

Management and conservation of dry forest ecosystems. Ecological Park Kurt-Beer, Piura, Peru.

Manejo y conservacion de ecosistemas del Bosque Seco. Parque Ecologico Kurt-Beer, Piura, Peru

Ninell Dedios Mimbela

Municipalidad Provincial de Piura- Perú, email: Ninelljanett@yahoo.es

February 2006

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.401.1>

Management and conservation of dry forest ecosystems. Ecological Park Kurt-Beer, Piura, Peru.

Resumen

El conocimiento preciso de la cobertura vegetal de una región tiene una gran importancia no sólo en la conservación y gestión de este recurso, sino también en su utilidad como bioindicador del equilibrio ambiental de los ecosistemas. No obstante, la sobre valoración que se hace frecuentemente de su capacidad de carga y de regeneración ha generado una explotación y uso irracional, produciendo grandes impactos ambientales a nivel local y regional. En este sentido, la Teledetección ha demostrado ser una técnica especialmente adecuada para suministrar información sobre cambios producidos en la situación de ecosistemas forestales. Esto hace de dicha tecnología una herramienta con gran capacidad para el estudio de los efectos de diferentes perturbaciones sobre la vegetación, en particular sobre ecosistemas de bosque seco desarrollados sobre un clima de elevada aridez presentes en la Costa Norte del Perú, del cual son considerados como ecosistemas frágiles, por las actividades que sobre el se desarrollan, siendo (la tala y el sobre pastoreo) sus principales causas. En el presente trabajo se presenta una metodología para el procesamiento digital y la posterior interpretación de la imagen de satélite, que puede contribuir a una mayor y más precisa identificación de la vegetación en ecosistemas de bosque seco. Este estudio, basado en el uso de algoritmos físicos de procesamiento digital (NDVI, SAVI, ARVI) ó índices de vegetación permite estimar los grados de afectación de áreas degradadas. En base a un inventario de daños sobre el terreno e imagen de satélite captada desde el espacio por el sensor TM (Thematic Mapper) se generaron mapas señalando las áreas de mayor degradación.

Palabras Clave: Sistemas de Información Geográfica, Teledetección, Bosque Seco, índices de vegetación, conservación.

Introducción

Hoy en día la aplicación de los sistemas de información Geográfica (SIG) presenta un considerable valor pues son sistemas informáticos que permiten trabajar con información espacial (Vélez, 1999). Sin embargo, la necesidad de una correcta organización y manipulación de la información permite que las tecnologías deban ser aprovechadas eficientemente.

La Teledetección o Percepción Remota, definida como el conjunto de conocimientos y técnicas utilizados para determinar las características físicas y biológicas de objetos mediante mediciones a distancia sin contacto material con los mismos (Lasselin y Darteyre, 1991) forman parte de un rubro diferente de tecnologías de gran aplicación en el manejo de información. No solo agrupa las técnicas que permiten obtener dichas características y captación de datos desde el aire o espacio, sino también su posterior procesamiento en el ambiente de una determinada aplicación. Ambas tecnologías forman parte de la actual tendencia hacia la integración de datos espaciales como fuentes y herramientas de procesamientos (Mc Abeeii et al. 1990; Ehlers et al. 1991). La información, que se maneja puede ser procedente de fuentes diferentes, facilita la capacidad para desarrollar o mejorar las tareas de análisis, sin embargo se debería tener mucha atención, pues la precisión obtenida hace que sea dificultoso el acceso fiable del producto final obtenido (Pullar y Beard, 1990; Lanter y Howard, 1992; Dedios, 2004).

La importancia de este mecanismo radica en su naturaleza cíclica, en el sentido que la información fluye en ambas direcciones y juega un papel importante en temas relacionados con hidrología (Baumgartner y Gabriela, 1997), en la obtención de variables de interés (inventario cartográfico) manteniendo además información actualizada (Hutchinson, 1982; Lillesand y Kiefer, 1987; Nellis et al. 1990; Eckhardt et al. 1990; Ehlers et al. 1991). Asimismo la teledetección ofrece la posibilidad de estudiar, a tiempo real, la evolución de las variables superficiales observables a lo largo de un determinado período de tiempo (Moreira, 1987). En zonas de elevada aridez donde la contribución del suelo es importante, se ha comprobado que el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) no resulta ser una medida muy consistente de las condiciones de vegetación, por lo que se propone el uso del índice relacionado con la reflectividad del suelo (Huete, 1987) o índice de vegetación ajustado al suelo, y el uso del ratio para determinar el grado de eficiencia espacial.

