

LA VARIABILIDAD DE LA VEGETACION EN LA COSTA NORTE DE PERÚ A PARTIR DE LAS IMÁGENES DE SATELITE

J. Rojas (*), J. C. Eche (*), T. de Blas (*), J. L. Casanova (**), y C. Pérez (***)

jrojasa@unmsm.edu.pe

(*) *Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Apartado Postal 14-0149, Lima 14. Perú.*

(**) *Universidad de Valladolid, Paseo del Prado de la Magdalena s/n. Valladolid. España.*

(***) *Universidad de Salamanca, Dpto. Ing. Cartográfica y del Territorio. España.*

RESUMEN

Se ha obtenido la imagen compuesta mensual del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) de la costa norte de Perú (Tumbes, Piura y Lambayeque) a partir de las imágenes del AVHRR/2 – NOAA/14. Las imágenes NDVI del sensor VEGETATION de la misma región han sido adquiridas para su comparación. Se han analizado dos series temporales del NDVI de un campos de cultivo de la caña de azúcar de los distritos de Cayaltí y Pucalá en el periodo 1998/4 - 2002/4 y su relación con algunas variables meteorológicas (precipitación total mensual). Usando tres imágenes multiespectrales y una pancromática del satélite SPOT-4 se muestra el índice de vegetación a una resolución de 20 m² donde se pueden apreciar los efectos producidos por el efecto del Fenómeno El Niño y la Oscilación Sur (ENOS) en las áreas de cultivo de la caña de azúcar y su impacto socio económico en los tres departamentos.

ABSTRACT

Daily and monthly NDVI composite images of the North coast of Peru have been obtained from AVHRR/2 NOAA/16 NOAA sensor data. The NDVI images of VEGETATION SPOT sensor have been also acquired in order to compare them with these NDVI images. To do that, two 1998/4 - 2002/4 temporary NDVI series of the towns of Cayaltí and Pucalá from AVHRR and VEGETATION sensors have been compared. Also, their relations with the total monthly precipitation have been analyzed. The AVHRR NDVI images of three departments of the Peruvian North coast show a variability of the vegetation very similar to those of the VEGETATION NDVI images within the same period. Using three multispectral and one panchromatic images from the SPOT-4 satellite and the index of vegetation with a resolution of 20 m² the effects produced by El NIÑO South Oscillation (ENSO) in agriculture areas and their economic impact can be appreciated.

Palabras claves: Teledetección, NDVI, Cayaltí, Pucalá, caña de azúcar, AVHRR, VEGETATION.

INTRODUCCIÓN

La serie de tiempo y espacio del NDVI estimado por satélite permite estudiar el comportamiento de la vegetación y relacionarlo con el evento Oscilación Sureña El Niño (Anyamba y Eastam, 1996). Las imágenes NDVI estimadas del AVHRR NOAA son ampliamente utilizadas para el monitoreo de la vegetación debido a su alta resolución temporal y bajo costo. El objetivo del presente trabajo es la estimación y el estudio cualitativo del NDVI sobre la costa norte de Perú utilizando las imágenes de satélite. Se ha obtenido un mapa del NDVI compuesto mensual a partir de los diarios de la costa norte de Perú para el mes de enero de 1999.

Los datos imágenes originales AVHRR/2 usados en este trabajo han sido obtenidos de diversas fuentes. Se ha procesado 12 imágenes del mes de enero de 1999. Además se han empleado 157 imágenes del sensor VEGETATION SPOT del periodo 1998/4 - 2002/4 (<http://free.vgt.vito.be>). Por último se han utilizado tres imágenes multiespectrales y una pancromática del HRV SPOT-4 que abarcan una pequeña región de la costa norte de Perú.

Los resultados obtenidos se muestran a través de las imágenes producto del NDVI de la costa norte del Perú. Estas imágenes tienen una resolución espacial de 1.1 km y sus coordenadas geográficas son: -82° , -78° de longitud y -03° , -08° de latitud.

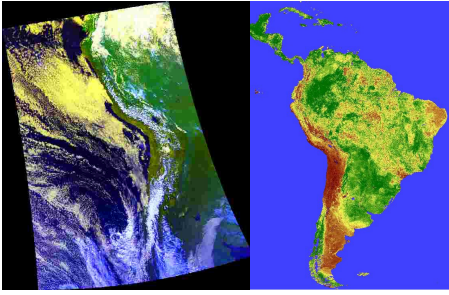


Figura 1 (a) Composición de los canales 1, 2 y 5 del AVHRR/3 NOAA-16 (26 de junio de 2002); (b) El NDVI de América del Sur del VEGETATION SPOT (1-10 enero 1999).

