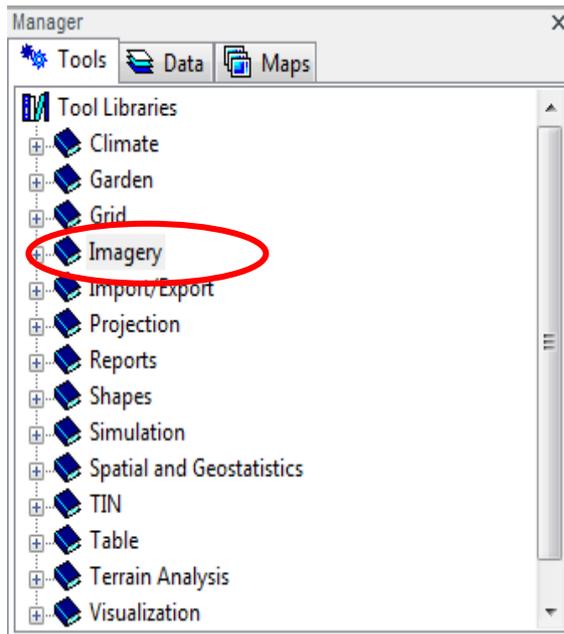


Figura 13. Comando Imagery

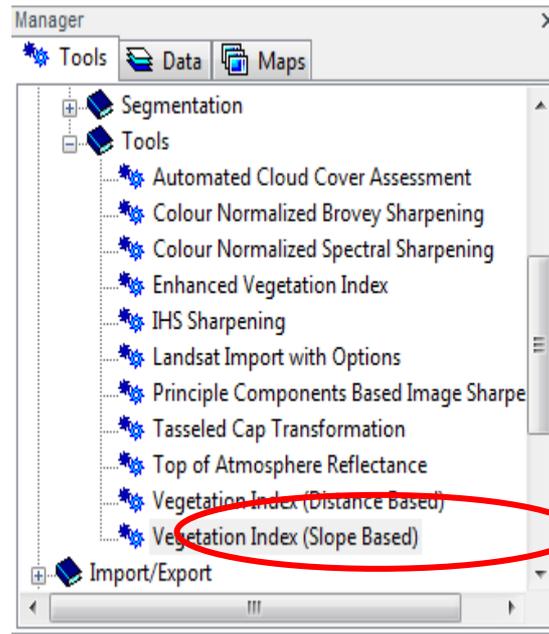


Figura 14. Tools > Vegetation Index (Slope Based)

El NDVI se calcula con base en las bandas del rojo (banda 3) y del infrarrojo (banda 4), por ello el siguiente paso es ingresar en la casilla **Red Reflectance** la banda tres y en la casilla **Near Infrared Reflectance** la banda 4 y en la casilla **Normalized Difference Vegetation Index** se selecciona la opción *create* y por último se da clic en el botón *Ok*. Recalcando que esté paso se aplica para ambas imágenes (figuras 15 y 16).



Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura



Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geoespaciales

PROYECTO PAPIIME (PE 110218)

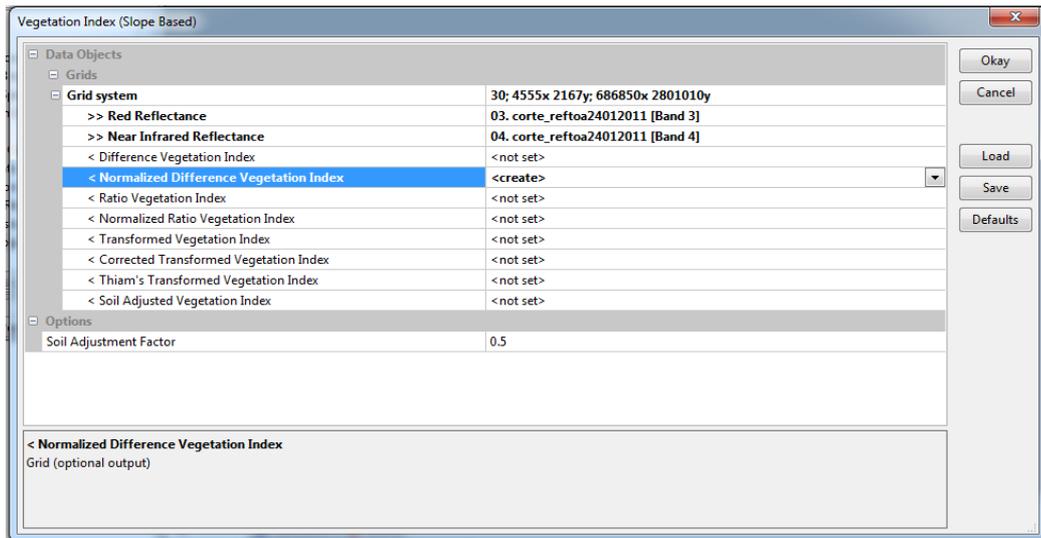


Figura 15. Vegetation Index (Slope Based) para la primera imagen.