En este contexto, la degradación y sus diversos niveles (desertificación, tala, incendios

forestales, entre otros) que ocurren sobre determinados espacios geográficos pueden ser estudiados integrando ambas tecnologías cumpliendo así importante papel en su identificación. Destacan los estudios sobre avances de desertificación (Justice et al., 1985), deforestación tropical (Malingreau t Tucker, 1987); Incendios forestales (Chuvieco y Martín, 1994), caracterización de Biomas a escala continental (Goward et al., 1987).

EL AREA DE ESTUDIO

El área de estudio forma parte de las cuencas Chira-Piura situadas al norte del Perú, y situado dentro de las regiones mas áridas del mundo, entre las zonas hiperaridas y semiáridas, junto con otras como el Sahara de África (UNESCO 1978). Presenta ecosistemas flora y fauna especiales e importantes, pero a su vez de gran fragilidad por las actividades que sobre estos se desarrollan. En el caso de la flora, el ecosistema que caracteriza es el „Bosque Seco% de acuerdo a la clasificación regiones naturales que es el espacio geográfico identificado en el presente estudio (Brack, 1988). El clima predominante es subtropical seco con precipitaciones estacionales presentes en los meses de verano, siendo estas escasas e irregulares a lo largo del año (80 mm/año); excepto los fenómenos del niño que se produce cada cierto periodo aproximadamente cada 15-20 años.

