

## **Discusión sobre las diferencias entre la cifra obtenida en el mapa de distribución de manglares escala 1:50,000 con las proporcionadas por el INEGI**

Delimitar manglares no es tarea fácil, dado que su respuesta espectral varía en función de diversos parámetros como son las asociaciones entre especies, su densidad, la altura (arbustivos o arbóreos), la presencia de parches de otros tipos de vegetación, la humedad y el tipo de suelo, las condiciones climáticas a la hora de la toma de la imagen, la latitud, las condiciones radiométricas de la imagen, junto con la efectividad del proceso de rectificación radiométrica para corregir errores del sensor, la presencia de nubes que generan además sombras que modifican los valores radiométricos y la existencia de una pleamar o bajamar a la hora de la toma de la imagen de satélite, entre otros factores. De igual manera, la respuesta espectral de los manglares puede ser similar a la de otros tipos de vegetación como son cultivos y bosques de otro tipo. Cabe destacar que la forma del manglar es diversa, por lo que no es posible tener un patrón geométrico euclidiano único.

A pesar de lo anterior, existen algunos métodos que facilitan la separación de los manglares de otro tipo de vegetación. Por una parte, el uso de imágenes de satélite de la misma estación (temporada de secas); la utilización de los modelos digitales de terreno, permiten separar a los manglares de algunos otros tipos de vegetación, considerando que estos se distribuyen en zonas costeras planas y el uso de umbrales en el índice normalizado de vegetación, que permiten separar el agua y los suelos desnudos, disminuyendo el ruido en las imágenes. Resta el enmascaramiento en pantalla, que el analista realiza cuando conoce la zona de trabajo y cuenta con los suficientes datos auxiliares o asesoría de especialistas locales.

En el mapa de manglares escala 1:50,000, obtenido por la CONABIO, la principal limitante fue la baja resolución espectral de las imágenes SPOT (4 bandas) que impidió la separación entre los tipos de manglares (arbóreo y arbustivo) sin trabajo de campo, además la resolución temporal de 16 días no permitió contar con una mayor frecuencia de imágenes, lo cual es importante porque la presencia de nubes en la zona costera es elevada en México. Sin embargo, el objetivo de contar con un mapa sobre la distribución de manglares en México a escala 1: 50 000, se logró con la resolución espacial de 10 metros por pixel con la que cuentan las imágenes SPOT.

En lo que respecta a la estimación de la extensión reciente de los manglares de México, en el presente trabajo se estimaron 683,881 ha, que es 4.12% mayor a lo estimado a escala 1:50,000 (655,667 ha). Al respecto, el INEGI ha generado tres mapas de vegetación y uso del suelo para todo el territorio Mexicano, con escala cartográfica de 1:250,000, los mapas han sido

denominados: Uso de suelo y vegetación Serie I, Serie II y Serie III; en la tabla 1 se presentan las distintas cifras reportadas en estas series y la que generó la CONABIO en el mapa de distribución de los manglares en México, con escala cartográfica 1: 50 000.

Tabla 1. Estimación de la cobertura de manglares por INEGI y CONABIO

Mapa	Hectáreas
Uso de suelo y vegetación Serie I INEGI	1,044,994
Uso de suelo y vegetación Serie II INEGI	914,067
Uso de suelo y vegetación Serie III INEGI	924,111
Distribución de manglares en México Conabio 2007	655,667

Fuente: Mapas digitales del INEGI, Mapa digital proyecto "Los manglares de México: estado actual y establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo".

Es posible que las discrepancias de deban a los diferentes materiales y métodos empleados por las instituciones para la generación la cartografía, como se muestra a continuación (Tabla 2).

Tabla 2. Resumen de los métodos utilizados por INEGI y CONABIO

Mapa	Insumo	Escala cartográfica	Fecha de los datos	Fecha de elaboración	Fecha de publicación
Serie I	Fotografía aérea	1: 250 000	1970- 1979	1980 – 1991	
Serie II	Espaciomapas generados con imágenes de satélite Landsat TM con 30 m de resolución espacial	1: 250 000	1993 -1997	1996-1999	2001
Serie III	Espaciomapas generados con imágenes de satélite Landsat TM con 30 metros de resolución espacial	1:250 000	2000 -2002	2003-2004	2005
CONABIO-Proyecto Manglares de México	Imágenes SPOT con 10 metros de resolución	1:50 000	2005 mayoría	2006-2007	2008

Las fotografías aéreas ofrecen mayor detalle espacial, sin embargo el método y la escala cartográfica influyen en la definición de las áreas de manglar. Las imágenes de satélite SPOT ofrecen mayor detalle espacial que las imágenes Landsat, facilitando una mayor definición.