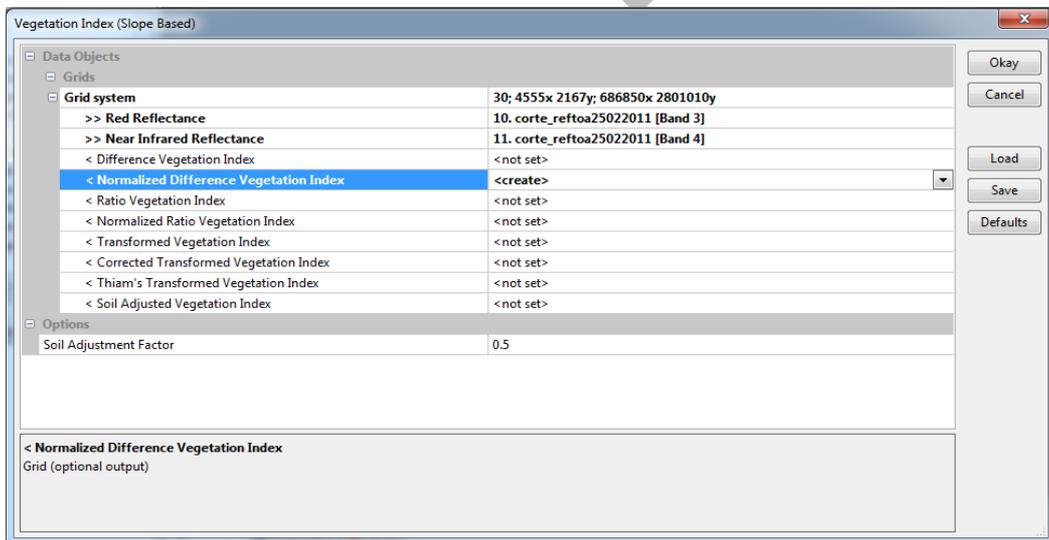


Figura 16. Vegetation Index (Slope Based) para la segunda imagen.

Una vez creados, los NDVI aparecerán en la lista de imágenes cargadas con el nombre de *Normalized Difference Vegetation Index* dirigiéndose a la pestaña *Data* de la ventana *Manager* y éstas se desplegarán dando doble clic en el nombre del archivo (figura 17 y 18).



Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura



10 aniversario
CIGA | centro de investigaciones en geografía ambiental - UNAM



INSTITUTO DE GEOGRAFIA UNAM



Laboratorio Nacional de Observación de la Tierra

Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geospaciales

PROYECTO PAPIME (PE 110218)

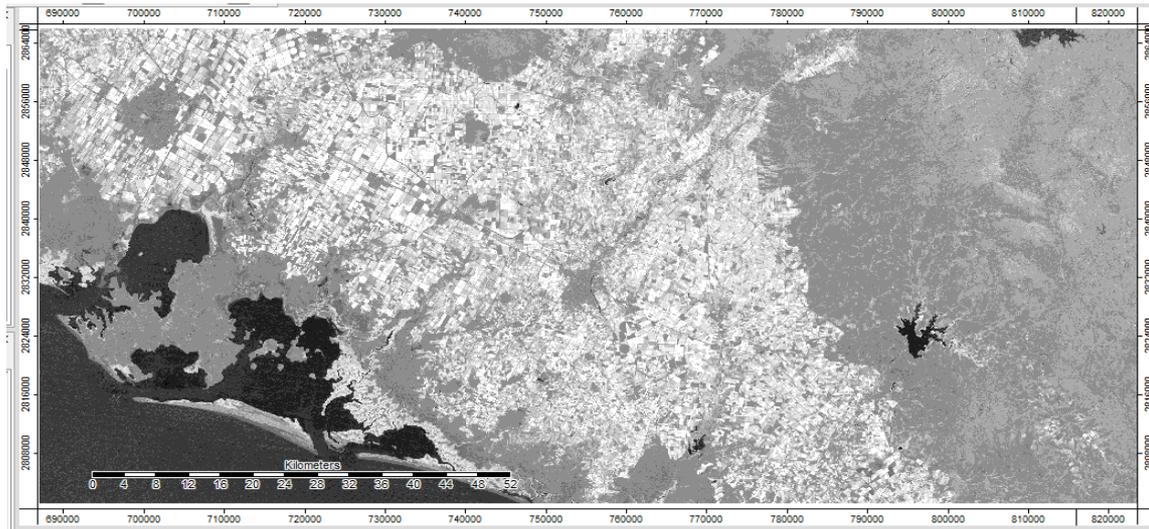


Figura 17. NDVI de imágenes Landsat tomada antes de las heladas.

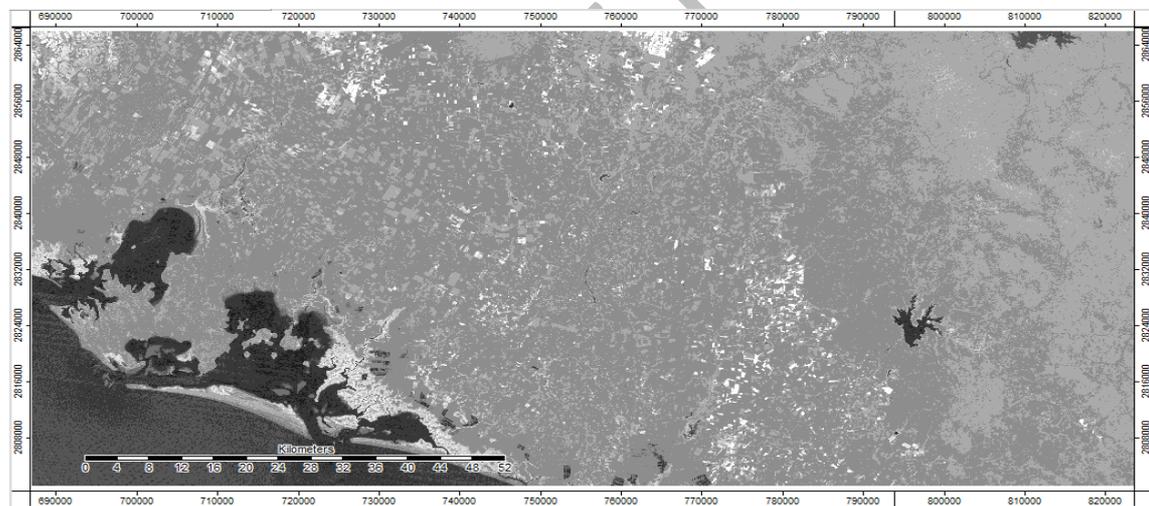


Figura 18. NDVI de imágenes Landsat tomada antes de las heladas.

El siguiente paso es llevar a cabo la diferencia de NDVI, para ello se dirige a la ventana *Manager* y seleccionando la pestaña *Tools* se utiliza el comando *Grid*, posteriormente *Calculus* y se selecciona *Grid difference* (figuras 19 y 20).



Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura



10 aniversario
CIGA | centro de investigaciones en geografía ambiental · UNAM



Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geospaciales

PROYECTO PAPIME (PE 110218)

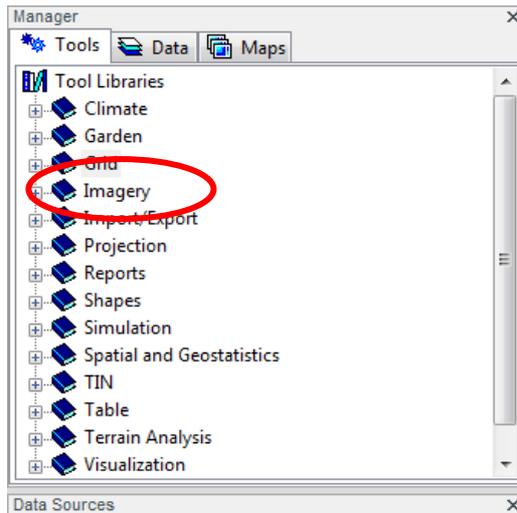


Figura 19. Comando Grid

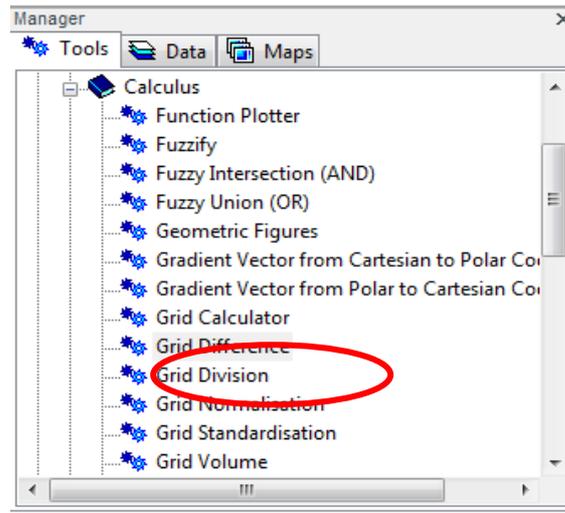


Figura 20. Grid Difference

Se desplegará una ventana donde en la casilla *Grid system* se seleccionará **30; 4555x 2167y; 686850x 2801010y** en la casilla con la letra **A** se ingresará el NDVI de la primera imagen y en la casilla con la letra **B** se seleccionará el NDVI de la segunda imagen, en la casilla *Difference (A - B)* se seleccionará la opción *create* y por último se da clic en el botón *Ok* (figura 21).



Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura



10 aniversario
CIGA | centro de investigaciones en geografía ambiental · UNAM



Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geospaciales

PROYECTO PAPIME (PE 110218)

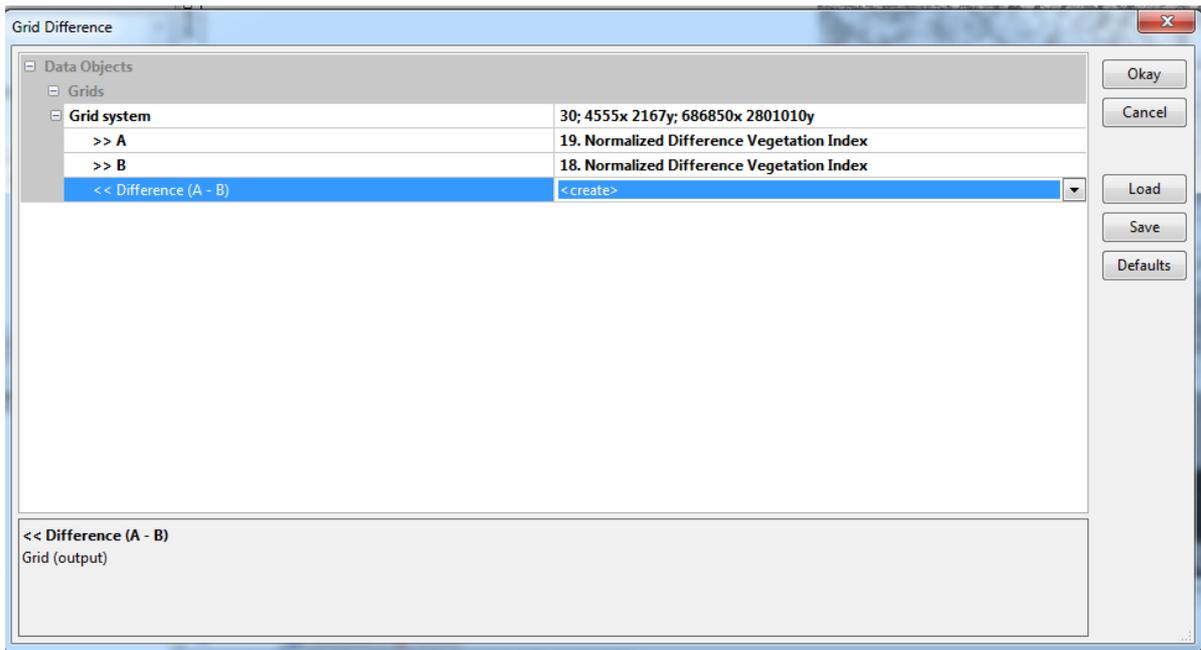


Figura 21. Ventana Grid Difference (diferencia entre dos mapas)

Una vez creada la Diferencia de NDVI aparecerá en la lista de imágenes cargadas con el nombre de *Difference (A - B)* dirigiéndose a la pestaña *Data* de la ventana *Manager* y está se abrirá dando doble clic en el nombre de dicho archivo (figura 22).



Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura



10 aniversario
CIGA | centro de investigaciones en geografía ambiental · UNAM



INSTITUTO DE GEOGRAFIA U N A M



Laboratorio Nacional de Observación de la Tierra

Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geospaciales

PROYECTO PAPIME (PE 110218)

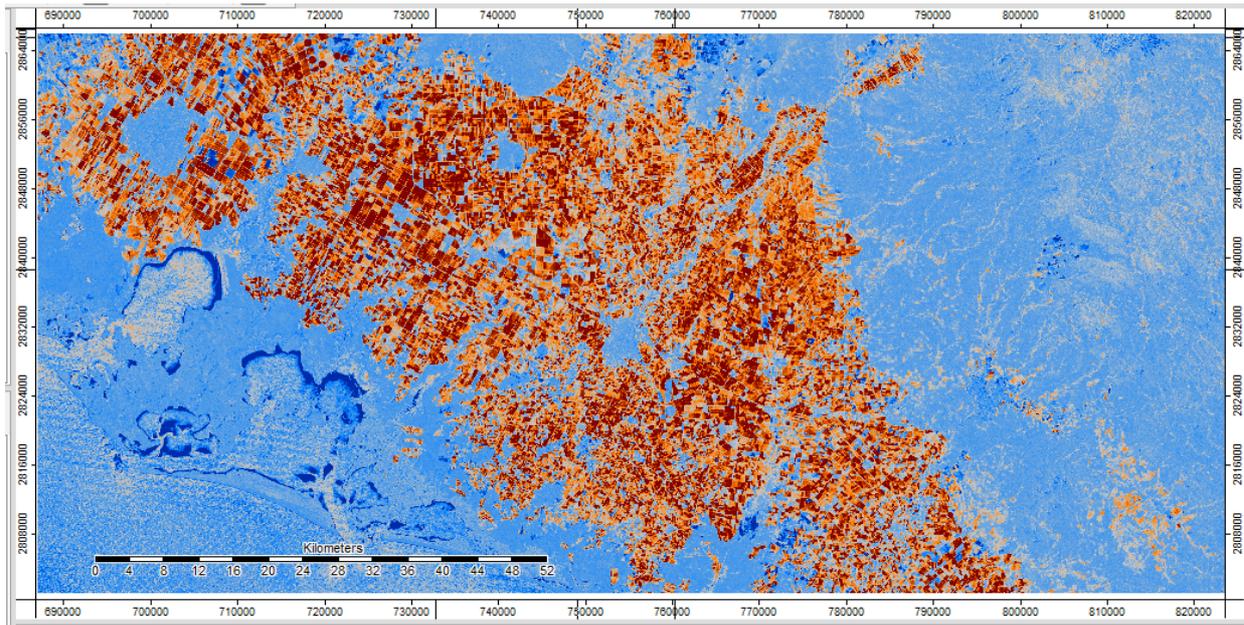


Figura 22. Imagen Diferencia de NDVI.

Se puede obtener el histograma de los valores de la imagen de diferencia de NDVI, en la pestaña *Data* dando clic derecho en el nombre de la imagen y en el menú que se despliega se selecciona la opción *Histogram*. Los pixeles, con un valor negativo en la cola izquierda del histograma, corresponden a áreas con un NDVI alto en la primera fecha y bajo en la segunda, lo cual corresponde al comportamiento de las áreas agrícolas “quemadas” por la helada. Sin embargo, la imagen de diferencia presenta valores continuos y se quiere obtener una imagen binaria que separa las áreas agrícolas dañadas (figura 23).



Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura



10 aniversario
CIGA | centro de investigaciones en geografía ambiental · UNAM



INSTITUTO DE GEOGRAFIA U N A M



UNIVERSIDAD NACIONAL AVIZPAMA DE MEXICO



Laboratorio Nacional de Observación de la Tierra

Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geoespaciales

PROYECTO PAPIIME (PE 110218)

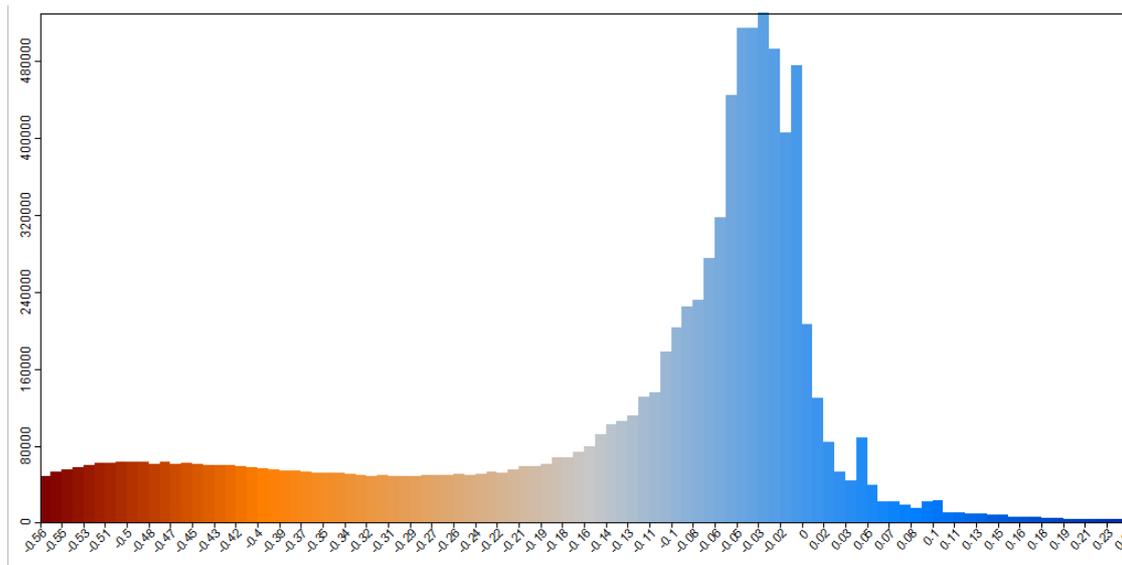


Figura 23. Histograma de diferencia de NDVI.

