

SEGUIMIENTO DE LA CUBIERTA VEGETAL PRE Y POST NIÑO EN LA COSTA NORTE DEL PERÚ EL CASO DEL SECTOR MALINGAS y SECHURA

Dedios Mimbela¹, N.J., Sánchez de la Orden², M., García-Ferrer, P.A.².

¹ Instituto Nacional de Recursos Naturales. INRENA-Proyecto Algarrobo. Perú
ninelljanett@yahoo.es

² Dpto Ingeniería Gráfica e ISIC. E.T.S. Ingenieros Agrónomos y Montes. Avda Menéndez Pidal s/n 14004. Universidad de Córdoba. Córdoba-España.
IgIsaorm@uco.es, agferrer@uco.es

RESUMEN: En este trabajo se evalúan las posibilidades de la aplicación de imágenes adquiridas por el sensor Thematic Mapper a bordo de los satélites de la serie Landsat-5, para el seguimiento del proceso de desertificación (avance y/o disminución) relacionado con la cubierta vegetal y posterior desarrollo de una cartografía forestal de los bosques secos de la Costa Norte del Perú, considerada como una zona frágil de extrema aridez.

Dos imágenes de satélite Landsat Thematic Mapper adquiridas durante los años 1991 (condición de sequía y Pre-Fenómeno del Niño) y 2000 (Post Fenómeno del Niño 2000) son empleadas para el desarrollo del presente estudio.

Destaca como aplicación metodológica, el análisis de mezclas espectrales para correlacionar las superficies observadas *in situ*, sobre superficies ya existentes. Asimismo las categorías asignadas *in situ* pretenden describir la variabilidad observada, si bien en el análisis espectral sólo fueron incorporadas como componentes puros las firmas espectrales más conspicuas como son: agua, vegetación, y suelo desnudo, los resultados muestran la diversidad de severidades presente, pudiendo decir que el Fenómeno del Niño (FEN) ha contribuido al incremento de las superficies vegetales en un 53% en estos dos periodos de estudio.

ABSTRACT: In this paper we present to evaluate the applicability of remote sensing imagery Landsat TM-5 series aboard to desertification monitoring to land use relation and forest cartography develop to dry forest by the Coastal North of Peru.

Images from Landsat TM were employed by means of an spectral mixture analysis to correlate the areas affected by different degrees of severity with a severity map carried out on terrain immediately after *Fenómeno del Niño*. Several categories damage assigned *in situ* attempt to describe the observed variability, even though the spectral mixture analysis was applied just using the spectral signatures more conspicuous as shadow, vegetation and soil. Results show the total diversity of land use change as a function of the "Niño Phenomenon" 53% on 1991 at 2000.

Palabras clave: Desertificación, Cubierta forestal, monitoreo, Landsat TM.

INTRODUCCIÓN:

Los bosques secos de la Costa Norte del Perú son ecosistemas frágiles de mucha importancia ecológica y económica, esta fragilidad se encuentra ligada a actividades que sobre el se desarrollan, siendo en su mayoría de carácter extractivo como es el caso de la tala y el sobre pastoreo (Hollings *et al.*, 1995). De ello la dinámica de la vegetación es uno de los indicadores más importantes capaz de revelar la existencia de un proceso de desertificación en ambientes semiáridos y áridos que en el caso de Perú, abarca el 38% del territorio nacional. En ellos se asienta el 90% del total de la población

peruana, lo cual constituye, uno de sus problemas fundamentales.

La Teledetección y de ella la información proporcionada por el satélite Landsat TM es una herramienta de importancia en el cual se han desarrollado estudios a escala regional en especial para desarrollar el seguimiento multitemporal de la cubierta vegetal permitiendo caracterizar y evaluar el estado del bosque (Melia *et al.*, 1996), útil para la planificación y la gestión sostenible de los recursos naturales.

En el presente trabajo se presenta la metodología y los resultados obtenidos después de analizar cuatro imágenes de satélite de

diferentes años con el objetivo de evaluar el cambio que ha sufrido el bosque en dos sectores pilotos de la Costa Norte del Perú Malingas y Sechura.

