

Programa de Bienes Públicos Regionales.

Programa Regional de Empleo de Información Satelital para la Productividad Agrícola

APLICACIÓN DE ÍNDICE DE SEQUÍA (NDDI) PARA MONITOREO Y ALERTA CON IMÁGENES MODIS

Diciembre de 2014

Andrés Pisón, andpison@gmail.com; Mario Michelazzo, mmichelazzo@gmail.com (Consultores BPR-BID. Uruguay)

ÍNDICE

Introducción.....	3
Metodología y descripción de los productos.....	4
Descripción del producto MOD13Q4N.....	4
Sistema de georreferenciación y datum	7
Obtención del índice normalizado de sequía (NDDI).....	7
Frecuencia de la obtención para la capa NDDI	8
Rango de datos y paleta de colores para el producto NDDI.....	8
Índice de desvíos respecto al NDDI (mapa de anomalías NDDI).....	9
Diagrama de procesos producto NDDI.....	11
Diagrama de procesos producto NDDI-desvíos.....	13
Mapa NDDI.....	14
Bibliografía.....	15

INTRODUCCIÓN

En estos últimos años, se ha puesto énfasis en el pronóstico, monitoreo y estudio de las causas asociadas a eventos climáticos extremos, como son las sequías, buscando alertar a las poblaciones y ejecutar acciones de mitigación.

Para la evaluación de la sequía, se utilizan diversos índices que miden de manera directa o indirecta alguno de los factores involucrados en el ciclo hidrológico, sus impactos a nivel del ecosistema o sobre aspectos socio-económicos de las poblaciones afectadas.

La obtención de datos de teledetección para el monitoreo de la sequía tiene varias ventajas tales como la posibilidad de obtener relevamiento de grandes áreas con alta resolución espacial y en corto período de tiempo.

Para este estudio se decidió utilizar como base el Índice de Sequía de Diferencias Normalizadas o Normalized Difference Drought Index, NDDI por sus siglas en inglés (Gu Y. et. al. 2007), dicho índice se calcula a partir de la diferencia normalizada de dos índices: el Índice de Vegetación Normalizado o Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) y el Índice de Agua Normalizado o Normalized Difference Water Index (NDWI).

Estos índices han sido utilizados como indicadores de estrés hídrico en vegetación y sequía (Calccamo, et. al. 2001; Gonzalez et al 2009; Mohr y Siebert, 2008.)

Gu Y. et. al. 2007 encontró para regiones de praderas naturales en el estado de Kansas, que la diferencia entre estos dos índices se acentuó significativamente durante épocas estivales en condiciones de sequía. Pudiendo tomarse como un indicador adicional de sequía el uso combinado del NDVI y el NDWI.

METODOLOGÍA y DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS

El área de estudio considerada para generar este índice se encuentra ubicada en los cuatro países pertenecientes al proyecto, corresponde a la República Oriental de Uruguay, la República del Paraguay, el norte y centro de la República de Chile y provincias del centro y norte de la República Argentina (incluye áreas dónde se desarrolla la agricultura en secano).

Para obtener este producto se utilizarán las imágenes y los datos provistos por el sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) de la plataforma TERRA (Earth Observing System, TERRA (AM-1) de la NASA, dadas sus características de alta resolución temporal, espectral, alta calidad de las imágenes y resoluciones geométricas medias acorde a los requerimientos del proyecto.

Disponibles en: <https://earthdata.nasa.gov/about-eosdis/system-description/lance/modaps/about-modaps/data-products>

De los distintos productos disponibles por la NASA a partir de este sensor se utilizará el producto MOD13Q4N (MODIS/Terra Vegetation Indices Daily Rolling-8-Day L3 Global 250m SIN Grid V005), este contiene el cálculo de índices de vegetación NDVI y EVI a 8 días, con una resolución espacial de 250m, además de las bandas con que se realizaron los cálculos para obtener esos índices de vegetación.