La selección del valor umbral es delicada: si se selecciona un valor localizado cercano a la izquierda del histograma (por ejemplo -0.48), las áreas seleccionadas son las que presentan una gran diferencia de NDVI entre ambas fechas, es decir, son probablemente todas las pérdidas de cultivos. En otras palabras, se cometerá muy poco error de comisión en el mapa de áreas dañadas. Sin embargo, es probable que áreas de pérdida no se mapeen como tal, esto se refiere a que se cometerán importantes errores de omisión y el mapa de áreas dañadas subestimaría la superficie de cultivos perdidos. Al contrario, si se coloca el umbral dirigido a la derecha (por ejemplo -0.18), la imagen umbralizada tenderá a sobreestimar el área dañada, limitando el error de omisión, pero aumentando el de comisión. Las figuras 26 y 27 representan las imágenes obtenidas con los umbrales -0.48 y -0.18. Para identificar los píxeles de cambio (en particular los correspondiente a una pérdida de cultivos).

El siguiente paso es mapear la imagen con dos diferentes tipos de umbrales. Para identificar los píxeles de cambio (en particular los correspondiente a una pérdida de cultivos), se debe escoger un valor "límite" y umbralizar la imagen *Difference (A - B)* dirigiéndose a la ventana *Manager* seleccionando el comando *Grid* posteriormente *Tools* y dando clic en *Reclassify grid values*. Se deben llenar las casillas de la ventana de acuerdo con las figuras



Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura

10 aniversario
ciga | centro de investigaciones en geografía ambiental · UNAM

IG INSTITUTO DE GEOGRAFIA UNAM



LAN Laboratorio Nacional de Observación de la Tierra

Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geoespaciales

PROYECTO PAPIME (PE 110218)

24 y 25. En el caso de la figura se reclasifican los pixeles entre -1 y -0.48 en el valor 1 (áreas mapeadas como cultivos quemados) y los demás pixeles en 0 (demás áreas).

Data Objects	
Grids	
Grid system	30; 4555x 2167y; 686850x 2801010y
>> Grid	19. Difference (A - B)
<< Reclassified Grid	< create >

Options	
Method	range
minimum value	-1
maximum value	-0.48
new value	1
operator	<=

Special cases	
no data values	<input type="checkbox"/>
other values	<input checked="" type="checkbox"/>
new value	0

NoData Output Grid
Assign ... NoData value of input grid

other values
Boolean
Use this option to reclassify all other values that are not specified in the options above.
Default: 0

Figura 24. Reclasificación de la imagen de la diferencia de NDVI para el valor -0.48

Data Objects	
Grids	
Grid system	30; 4555x 2167y; 686850x 2801010y
>> Grid	19. Difference (A - B)
<< Reclassified Grid	20. Difference (A - B)_reclassified

Options	
Method	range
minimum value	-1
maximum value	-0.18
new value	1
operator	<=

Special cases	
no data values	<input type="checkbox"/>
other values	<input checked="" type="checkbox"/>
new value	0

NoData Output Grid
Assign ... NoData value of input grid

Figura 25. Reclasificación de la imagen de la diferencia de NDVI para el valor -0.18



Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura



10 aniversario
CIGA | centro de investigaciones en geografía ambiental · UNAM



Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geospaciales

PROYECTO PAPIME (PE 110218)

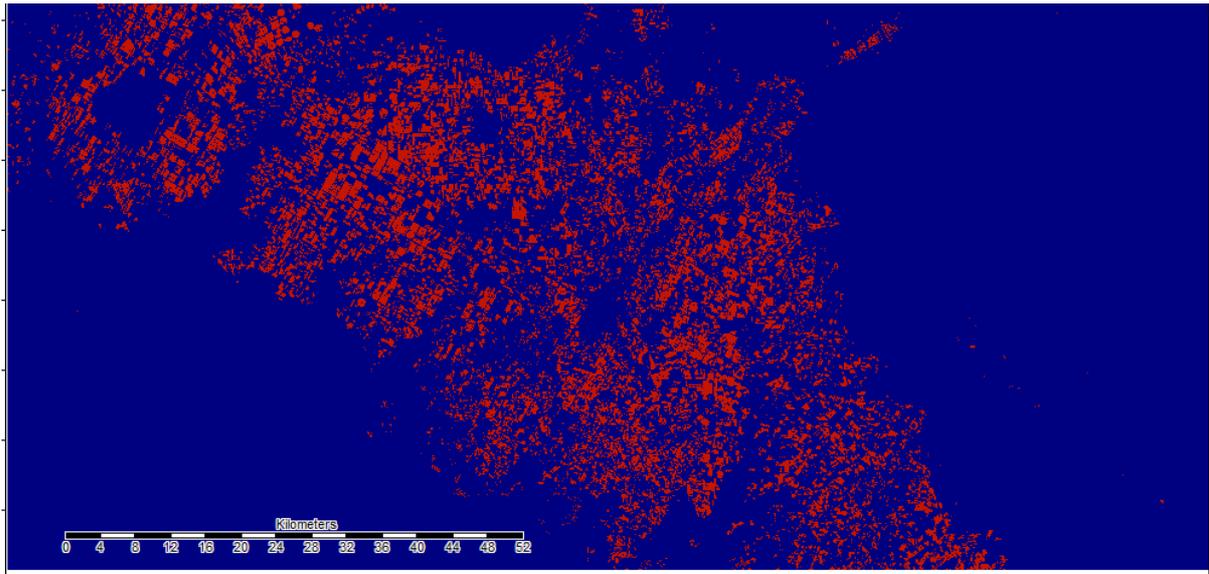


Figura 26. Áreas mapeadas como cultivos dañados (en rojo) con dos valores para umbralizar la imagen de diferencia de NDVI, umbral -0.48