EL AREA DE ESTUDIO

El área de estudio (figura 1) se centra en dos áreas pilotos situadas en la Costa Norte del Perú **Malingas** y **Sechura**, ambos situados en el departamento de Piura. Malingas, ubicado al este de la ciudad de Piura, comprende un área de 12,682 Ha. Sechura comprende un área de 4720 Ha. ubicado al sur de la ciudad de Piura. En ambos sectores, la climatología es variada de tipo subtropical árido con precipitaciones medias anuales de 60 mm excepto en presencia de alteraciones climáticas por efecto del fenómenos del Niño en el cual la precipitación asciende a 1200 mm de lluvia media anual. De acuerdo a la clasificación Taxonómica de los suelos (Soil Taxonomy, 1994) se les define según la orden ARIDISOL.

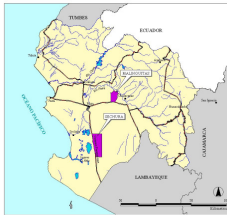


Figura 1. Localización de los sectores de trabajo: Malingas y Sechura.

La flora que componen el paisaje le corresponden especies poco diversificadas, como el algarrobo (*Prosopis pallida*) que es una de las de mayor dominio en el área, “sapote” (*Capparis angulata*), “faique” (*Acacia tourtosa*), “palo verde” (*Cercidium praecox*), “huarango” (*Acacia macracantha*). Especies herbáceas, con predominio de gramíneas de los géneros *Aristida*, *Antheophora*, *Eragrostis*, y *Leptochloa*. El relieve es por lo general llano, con ondulaciones, más montañoso al este y al sur.

METODOLOGIA

Como todo trabajo en el que se utilicen imágenes de satélite supone, en primer lugar, la selección del sensor a utilizar y la época de adquisición. Estos dos aspectos están condicionados por la información que se pretende obtener y la escala de trabajo. En nuestro caso, hemos utilizado las escenas obtenidas por el sensor “Thematic Mapper” (TM) del satélite Landsat-5.

Como se trata de un estudio multitemporal, las fechas elegidas corresponden a los años 1991 (época de sequía) y 2000 (época posterior al fenómeno del Niño). Asimismo, una base de datos georreferenciada, para pequeñas zonas dentro de la región de estudio (INRENA, 1998), se empleó como fuente de apoyo.

Figura 2. Comparación de imágenes (banda 4) del sector Malingas.

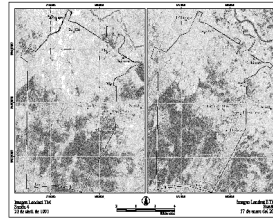
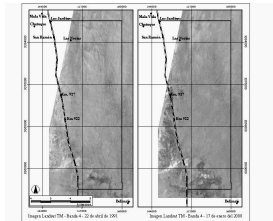


Figura 3. Comparación de imágenes (banda 4) del sector Sechura.



Respecto a las imágenes y su tratamiento podemos decir que la georreferenciación se ha realizado mediante el método de puntos de control ajustando la transformación a una función polinomio de segundo grado y el registro mediante el método de interpolación de convolución cúbica, su corrección atmosférica mediante la inversión de un modelo sencillo de transferencia radiativa (Gilbert *et al.*, 1994) y su corrección topográfica mediante un modelo no Lambertiano. Para asegurar todavía en mayor medida la intercomparación de las imágenes se seleccionaron diversas superficies de reflectividad constante en la escena y se realizó una renormalización de las escenas (Chavez, 1988).

El análisis de la dinámica de la vegetación de la zona de estudio se realizó para cada una de las clases obtenidas mediante una clasificación supervisada de la escena de cada una de las

$$FCC = \sum Fcci_1 x S_1 / \sum S_1$$

escenas (Younis *et al.*, 1999). Posteriormente se procedió a la conversión de los niveles digitales a reflectividad. Para facilitar la obtención de la información, se procedió a aplicar el método de

separabilidad espectral. Este método consiste en calcular el nivel digital medio y la desviación estándar para cada categoría. Una comparación fiable entre las formaciones vegetales de cada especie debería hacerse considerando masas de cobertura completa. Esto resulta muy difícil en un ambiente árido como es el caso de la costa Norte de Perú.