FUNDAMENTOS FÍSICOS

En la calibración radiométrica de los canales 1 y 2 AVHRR se sigue el procedimiento de Mitchell (1999). La calibración radiométrica consiste en la recuperación de la radiancia que detecta el sensor AVHRR a partir de las cuentas digitales (o niveles de gris). Esta radiancia puede ser expresada en términos de reflectancia a través de la normalización por la irradiancia solar. Los índices de vegetación son combinaciones de las bandas espectrales, cuya función es realzar la contribución de la vegetación en función de la respuesta espectral de una superficie y atenuar la de otros factores como el suelo, la iluminación, la atmósfera, etc. El NDVI utiliza los canales 1 (espectro visible VIS) y 2 (infrarrojo cercano NIR) del AVHRR NOAA. Para la calibración radiométrica de las imágenes multispectrales del sensor HRV del satélite SPOT-4 se han seguido los pasos de la guía del SPOT (SPOT-IMAGE, 1997).

DATOS IMÁGENES

Las imágenes AVHRR de 12 días de enero de 1999 han sido obtenidas del Instituto del Mar de Perú (IMARPE). Las imágenes NDVI del sensor VEGETATION SPOT-4 se obtuvieron de "The Free VEGETATION Products" y son de abril 1998 a abril 2002. Estas son imágenes compuestas de 10 días del NDVI de América del Sur. En total se ha trabajado con 157 imágenes. Una imagen pancromática y tres multispectrales level 1b del sensor HRV del satélite SPOT-4 se han obtenido de SPOT-IMAGE.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 1(a) muestra una composición de los canales 1, 2 y 5 del AVHRR del NOAA-16 (26 de junio de 2002). Esta imagen está corregida geográficamente por el método de puntos de control. La Figura 1(b) muestra una imagen compuesta del NDVI de 10 días (1 al 10 de enero de 1999) del sensor VEGETATION SPOT-4 correspondiente a América del Sur. La figura 2 presenta una imagen compuesta del NDVI del 1 al 20 de enero de 1999 del sensor AVHRR/2 NOAA-14. Esta imagen recoge tres departamentos de la costa norte de Perú: Tumbes, Piura y Lambayeque. En un mes de verano la vegetación es escasa y el desierto de sechura en Piura y Olmos en Lambayeque se muestra de color marrón.

En la figura 3 se observan 12 imágenes compuestas de 10 días del NDVI obtenidas por el sensor VEGETATION durante el año 1999 y que pertenece a la costa norte de Perú. Los meses de marzo, abril, mayo y junio presentan una vegetación más abundante en los valles de Zaña, Reque y la Leche en Lambayeque y Chira en Piura y en la sierra (Este).

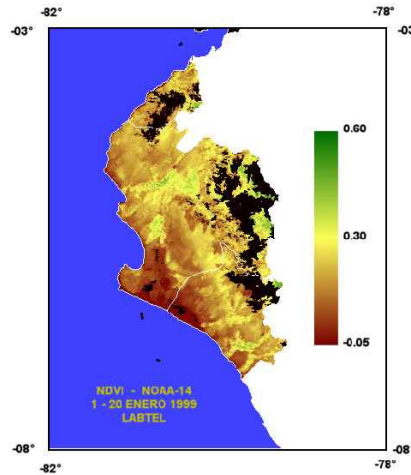


Figura 2 - La imagen compuesta NDVI del 1 al 20 de enero de 1999 del AVHRR NOAA.