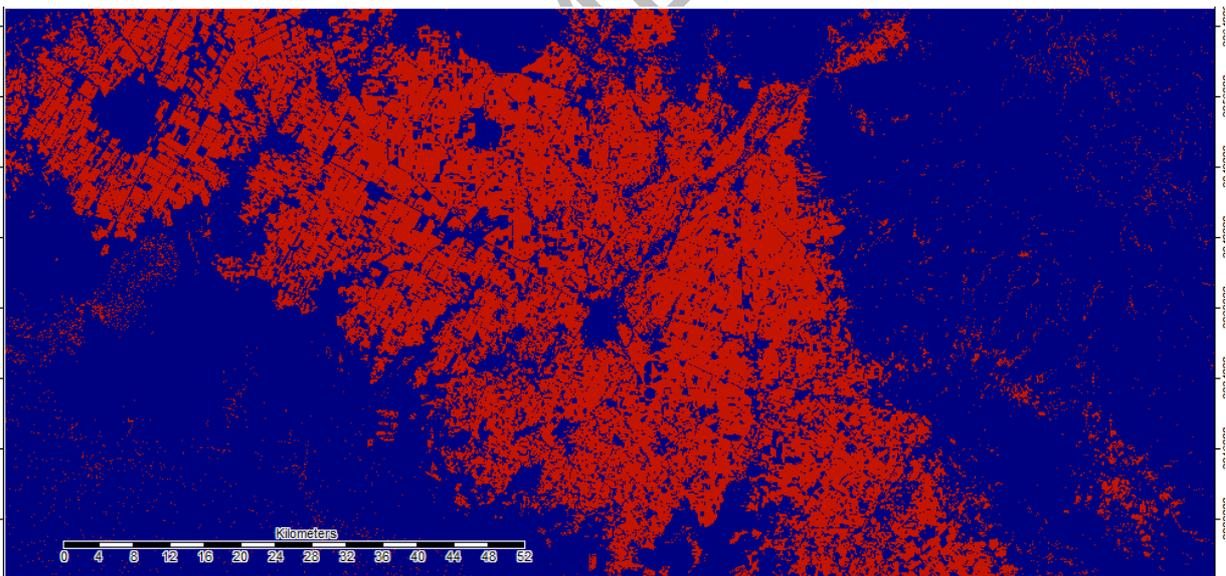


Figura 27. Áreas mapeadas como cultivos dañados (en rojo) con dos valores para umbralizar la imagen de diferencia de NDVI, umbral -0.18



Instituto
Nacional
de Pesca
y Acuicultura



10 aniversario
CIGA
centro de investigaciones en
geografía ambiental · UNAM



INSTITUTO DE
GEOGRAFIA
U N A M



Laboratorio Nacional de Observación de la Tierra

Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geoespaciales

PROYECTO PAPIME (PE 110218)

Actividad 4 Análisis de las imágenes MODIS

Debido a su alta resolución temporal, el sensor MODIS permite dar un seguimiento más detallado de los cambios a través del tiempo. La NASA elabora diferentes productos derivados de las imágenes MODIS, incluyendo productos de índices de vegetación sobre periodos de 16 días (producto MOD13, para más detalles, ver García-Mora & Mas, 2011). La elaboración de los compuestos de 16 días consiste en seleccionar las mejores observaciones tomadas durante este periodo.

En este ejercicio, se van a utilizar composiciones del índice de vegetación mejorado EVI para el periodo comprendido entre enero de 2009 y agosto de 2011 para calcular el índice promedio para pequeñas áreas representando tres tipos de cubierta: Cultivos de riego, vegetación natural (matorrales) y áreas urbanas. Estas áreas están representadas por polígonos similares a polígonos de campo de entrenamiento. El EVI quincenal se graficará para observar su variación a lo largo del tiempo. Para ello, se debe elaborar una tabla que indique el valor promedio de las celdas de las imágenes del EVI para cada campo de entrenamiento (estadísticas de zonas).

Como primer paso se deben cargar las imágenes MODIS (de la misma forma que las imágenes Landsat, dirigiéndose a la pestaña *Manager* seleccionando el comando *Import/Export*, posteriormente la opción *GDAL/OGR* y seleccionar *Import raster* y se elige la imagen *Serie EVI*. El mapa de los campos de entrenamiento se encuentra en formato shape y para importarlo se dirige a la pestaña *Manager*, después *Import/Export*, posteriormente *GDAL/OGR* y al último se selecciona *Import Shapes* y se importa el archivo *sitios_p* (figuras 28 y 29).



Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura



Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geoespaciales

PROYECTO PAPIME (PE 110218)

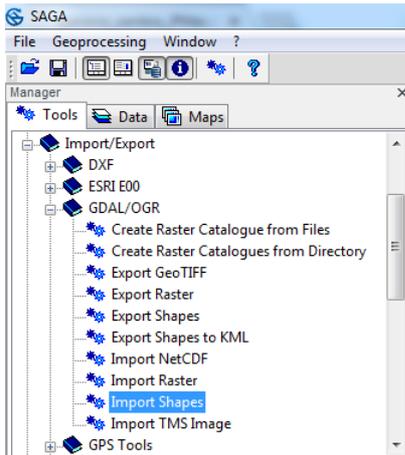


Figura 28. Import Shapes

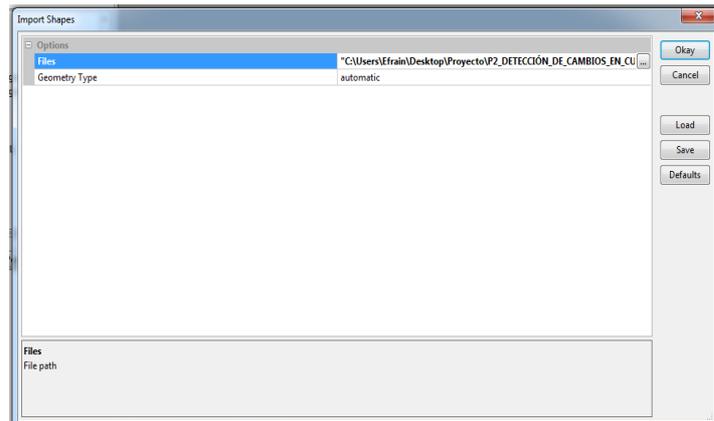


Figura 29. Import Shapes

Para Calcular el valor promedio del NDVI para los sitios de referencia (**sitios p**) se dirige a la ventana *Manager* en la pestaña *Tools*, se elige el comando *Shapes*, se selecciona *Grid Tools* y por último se elige la opción *Grid statistics for polygons* (figuras 30 y 31).