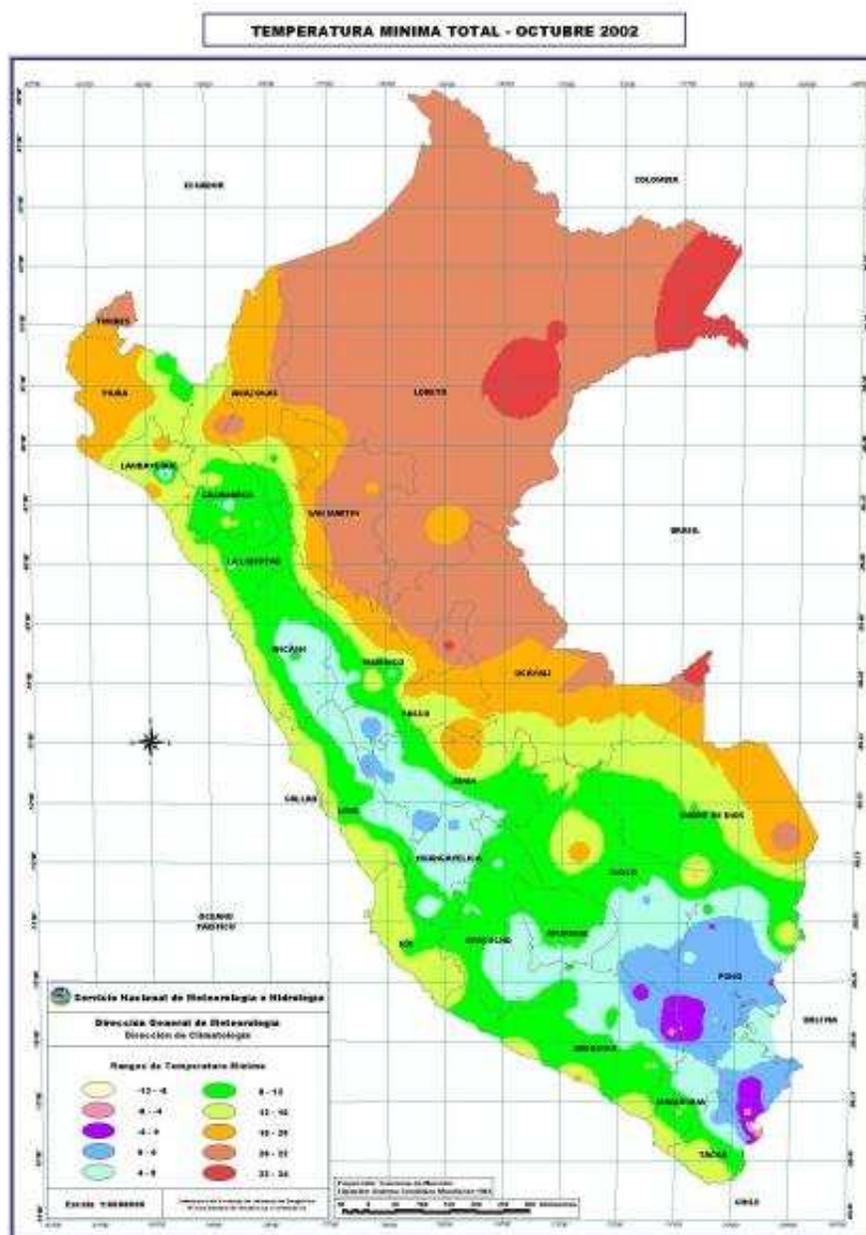


Figura 1. Área de estudio

El 80 % del total de la superficie estudiada se encuentra constituida por Bosque Seco, siendo el Algarrobo (*Prosopis pallida*) identificada como la especie predominante seguida del sapote (*Capparis angulata*).

Materiales y Métodos

CONSTRUCCIÓN DE UN SIG

Los datos para el presente estudio, son el principal activo de cualquier sistema de información.

a). Tecnologías Relacionadas

- * Mapeo de escritorio
- * Herramientas CAD
- * Sensores remotos
- * Sistemas Manejadores de Bases de Datos (SMBD)

LOS DATOS

Son diversos los sensores empleados en estudios sobre evaluación y monitoreo de la cubierta vegetal: land cover, fonología, captación de carbono, etc. (Tucker and Sellers 1986; Justice et al., 1985; Running, 1990). La información adquirida corresponde a una imagen de verano correspondiente al sensor Thematic Mapper del satélite Landsat (Orbit/frame, 2003) y su comparación con una subescena del año 2000. La información digital complementaria es adquirida de (INRENA, 2002) y los datos de muestreos son complementarios a un SIG determinados usando GPS.

METODOLOGIA

Tres métodos son empleados para determinar áreas degradadas, y sus cambios basados en identificar las características de la vegetación y su estado: NDVI, SAVI, RATIO (Wickland, 1989), (Sellers, 1985; Asrar et al., 1984; Goward and Hyemrich, 1992). Si bien es cierto el sensor Landsat TM presenta 7 bandas se seleccionaron aquellas que discriminan las características de la vegetación. En este caso se emplearon las combinaciones de bandas TM3, TM4, TM5 (Carneiro & Zinck., 1994).

Previo a la aplicación de los índices de vegetación las imágenes fueron tratadas con corrección atmosférica. La aplicación directa de los valores ND sin necesidad de conversión. Aplicando el modelo teórico, Guyot y Gu (1994) en la que se concluye que los valores del NDVI para imágenes Landsat a partir de ND subestiman entre 0,05 y 0,20.

A su vez el índice de vegetación permite obtener una diferenciación entre la vegetación activa y los suelos desnudos.

Para efectos de contrastar los datos se ubicaron puntos de muestreo en la imagen (1% de la superficie total de la imagen), información determinada con GPS. La información tomada en campo (GPS) permitió identificar puntos de control las cuales constituyeron el muestreo conjuntamente con la información de diversas fuentes (mapas analógicos) empleadas en la integración y tratamiento digital de imágenes (Vives and Chica., 1994).

El empleo de los diversos índices de vegetación presente se sustenta por:

- 1) Mejorar la discriminación entre dos cubiertas con comportamiento reflectivo muy distinto en las bandas TM4 y TM3, por ejemplo realzar suelos y vegetación en el espectro visible e infrarrojo cercano.
- 2) Reducir el efecto del relieve (pendiente y orientación) en la caracterización espectral de distintas cubiertas.

$NDVI_{TM} = \frac{ND_{TM3} - ND_{TM4}}{ND_{TM3} + ND_{TM4}}$

$SAVI = \frac{TM4 - TM3}{TM4 + TM3 + L} (1 + L)$

Donde L, indica una constante para ajustar la línea de vegetación-suelo al origen (los autores indican un posible valor en torno a 0,5. Huete et al., 1994). Un factor que modifica los resultados en los valores de NDVI es el efecto atmosférico. Teniendo en cuenta que imágenes Landsat generan dispersión en los canales azul y rojo del espectro es por lo que se utiliza el índice de vegetación atmosféricamente resistente (ARVI) Kaufman y Tanrè, 1992.