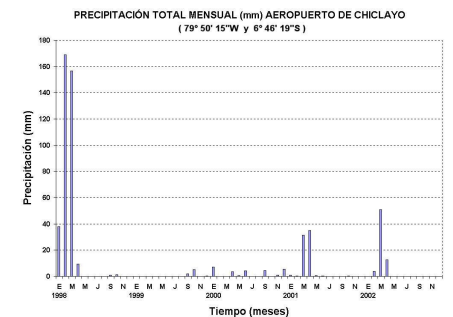
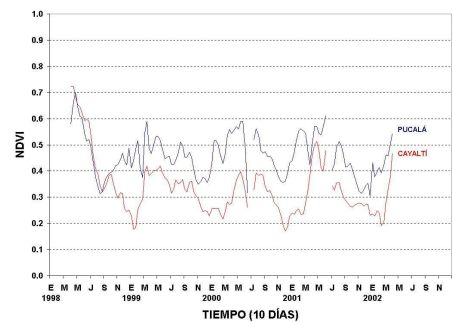
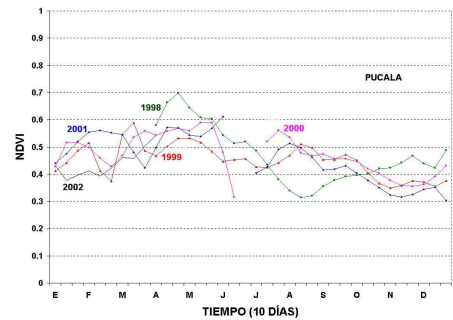
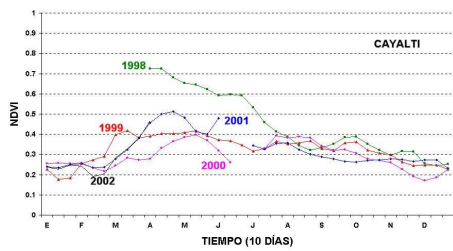


Figura 4 (a) Evolución anual del NDVI para un sólo píxel de la caña de azúcar en el distrito de Cayaltí.

(b) Evolución anual del NDVI para un solo píxel de la caña de azúcar en el distrito de Pucalá. (c) Serie temporal del NDVI para un píxel de caña de azúcar en el distrito de Cayaltí y Pucalá desde abril 1998 hasta abril 2002. (d) Precipitación total mensual (mm) en el Aeropuerto de la provincia de Chiclayo

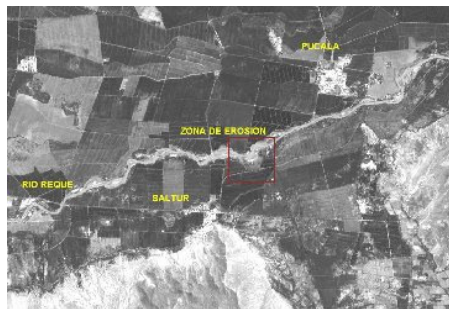


Figura 5 - Zona de erosión de un terreno cultivada con caña de azúcar cerca del río Reque cerca del distrito de Pucalá (04/04/2001).

Estas imágenes abarcan las longitudes de 82 a 78° W y latitudes de 3 a 7° S. Las Figuras 4 (a) y (b) muestran unas series de tiempo del NDVI de dos píxeles seleccionados de las imágenes SPOT 4 y que corresponden al cultivo de caña de azúcar en el distrito de Cayaltí (6° 53' 8'' S y 79° 62' 5'') y en el distrito de Pucalá (6° 48' 45'' S y 79° 37' 33'' W). Ambos muestran la variación anual con el máximo en el mes de mayo y mínimos en los meses de enero y diciembre. En la figura 4 (c) obtenida del NDVI de la caña de azúcar en Cayaltí y Pucalá se observa que al comienzo de la serie estudiada los valores de NDVI en ambos distritos son altos. Si se analizan los datos de precipitación total mensual de la misma zona (figura 4 (d)) se ve que en el primer trimestre del año 1998 las lluvias fueron abundantes debido a que en esta época tuvo lugar el Fenómeno El Niño. Por esta razón la vegetación era vigorosa y su respuesta espectral origina valores elevados del NDVI. De los datos de precipitación que se dispone para los siguientes años, se deduce que los meses más lluviosos (marzo y abril) son también aquellos que mayores índices de vegetación presentan. Si se compara la evolución del NDVI de la caña de azúcar en los distritos estudiados, se ve que en los primeros meses del año 1998 (de abril a agosto), debido al gran aporte de agua de lluvia, el NDVI de Cayaltí y Pucalá tiene valores altos y además semejantes debido a que se encontraban en iguales condiciones hídricas. Pero después de esos meses el NDVI de Cayaltí decrece y se mantiene por debajo del de Pucalá durante toda la serie. Esto es debido a que en el

distrito de Cayaltí el cultivo de la caña de azúcar está más descuidado que en Pucalá y la vegetación es menos vigorosa, de ahí que los valores de NDVI sean menores, mientras que en Pucalá el riego de la caña de azúcar es continuado y por ello los cultivos presentan una cubierta más frondosa.