El producto MOD13Q4N se puede obtener diariamente desde la dirección <ftp://nrt1.modaps.eosdis.nasa.gov/allData/1/MOD13Q4N/> seguido por el día juliano.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO MOD13Q4N (fuente NASA)

Origen/creador de los datos: MODAPS (MODIS Adaptive Processing System)Area: ~10 degrees x 10 degrees lat/long

Image Dimensions: 4800 x 4800 filas/columnas

Tamaño de una imagen: ~500MB (variable)

Resolución: 250 meters

Proyección: Sinusoidal

Formato de los datos: HDF-EOS

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO MOD13Q4N (fuente NASA)

Producto por banda	Tipo de dato	Formato del dato	Rango de validez	Factor de escala
250 m 8días NDVI	Valor NDVI	16 bits entero con signo	-2000 a 10000	0,0001
250 m 8días EVI	Valor EVI	16 bits entero con signo	-2000 a 10000	0,0001
250 m 8días. Calidad de índices.	bits	16 bts entero sin signo	0 a 65534	NA
250 m 8días reflectancia rojo (banda 1, 620-670 nm).	reflectancia	16 bits entero con signo	0 a 10000	0,0001
250 m 8 días reflectancia infrarrojo cercano (NIR, banda 2, 841-876 nm)	reflectancia	16 bits entero con signo	0 a 10000	0,0001
250 m 8 días reflectancia azul (banda 3, 459-479 nm)	reflectancia	16 bits entero con signo	0 a 10000	0,0001
250 m 8 días reflectancia infrarrojo medio (MIR, banda 7, 2105 - 2155nm)	reflectancia	16 bits entero con signo	0 a 10000	0,0001
250 M 8 días ángulo de visada respecto al zenit	degree	16 bits entero con signo	-9000 a 9000	0,01

250 m 8 días ángulo solar respecto al zenit	degree	16 bits entero con signo	-9000 a 9000	0,01
250 m 8 días ángulo relativo azimut	degree	16 bits entero con signo	-3600 a 3600	0,1
250 m 8 días. Fecha de toma del dato-pixel. Día del año	Día del año	16 bits entero con signo	1 a 366	NA
250 m 8 días pixel Fiabilidad del pixel	ranking	8 bits entero con signo	0 a 3	NA

Fuente: https://lpdaac.usgs.gov/products/modis_products_table

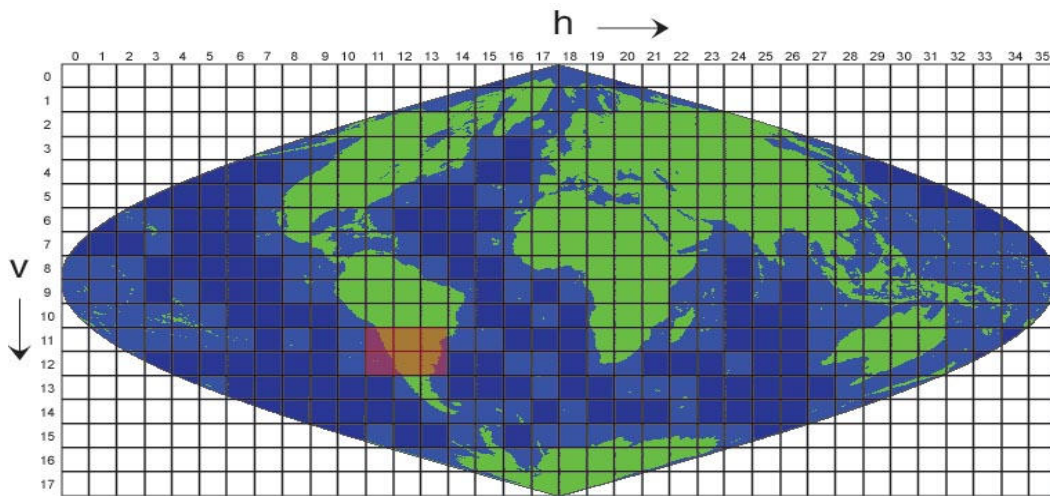
<https://earthdata.nasa.gov/about-eosdis/system-description/lance/modaps/about-modaps/data-products>

Para cubrir el área del proyecto se utilizarán las imágenes de este sensor, correspondientes a los tiles h11v11; h12v11; h13v11; h11v12; h12v12; h13v12, dichas imágenes se encuentran en proyección sinusoidal.

Estando disponibles en el sitio de la NASA: <https://earthdata.nasa.gov/about-eosdis/system-description/lance/modaps/about-modaps/data-products>

Estas seis imágenes del sensor MODIS, cubren un área continental de 5836122 km².