Para la obtención de los valores de reflectividad, se cruzó cada una de las mascarar referente a los tipos de bosque y otras formaciones con todas las bandas de la imagen. Posteriormente se calcularon los histogramas de cada imagen para cada banda y así se obtuvieron los valores de los ND medios y de la desviación estándar (D.E).

Evolución Multitemporal de la Respuesta Espectral

Para la obtención de las firmas espectrales de cada una de las formaciones, se realizaron operaciones de cruzado del fichero raster de las masas digitalizadas, con cada una de las bandas y en cada una de las fechas de las imágenes. Se cuantificaron estos resultados, comparando las clases (de tipos de bosque) resultantes de ambos años a través de una matriz de doble entrada “Matriz de Cambio” (Bosque, 1999) referidas a los tipos de bosque (bosque seco ralo, bosque seco muy ralo y matorral) como Otras Formaciones (agricultura, sin vegetación) principalmente.

La tabla 3 expone las 11 categorías que explican las diferentes formas en la cual el bosque se ha transformado (variabilidad espacial). Desde la permanencia de una cobertura forestal permanente (clase 1), hasta las áreas sin vegetación que se han mantenido constantes desde 1991-2000 (clase 11) en el sector Malibiguitas y ocho para Sechura.

	BoRLJ	BsMRLJ	Ctemporales	Áreas cultivadas	Sin vegetación
BoRLJ	1	4	7	7	4
BsMRLJ	3	1	7	7	6
Ctemporales	5	5	9	9	10
Áreas cultivadas	5	5	9	9	10
Sin vegetación	2	2	8	8	11

Donde:

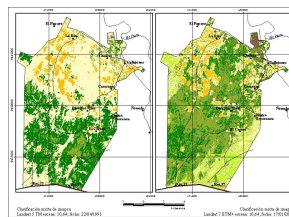
1. Cobertura forestal permanente
2. Aparición de cobertura forestal en áreas donde el suelo estaba descubierto
3. Incremento en la densidad de la cobertura forestal
4. Disminución de la densidad de la cobertura forestal
5. Cambio de uso agrícola a forestal
6. Desaparición de la cobertura forestal
7. Cambio de uso forestal a agrícola
8. Aparición de actividad agrícola en áreas donde el suelo estaba descubierto
9. Uso agrícola permanente
10. Desaparición de área agrícola
11. Permanentemente sin vegetación

Tabla1. Matriz de Cambio

RESULTADOS

EN EL SECTOR MALINGAS

Figura 4. Tipos de bosque en Malingas, años 1991-2000



- **“Aparición de la cobertura forestal en áreas donde el suelo estaba descubierto”** reflejado en un 35.12%, con una distribución espacial muy dispersa en la imagen. A su vez, un 9.91% del total presenta una **“cobertura forestal permanente”**.

- **“incremento de la densidad de cobertura forestal”**, de bosque seco muy ralo a ralo en un 1.63% es un buen indicio de cómo el bosque se está recuperando, siendo los fenómenos naturales como el “Fenómeno del Niño” generadores de esta situación.

- **“Incremento de la frontera agrícola”**, (3.80%), en los años 1991 a 2000, en áreas cercanas al río principalmente. El (4.67%) de la superficie total, **mantienen la misma actividad agrícola** desde el año 1991 hacia el año 2000, actividad que se orienta principalmente a la explotación de cultivos frutales y/o hortalizas).

- **“Desaparición de la cobertura forestal”** en un 6.39% que es un resultado importante, pues se presenta de forma muy irregular en la imagen, resultado que probablemente sea consecuencia de actividades como la tala y/o incendios forestales, que también se observó en la imagen.