Las intensas lluvias ocasionadas por el Fenómeno El Niño, especialmente en los años 1982-1983 y 1997-1998, han causado grandes pérdidas económicas y materiales. Los desbordes del río Zaña y de río Reque han provocado erosión en las riberas y pérdidas de tierras cultivadas con caña de azúcar. La figura 5 corresponde a una imagen pancromática del satélite SPOT 4 con una resolución espacial de 10 m. Se puede observar claramente la erosión y el efecto de las precipitaciones sobre las tierras de cultivo de caña y sobre las vías de acceso (carreteras, puentes, etc).

CONCLUSIONES

Los datos imágenes originales AVHRR NOAA permiten estimar el NDVI de la costa norte de Perú en forma muy similar al obtenido de las imágenes del VEGETATION. La variación anual del NDVI del VEGETATION muestra el comportamiento clásico donde el máximo se

presenta en los meses de verano y después de los meses de lluvias. La serie de tiempo del NDVI indica un comportamiento muy similar en los cultivos de caña de azúcar de los distritos de Pucalá y Cayaltí pero con una magnitud mas bajo del último.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Anyamba, A. and Eastam, J.R. 1996. Interannual variability of NDVI over Africa and its relation to El Niño/Southern Oscillation, International Journal Remote Sensing, London, England 17(13): 2533-2548.
 Mitchel, R.M. 1999. Calibration Status of the NOAA AVHRR Solar Reflectance Channels: CalWatch Revision 1, CSIRO Atmospheric Research Technical Paper N°. 42.
 SPOT-IMAGE, 1997. The SPOT Scene Standard Digital Product Format S4-ST-73-01-SI Edition 1 - Revision 2 97/11/17

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la OEA y al CONCYTEC por el apoyo de este proyecto durante los años 2001/2002. Un agradecimiento muy especial a SPOTIMAGE por los datos imágenes NDVI del sensor VEGETATION del SPOT-4, abril 1998 hasta abril 2002 y por las 5 imágenes multiespectrales adquiridas a través del programa LATINOSPOT. El autor J.R. agradece especialmente a la AECI.

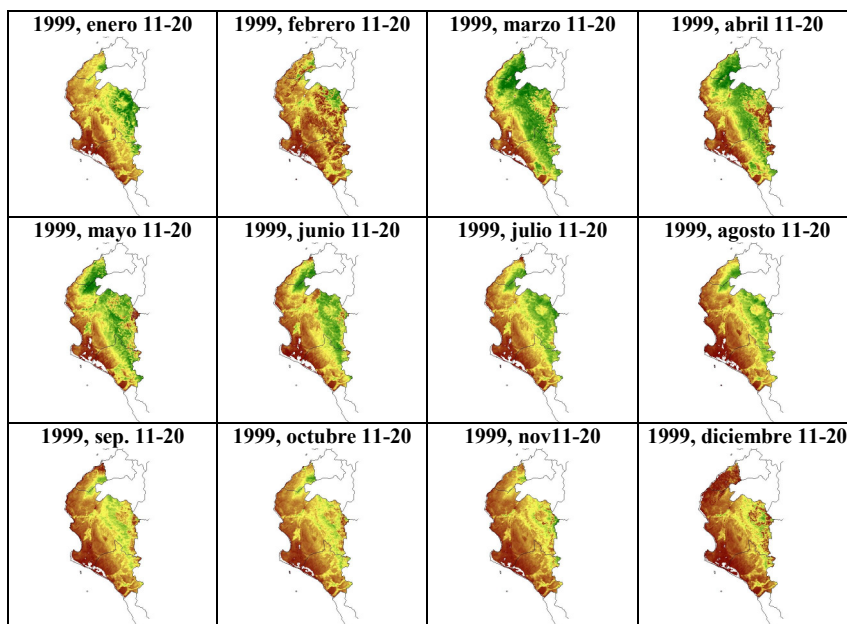


Figura 3 La evolución anual del NDVI en la costa norte de Perú a partir del sensor VEGETATION del SPOT-4