La siguiente figura muestra la ubicación de las seis tiles en la grilla sinusoidal MODIS.



Grilla sinusoidal MODIS. Fuente: National Snow and Ice Data Center.

Sistema de georreferenciación y datum

Los productos basados en el NDDI estarán en coordenadas geográficas, datum wgs84 y formato *.geotiff., deberán por tanto hacerse las transformaciones del sistema sinusoidal original a wgs84 y cambio de formato a geotiff.

En la página de la NASA: <https://earthdata.nasa.gov/data/data-tools> se pueden descargar varias herramientas para realizar estas transformaciones.

Obtención del índice normalizado de sequía (NDDI).

Con anterioridad a todos los procesamientos, deberán eliminarse de las imágenes los píxeles con valores erróneos, indicados con un valor digital -3000.

El NDWI podrá obtenerse a partir de las bandas 2 y 7 disponibles en el producto MOD13Q4N, según la siguiente razón:

$$NDWI = \left(\frac{BANDA\ 2 - BANDA\ 7}{BANDA\ 2 + BANDA\ 7} \right) \cdot 10^4$$

Los datos del producto intermedio NDWI deberán estar en 16bits con signo, y multiplicarse por 10000 de modo de elevar el rango dinámico de los datos.

La obtención del NDDI se hará según la siguiente razón:

$$\text{NDDI} = \left(\frac{\text{NDVI} - \text{NDWI}}{\text{NDVI} + \text{NDWI}} \right) \cdot 10^4$$

El NDVI a utilizar es el que está disponible en el producto MOD13Q4N.

El NDDI deberá estar en 16bits con signo (permite valores positivos y negativos), y multiplicarse por 10000, para facilitar la visualización y la leyenda.

Valores mayores que 0 indican una condición de mayor sequedad.

El procedimiento se hará para cada uno de los productos en los tiles correspondientes.

Estas capas obtenidas de NDDI deberán multiplicarse por una máscara de agua que contenga los principales cuerpos hídricos de la región.

El proceso para la obtención del NDDI está resumido en el diagrama I de la página 10.

Frecuencia de la obtención para la capa NDDI

El NDDI tendrá una frecuencia semanal, existiendo la posibilidad de obtenerlo con una frecuencia diaria para momentos críticos de sequía, ya que el producto MOD13Q4N es publicado por la NASA diariamente.

Fuente: https://lpdaac.usgs.gov/products/modis_products_table

Rango de datos y paleta de colores para el producto NDDI

Las clases definitivas surgirán a partir de los resultados de la validación del producto, pero a modo exploratorio se utilizaron para elaborar el producto las siguientes clases o rangos de valores:

H5 a H1 (<-200): corresponde a diferentes áreas, que pueden estar cubiertas por nieve, salinas, suelos saturados y/o con una lámina de agua.

H0 (-200 a 600): corresponde a áreas de vegetación sin estrés hídrico.

H00 (600 a 2200): corresponde a suelos húmedos pero que no están a máxima capacidad de almacenaje de agua, sin déficit hídrico para las plantas.

H0S1 (2200 a 5000): Corresponde a áreas con menor humedad en suelo o una mayor relación suelo/cultivo y por tanto se refleja en el índice.

S1 (5000 a 9000): Situación de sequedad, los cultivos agrícolas en secano bajo esta condición detienen su crecimiento, pérdidas escasas o nulas si se restablecen las precipitaciones. Los suelos con arcillas expansivas pueden presentar grietas.

S2 (9000 a 18000): Corresponde a áreas de vegetación que están con estrés hídrico, detención de crecimiento de cultivos en secano, pueden afectarse parcialmente las cosechas. Se manifiesta primero en suelos superficiales, poco profundos, áreas pedregosas o con menor capacidad de almacenaje de agua y regiones con períodos de escasas precipitaciones.

S3 (>18000): Corresponde a áreas con déficit hídrico alto. Esta clase puede corresponder también a áreas pedregosas, suelos superficiales o áreas urbanas.

El mapa de la página 12 muestra los rangos de sequía NDDI usados de manera exploratoria y tabla de colores asociada para la confección del mapa.