Los métodos utilizados para la generación de los mapas de las series del INEGI son variados: para la Serie I se utilizó la interpretación de fotografías aéreas y se realizó la verificación de campo con puntos de muestreo distribuidos en todo el país; para las Series II y III se utilizó el análisis visual de espaciomapas y verificación de campo; los espaciomapas

fueron elaborados con imágenes de satélite Landsat TM, en falso color (bandas 4, 3, 2: Infrarrojo, rojo, verde), con una resolución espacial de 30 metros. Los mapas de la Serie II y III corresponden a la actualización de los mapas de la Serie I y Serie II, respectivamente. Los polígonos del primer mapa fueron sobrepuestos en los espaciomapas y con la interpretación visual del cambio de color, tono y textura en la imagen se modificaron las líneas de las áreas en donde se detectaron cambios en la cubierta de vegetación (INEGI 2002), que luego fueron verificados con trabajo de campo (Figura 1).

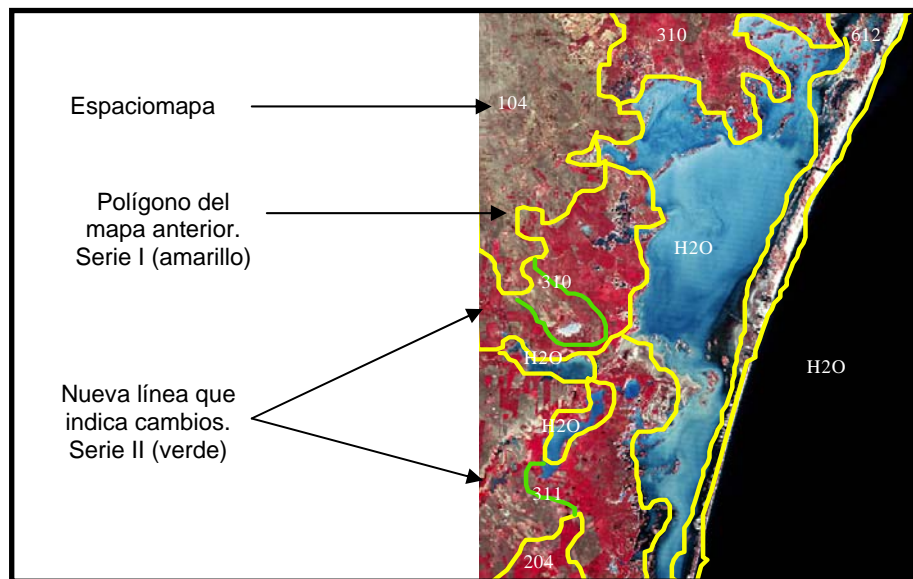


Figura 1. Actualización de la Serie II a partir de la Serie I. Fuente INEGI 2002

Para la identificación del manglar se utilizó el análisis espectral y clasificación digital de las con las cuatro bandas (Infrarrojo medio, Infrarrojo, rojo, verde) de las imágenes de satélite SPOT, con píxeles de 10 m x 10 m. Como apoyo se utilizaron los mapas de INEGI, información bibliográfica y la de sitios visitados (Figura 2).