Resultados

De la metodología encontrada se observa que los valores según índices de vegetación presentes en la zona de estudio muestran una distribución normal, dependiendo del tipo de índice NDVI, SAVI, RATIO. Para el caso del NDVI observamos que el valor acumulado en la imagen oscila entre -0.95-0.71 (figura 2) con un promedio de 0.15. En este entorno los valores positivos según NDVI hace referencia a las zonas de fuerte actividad fotosintética (regadío, bosque semidenso y denso), principalmente.

BANDAS	MEAN	MIN	MAX	STDDEV
1	36.00	35.00	37.00	37.41
2	27.11	25.00	28.00	27.11
3	14.89	14.00	16.00	15.20
4	11.44	10.00	12.00	13.45
5	135.00	133.00	137.00	136.46
7	9.89	9.00	11.00	10.20
Total	234.33	226.00	241.00	239.84
Mean	39.06	37.67	40.17	39.97
Minimum	9.89	9.00	11.00	10.20
Maximum	135.00	133.00	137.00	136.46
Stddev	48.07	47.76	48.50	48.34

Figura3. Valores digitales medios para la categoría agua

Figura 2, Distribución de valores según el índice de vegetación NDVI en la zona de estudio

Presentan índices positivos la vegetación de tipo matorral denso y las manchas de bosque especialmente aquel situado en zonas de mayor altitud. En los índices positivos la vegetación natural supera el 0,15 en pequeños retazos de bosque.

Observamos que los valores según NDVI que presentan valores negativos hacen referencia a las categorías: urbano $\hat{0}$.2, bosque seco muy ralo, zonas eriazas. Por tratarse de suelos con escasa cobertura vegetal y al aplicar el índice SAVI con corrección de 0.3 y 0.7. Arrojan valores entre'. En la imagen en composición color aquellas zonas de color blanco traducen una fuerte actividad vegetativa. Se trata de una gran parte de agricultura, vegetación de los barrancos y matorral. Del estudio de los perfiles de las clases espectrales de la imagen de verano se deduce que los valores digitales mas elevados corresponden a las sales y al suelo desnudo en los infrarrojos próximos y medios.

Son las sales las que alcanzan valores entorno a 200 en la banda 1. (137,7 de media para el suelo desnudo en la misma banda), mientras que en la banda 5 son mayores los valores digitales del suelo sin vegetación.

El suelo semidesnudo y los pastos tienen curvas similares a la del suelo desnudo, pero con valores digitales inferiores en todas las bandas, salvo en el infrarrojo térmico, que adquiere los valores mas altos. Los valores digitales del suelo semidesnudo son más altos que los del pasto en todas las bandas excepto en la banda TM7 que tienen los valores similares debido a la mayor humedad del segundo.

Las curvas espectrales pertenecientes a la categoría „agua%” manifiestan la enorme heterogeneidad de los humedales y la diferente calidad del agua. (1m aprox.) y tiende a disminuir su nivel digital a medida que se aproxima al espectro infrarrojo medio.

BANDAS	MEAN	MIN	MAX	STDDEV
1	36.00	35.00	37.00	37.41
2	27.11	25.00	28.00	27.11
3	14.89	14.00	16.00	15.20
4	11.44	10.00	12.00	13.45
5	135.00	133.00	137.00	136.46
7	9.89	9.00	11.00	10.20
Total	234.33	226.00	241.00	239.84
Mean	39.06	37.67	40.17	39.97
Minimum	9.89	9.00	11.00	10.20
Maximum	135.00	133.00	137.00	136.46
Stddev	48.07	47.76	48.50	48.34

Figura 3. Valores digitales medios para la categoría agua

Figura 3. Valores digitales medios para la categoría agua

En los diversos sectores geográficos del área de estudio y que se hallan representados por: Ríos, lagos, lagunas y estanques podemos observar que los valores promedios según sus niveles digitales (ND) tienden a decrecer sus valores medios a medida que se aproxima hacia el espectro infrarrojo en la banda TM7, excepto en la banda TM5 cuyo valor promedio asciende a valores de 135.00. En este caso la banda TM5 del espectro infrarrojo refleja la mayor reflectancia debido a la elevada reflectividad.