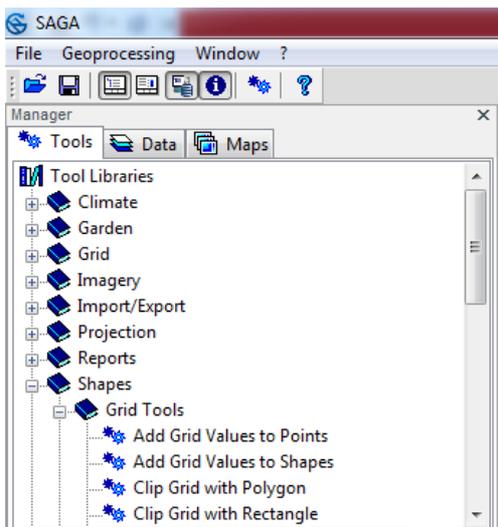


Figura 30. Comando Shapes

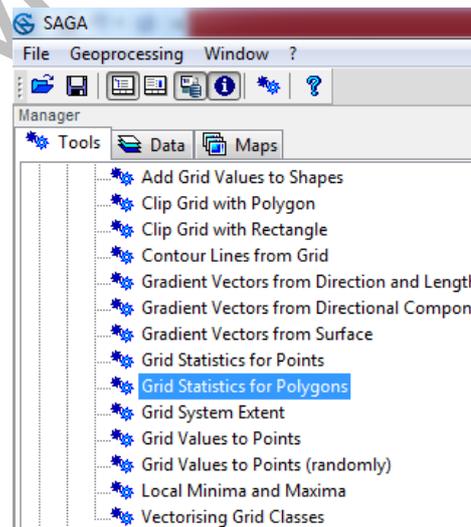


Figura 31. Grid Statistics for Polygons

Una vez seleccionada dicha opción aparecerá la siguiente ventana (figura 32) donde en la casilla *Grid System* se carga la opción **250; 1704x 2208y; 44025x 2450125y** en la



Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura

10 aniversario
ciga | centro de investigaciones en geografía ambiental · UNAM

IG INSTITUTO DE GEOGRAFIA UNAM



LAN Laboratorio Nacional de Observación de la Tierra

Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geoespaciales

PROYECTO PAPIME (PE 110218)

casilla *Grids* se seleccionan 62 objetos de la serie EVI, en la casilla *Polygons* se carga el **polígono (archivo shape)** y dejando como única casilla seleccionada la opción *mean* y dando clic en el botón *Ok*.

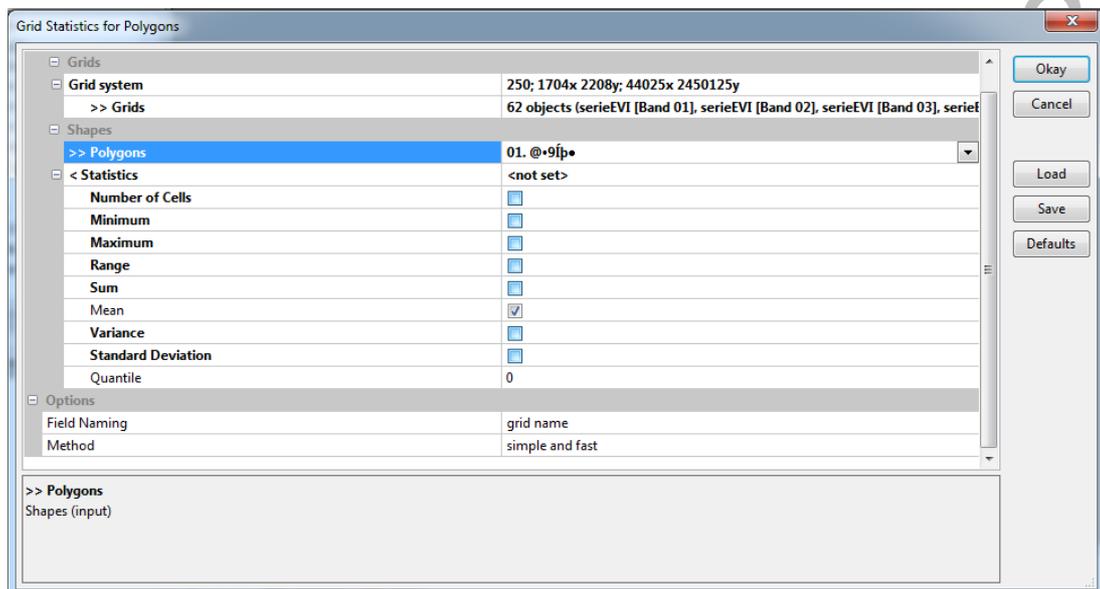


Figura 32. Ventana *Grid Statistics for Polygons*

El siguiente paso es seleccionar **sitio p** [Grid Statistics] en la pestaña *Data* dando clic derecho con el ratón. En las ventanas que aparecen, seleccionar *Attributes*, de nuevo, *Attributes* y por último, *save as* para salvar la tabla de EVI promedio para cada fecha (figura 33).



Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura



10 aniversario
CIGA
centro de investigaciones en geografía ambiental - UNAM



INSTITUTO DE GEOGRAFIA UNAM



LAN
Laboratorio Nacional de Observación de la Tierra

Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geoespaciales

PROYECTO PAPIME (PE 110218)

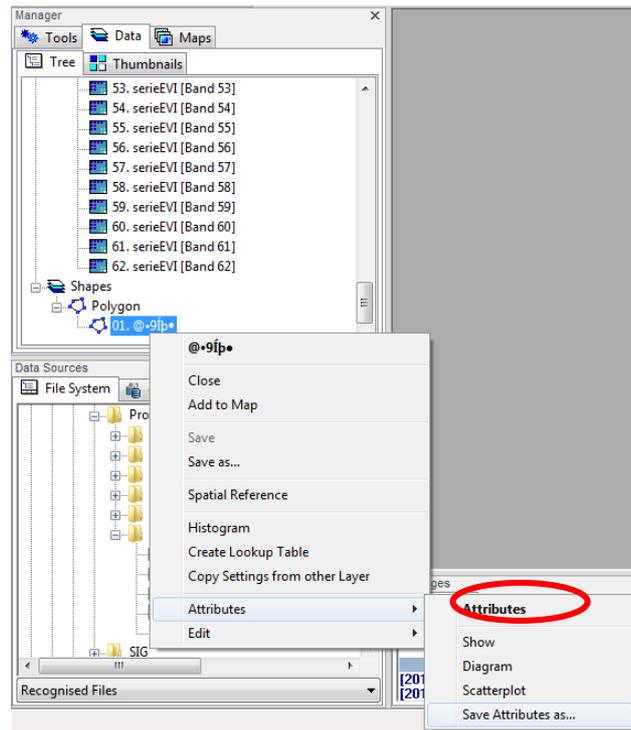


Figura 33. Save Attributes as

Como último paso se deben graficar los perfiles de EVI para los tres tipos de cubierta (la tabla de EVI promedio para cada fecha) utilizando cualquier programa de hoja de cálculo. La fecha de las heladas corresponde con la 49a composición de la serie



Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura



10 aniversario
ciga | centro de investigaciones en geografía ambiental · UNAM



INSTITUTO DE GEOGRAFÍA U N A M



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



Laboratorio Nacional de Observación de la Tierra

Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geospaciales

PROYECTO PAPIME (PE 110218)

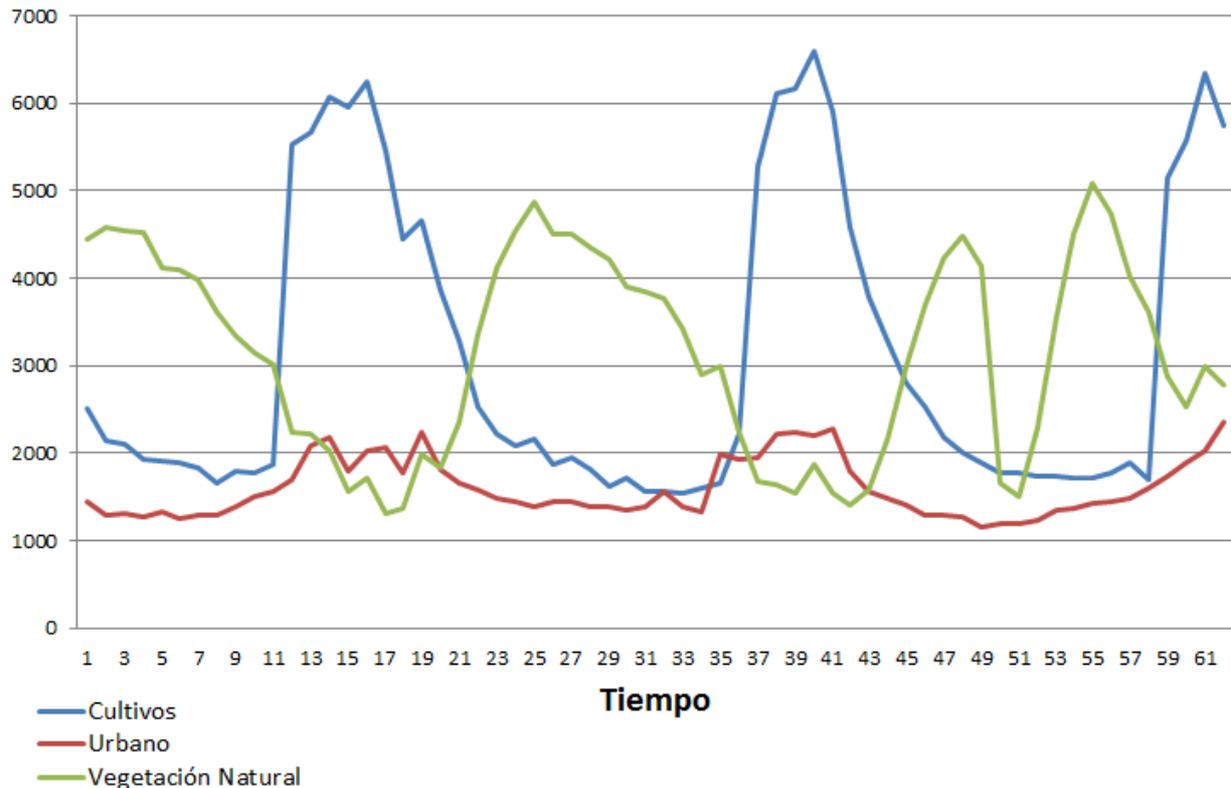


Figura 34. Perfil temporal del índice de vegetación de MODIS

6. Bibliografía

García-Mora, T. & J.-F. Mas (2011) MODLAND: los productos de superficie terrestre MODIS. En: Mas, J.F. (compilador) Aplicaciones del sensor MODIS para el monitoreo del territorio, Instituto Nacional de Ecología (INE), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA), pp. 25-69. ISBN 978-607-7908-55-5.

[http://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook file/aplicacionesMODIS.pdf](http://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/aplicacionesMODIS.pdf).



Instituto
Nacional
de Pesca
y Acuicultura



10 aniversario
ciga
centro de investigaciones en
geografía ambiental · UNAM



INSTITUTO DE
GEOGRAFIA
U N A M



Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite y análisis de datos geoespaciales

PROYECTO PAPIME (PE 110218)

Sanders N. (2011). Las heladas provocan el desastre agrícola en el granero mexicano. 2018, de Expansión Sitio web: <https://expansion.mx/nacional/2011/02/22/la-heladas-el-desastre-agricola#article-1>

System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA)
<http://www.saga-gis.org/en/index.html>

Proy. PAPIME PE110218