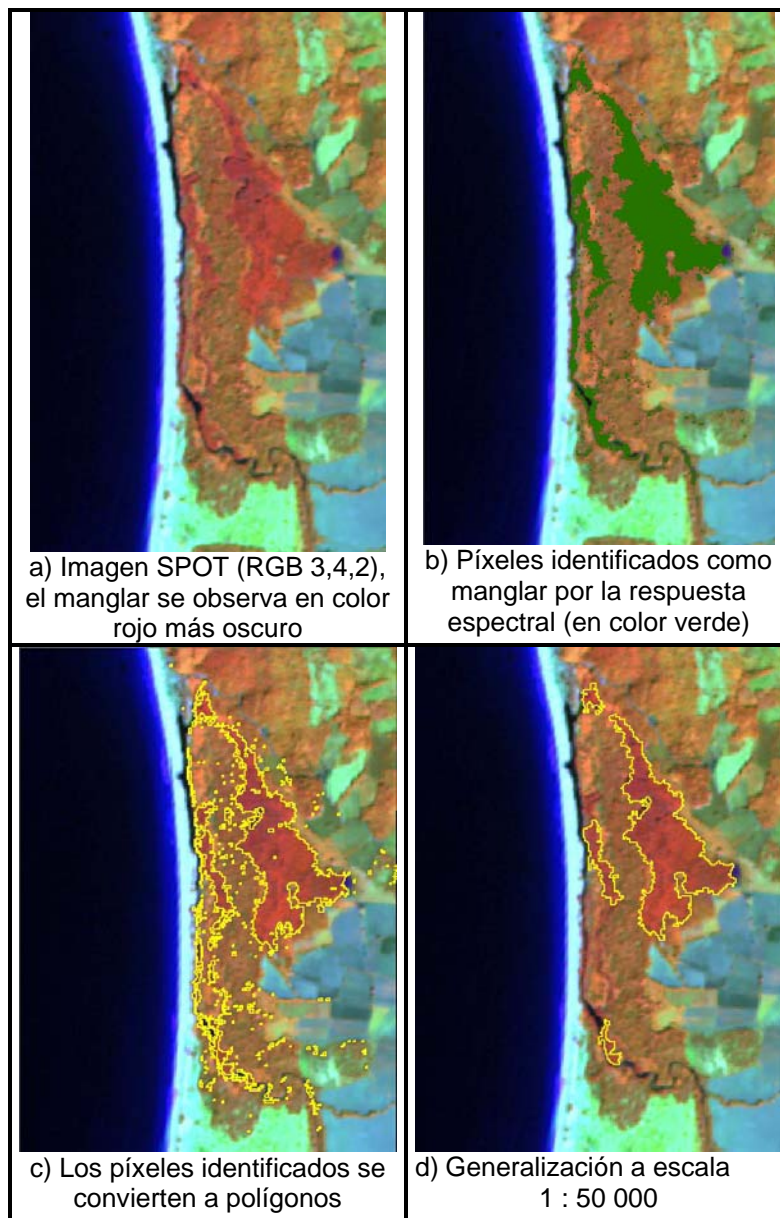
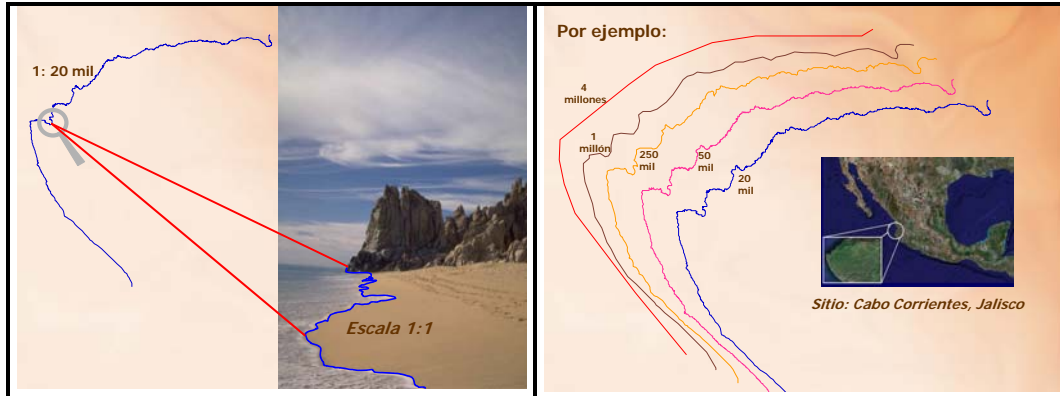


Figura 2. Identificación de manglares por CONABIO.