Cuando la vegetación sufre algún tipo de estrés (plagas o sequías), su reflectividad es inferior en el infrarrojo cercano, aumentando en el rojo, con lo que el contraste entre ambas bandas es menor. En definitiva, podemos señalar que cuando mayor es el contraste entre las reflectividades de la banda infrarroja y roja, mayor vigor vegetal presentará la cubierta observada, observación que lo hemos podido percibir en el análisis entre las bandas TM4 y TM3 a partir del empleo de los índices de vegetación. Asimismo, bajos valores de contraste indican una vegetación enferma o senescente, hasta llegar a las cubiertas sin vegetación que ofrecen un contraste muy pequeño.

En la respuesta de la curva espectral relacionada a la categoría agricultura podemos observar que la respuesta espectral en las cubiertas en las bandas TM4 y TM3 presenta la mayor diferencia en desviación estándar respecto a los datos respecto al resto de bandas.

Al aplicar el índice según el cociente entre bandas observamos:

* Mientras que en la región del espectro visible los pigmentos de la hoja absorben la mayor parte de la energía que reciben, estas sustancias apenas afectan al infrarrojo cercano. Por esta razón se produce un notable contraste espectral entre la baja reflectividad de la banda roja del espectro y la del infrarrojo cercano, lo que permite separar, con relativa claridad, la vegetación sana de otras cubiertas.

Conclusiones

* Las formas de erosión hídrica reconocidas e identificadas en la imagen de satélite son debidas a procesos de acarreamiento, erosión en lámina y fenómenos de caída de bloques por socavamiento de su base.

* El índice de vegetación normalizado permite una mejor visualización al aumentar el contraste entre las clases.

* De acuerdo a los resultados, los valores de NDVI varían entre -1 a $+1$ lo que facilita la interpretación.

* El triplete TM3, TM4, TM5 se consideró como la imagen optima para la discriminación de factores geomorfológicos y biológicos relacionados con la desertificación.

* Tanto el NDVI como cociente simple se han empleado en la estimación de diversos parámetros de la cubierta vegetal, lo que les constituye en papel protagonista de cara a la evaluación ambiental. Resultados que a su vez coinciden con lo obtenido por Kennedy, 1989; Kerr et al., 1992.

* Los resultados obtenidos concuerdan con lo obtenido por (Dedios, 2004) han demostrado que

estos índices son equivalentes.

* De acuerdo a los resultados obtenidos según la aplicación del NDVI nos encontramos en umbrales críticos puesto que el área de estudio presenta elevada aridez.

* En zonas áridas donde la contribución del suelo es importante, se ha comprobado que el NDVI no resulta ser una medida muy consistente de las condiciones de vegetación. Por lo que se propone el uso del índice relacionado con la reflectividad del suelo (Huete, 1987)

* Los índices usados son considerados como indicadores de crecimiento y vigor de la vegetación, diagnóstico de parámetros biofísicos, % de cobertura, biomasa, radiación activa fotosintética tal como los señalaron (Sellers, 1985; Asrar et al., 1984; Goward and Hyemrich, 1992).

* El índice de vegetación permite una diferenciación entre la vegetación activa y los suelos desnudos.

* La metodología empleada es de gran apoyo para determinar áreas degradadas todas ellas basadas en identificar características de vegetación y su estado: NDVI, SAVI, ARVI.

Agradecimientos

La autora agradece a la empresa Consultoria y Asesoría Medio Ambiental ND por proporcionar las imágenes de satélite Landsat TM que hicieron posible el presente estudio y a la Municipalidad Provincial de Piura Peru por considerar el área del parque ecológico Kurt Beer como área de conservación para la realización de los muestreos y ensayos de campo.

Referencias

Dedios, M.N.J. 2004. *Plan de manejo, conservación, y desarrollo sostenible del bosque seco*. www.aepro.com/pdf/Congreso_04A_completo.pdf

Huete, A.R. 1988. A Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI). *Remote Sensing of Environment* 25: 295-309.

Kaufman, Y.J. & D. Tanre. 1992. Atmospherically resistant Vegetation Index (ARVI) for EOS-MODIS. *Proc. IEEE Int. Geosci. And Remote Sensing Symp.* 92. IEEE. New York, 261-270

Rouse, J.W., R.H. Haas, J.A. Schell & D.W. Deering. 1973. Monitoring vegetation System in the great plains with ERTS. *Third ERST Symposium*, NASA SP-351, vol.1. p.309-317.