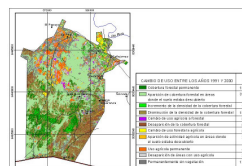


Figura 05. Mapa temático de cambio

EN EL SECTOR SECHURA

Figura 5. Tipos de bosque en Sechura, años 1991-2000

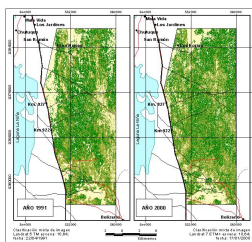


Figura 06. Cambio Belisario 1991-2000

- Se identificaron en este sector, 6 tipos de categorías
- El 32.71% del área de Sechura lo constituyen un tipo de cobertura forestal permanente entre el año 1991 al 2000.
- La aparición en un 18.55% de la cobertura forestal en aquellas áreas donde el suelo estaba descubierto es un indicador que el proceso de desertificación puede estar disminuyendo en algunos sectores.
- El 12.62% de la superficie total indica la desaparición de la cobertura forestal de bosque seco ralo muy ralo y matorral que han desaparecido probablemente por consecuencia de actividades como la tala.

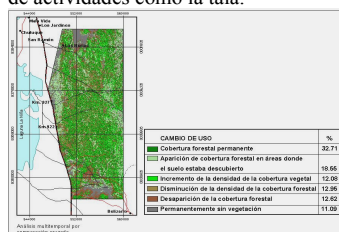


Figura 07. Temporal 1991-2000

CONCLUSIONES

- El desarrollo de los bosques secos del noroeste peruano está supeditado a la acción antropogénica, a través de la expansión de la frontera agrícola y pecuaria habiendo sufrido notable transformación (1991-2000).
- En ambos escenarios Malingas y Sechura la identificación del tipo de bosque seco muy ralo resulta complejo dada la característica de “baja densidad de la vegetación” y a la resolución del sensor “900 m2).
- La susceptibilidad del bosque a la degradación por influencia antrópica se ve acentuada hacia el año 2000, por la incidencia e incremento de “tala” en algunos espacios y la actividad del fuego.
- El sensor Thematic Mapper no es idóneo en la identificación de un bosque seco muy ralo.
- La aparición de cubierta “matorral” en aquellas áreas que han sido quemadas por efecto del fuego.

RECOMENDACIONES

- Es necesario que sobre los sectores Malingas y Sechura donde la vegetación se encuentra “ausente” se establezcan medidas y/o planes de reforestación.
- La incorporación de elementos o factores del medio físico en este estudio, incrementaría la toma de decisiones hacia otros estudios relacionados con la gestión y manejo del bosque seco.
- Una correcta base de datos espacial básicamente relacionado con la información de centros poblados podría ser una buena metodología para mejorar la corrección geométrica de la imagen.

BIBLIOGRAFÍA

- Chuvieco, S. (1999) *Fundamentos de Teledetección espacial*. Editorial Rialp. Madrid. 434 Pp.
- Richards, A. (2000). *Remote Sensing and Environment*. London. 332 Pp.
- Morizaki, T.A. (1999). “*Política de manejo de los bosques secos*”. En Memorias del Seminario Internacional. Proyecto-Algarrobo. Lambayeque. 3-9 Pp.
- INRENA,(1999). “*Bosques secos y desertificación*”. En Memorias del Seminario Internacional. Proyecto-Algarrobo. Lambayeque. 419 Pp.
- INRENA- PROYECTO ALGARROBO (2001). *Ubicación y caracterización de zonas de riesgo de incendios forestales en los departamentos de Piura y Lambayeque*. Piura-Perú. 38 Pp.
- UNESCO, 1973. Clasificación Internacional y Cartografía de la Vegetación. USA. 93. p.
- Melia, J., Gilabert, M.A., Younis, M.T., Garcia-Hari,F.J.,Harrison, A. Y Chiarantini, L. (1996) Monitoring change by remote sensing. In. Atlas of Mediterranean Environment in Europe. Editado por Mariota, P. Thornes, J. y Geeson, N (1996). John Wiley & Sons, 205pp.
- Gilabert, M.A., Conese, C., y Maselli, F. (1994). An atmospheric correction method for the automatic retrieval of surface reflectances from TM images. *International Journal of remote Sensing*, 15, 2065-2086.Holling, C.S., Schindler, D.C., Walker, B.W., and Rouggarden, J., 1995. Biodiversity in the functioning of ecosystems: an ecological synthesis. In: Perrings et al: Biodiversity Loss, ecological issues. Candbridge (1.2).