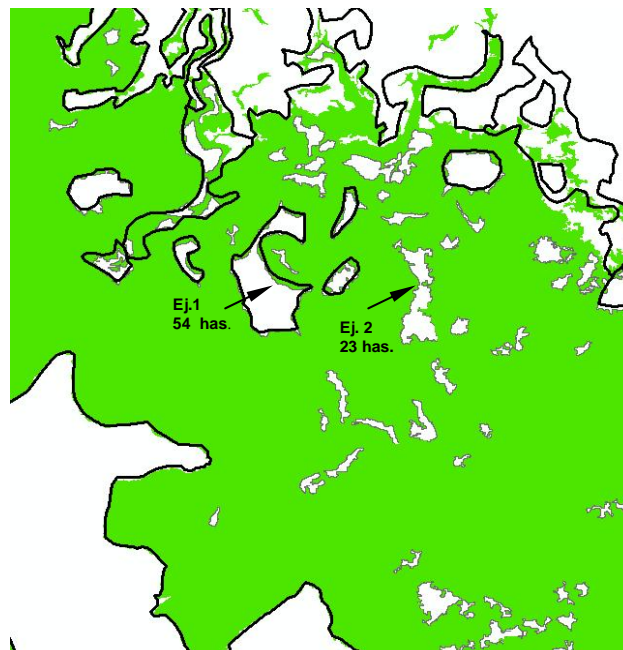
Un elemento fundamental en la generación de los mapas es la escala cartográfica, que es la relación que existe entre la distancia en el terreno y la representada en el mapa. Existen diversas escalas establecidas, pero cada una representa el mismo espacio con diferente nivel de detalle específico (Figura 3).

La escala cartográfica utilizada por el INEGI en los mapas de uso de suelo y vegetación es 1:250,000, aplicando dos dimensiones como área mínima cartografiable: una para agricultura (25 ha, 2 mm x 2 mm) y otra para vegetación en general (86.25 ha, 3 mm x 3 mm).



**Figura 3.** Representación de la línea de costa en diferentes escalas. El detalle del contorno se pierde conforme se incrementa el valor absoluto de la escala (cortesía de M Reyes).

Las áreas con dimensiones menores a las establecidas, de acuerdo con la escala, fueron eliminadas e integradas en otras clases. La CONABIO presenta el mapa de manglar a escala 1:50,000 con área mínima cartografiable de 1 hectárea (2 mm x 2 mm), debido a que la resolución espacial de las imágenes SPOT (10 m x 10 m) ofrece la información requerida para obtener ese nivel de detalle (Figura 4)



**Figura 4.** comparación de polígonos de mapas a escala diferente

En la figura 4, el ejemplo 1 corresponde a un cuerpo de agua con una dimensión de 54 hectáreas, un polígono que se mantiene en el mapa escala 1: 250,000, por ser mayor a las 25 hectáreas establecidas como área mínima cartografiable. Por el contrario, un cuerpo de agua de 23 ha mostrado en el ejemplo 2 no podrá ser diferenciado porque el área es menor de 25 ha. Si la escala del mapa es 1:50,000 los dos cuerpos de agua se pueden diferenciar, porque la escala mínima cartografiable es de 1 ha. En la figura 5 se aprecia la diferencia de escalas.

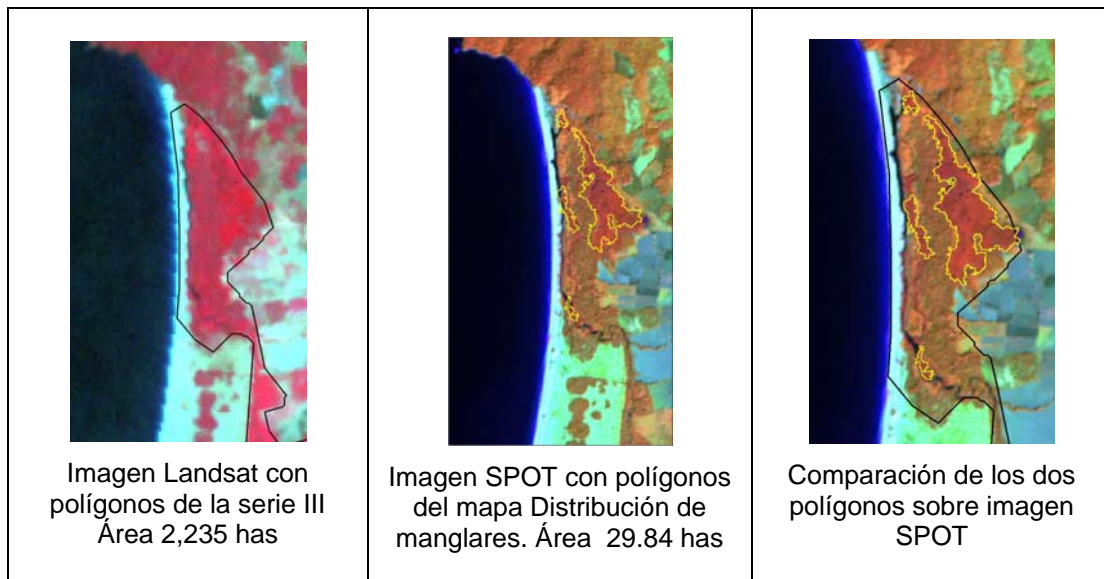
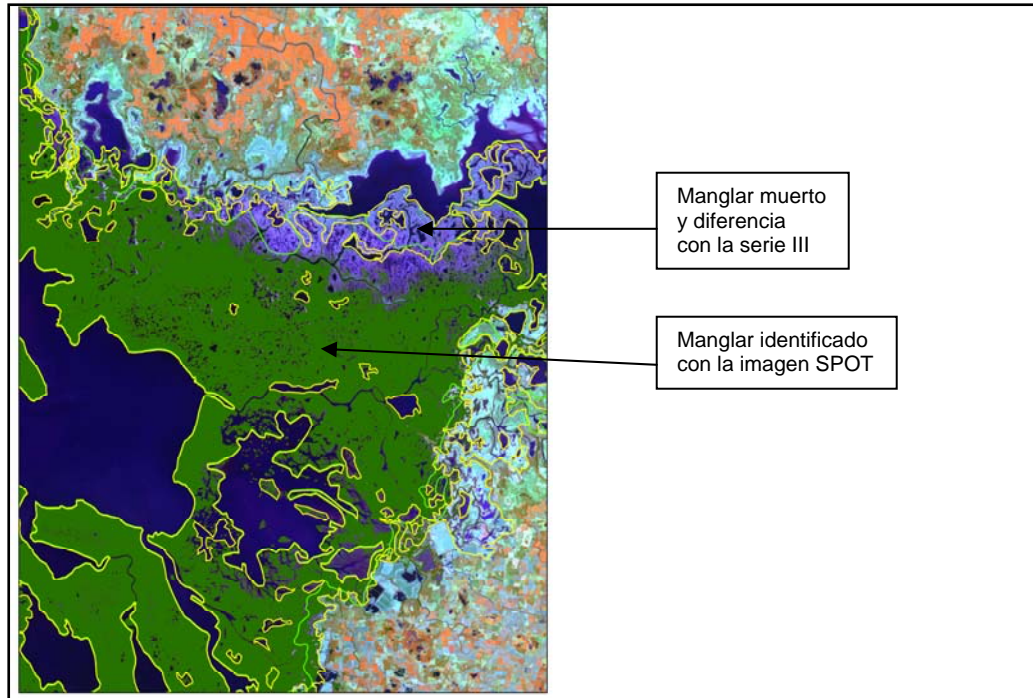


Figura 5. Diferencia entre escalas, INEGI Serie III y CONABIO.

Existen áreas que en los mapas de vegetación y uso del suelo generados por el INEGI son consideradas como manglar, sin embargo la respuesta espectral de las imágenes actuales indican áreas donde el manglar está muerto y es difícil la recuperación (Acosta-Velázquez, 2003), por lo tanto en este trabajo se consideró como zona de no manglar, esto ocurrió en la zona de Marismas Nacionales, en el estado de Nayarit (Figura 6).



**Figura 6.** Manglares en Marismas Nacionales, Nayarit. En verde, áreas de manglar definida con la ayuda de imágenes SPOT, en morado, la zona de manglar muerto de difícil recuperación (Acosta-Velázquez, 2003). La línea amarilla corresponde a la delimitación reportada en la Serie III del INEGI.

Finalmente, la diferencia de la fecha en la toma de las imágenes origina confusiones en la separación de las áreas a considerar como manglar. Esta situación puede afectar en la identificación de cualquier tipo de vegetación, por lo tanto hay que tener presente la fecha de la imagen. En el siguiente ejemplo (Figura 7), se pueden apreciar las diferencias, en la imagen “a” existe una respuesta espectral semejante en dos tipos diferentes de vegetación (tonos en rojo muy semejantes) y esto se puede constatar con los valores reportados de los puntos 1.1 en color rojo y 1.2 en color café en el perfil de la respuesta espectral (Figura b). Mientras que en la Figura c la diferencia de color es notable así como los valores en el perfil (Figura d), esto se debe al comportamiento fenológico de la vegetación.

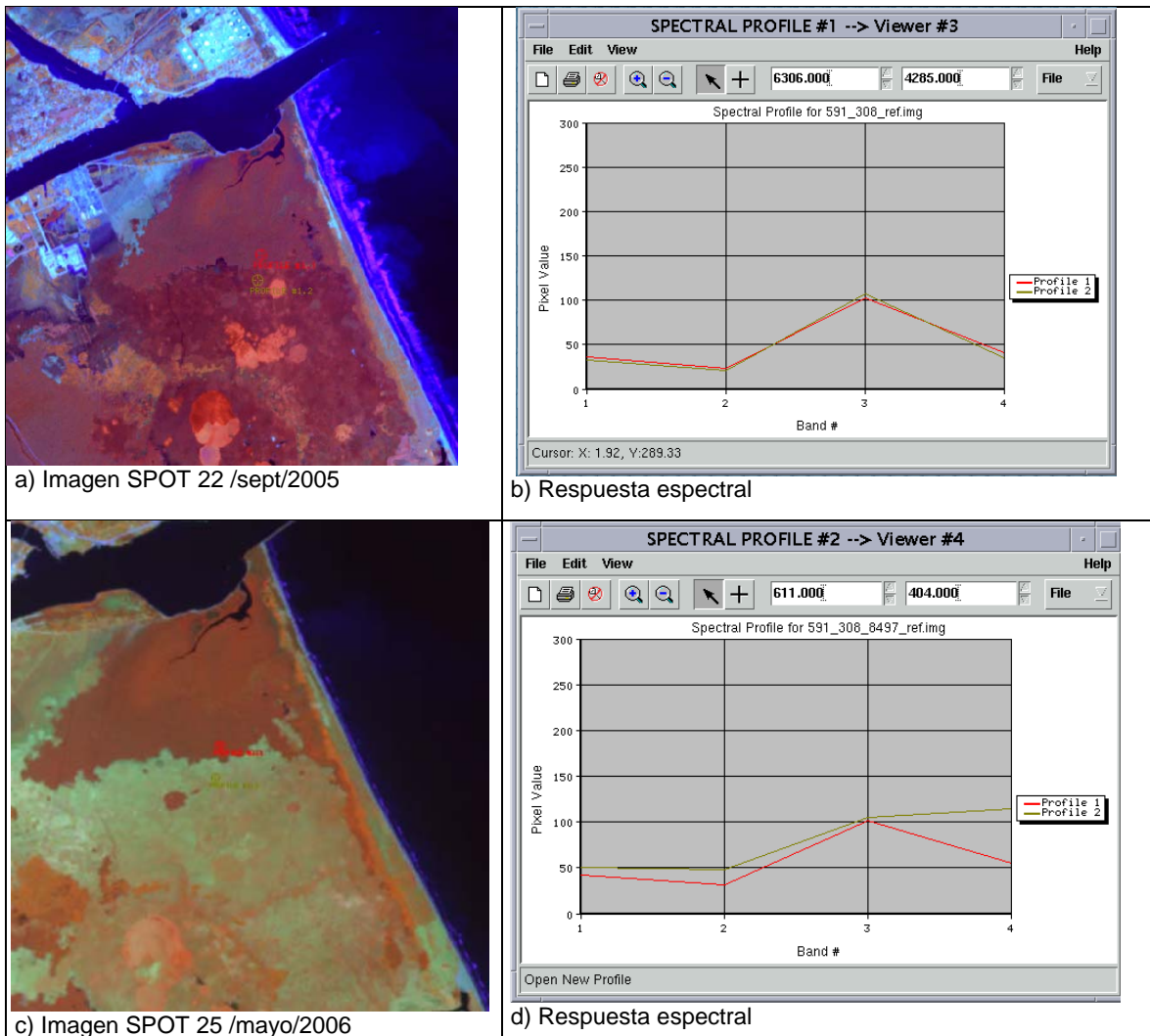


Figura 7. Diferencia entre la temporalidad de la toma de imágenes.

**Referencias**

Acosta-Velázquez J. 2003. Análisis de la condición del bosque de manglar en el Sistema Lagunar Teacapán-Agua Brava-Marismas Nacionales y sus relaciones a nivel de paisaje. Tesis de Maestría. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C., México. 81 pp.

INEGI 2002 a. Taller de manejo de información geográfica de recursos naturales, El caso de los conjuntos de datos de uso de suelo y vegetación. Presentado en la CONABIO, México D.F.