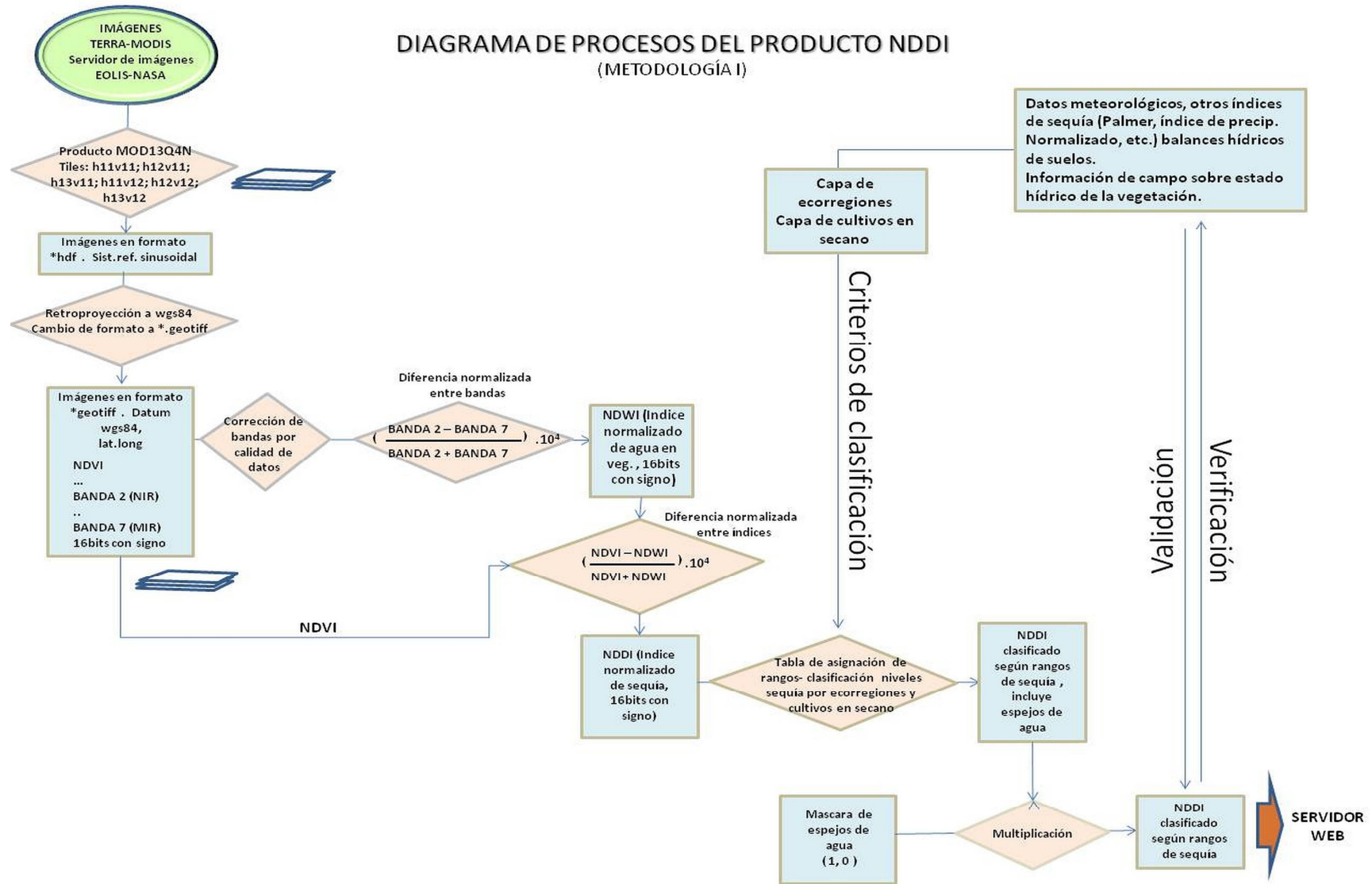
Índice de desvíos respecto al NDDI (mapa de anomalías NDDI).

Se obtendrá a partir de los desvíos de la imagen NDDI para la fecha respecto a la NDDI promedio. Ese desvío se expresará en porcentaje respecto al promedio a partir de la siguiente razón $(NDDI/NDDI_{med.})100$

El $NDDI_{med.}$ será obtenido a partir del promedio mensual de las imágenes NDDI, generadas desde 2001 a la fecha.

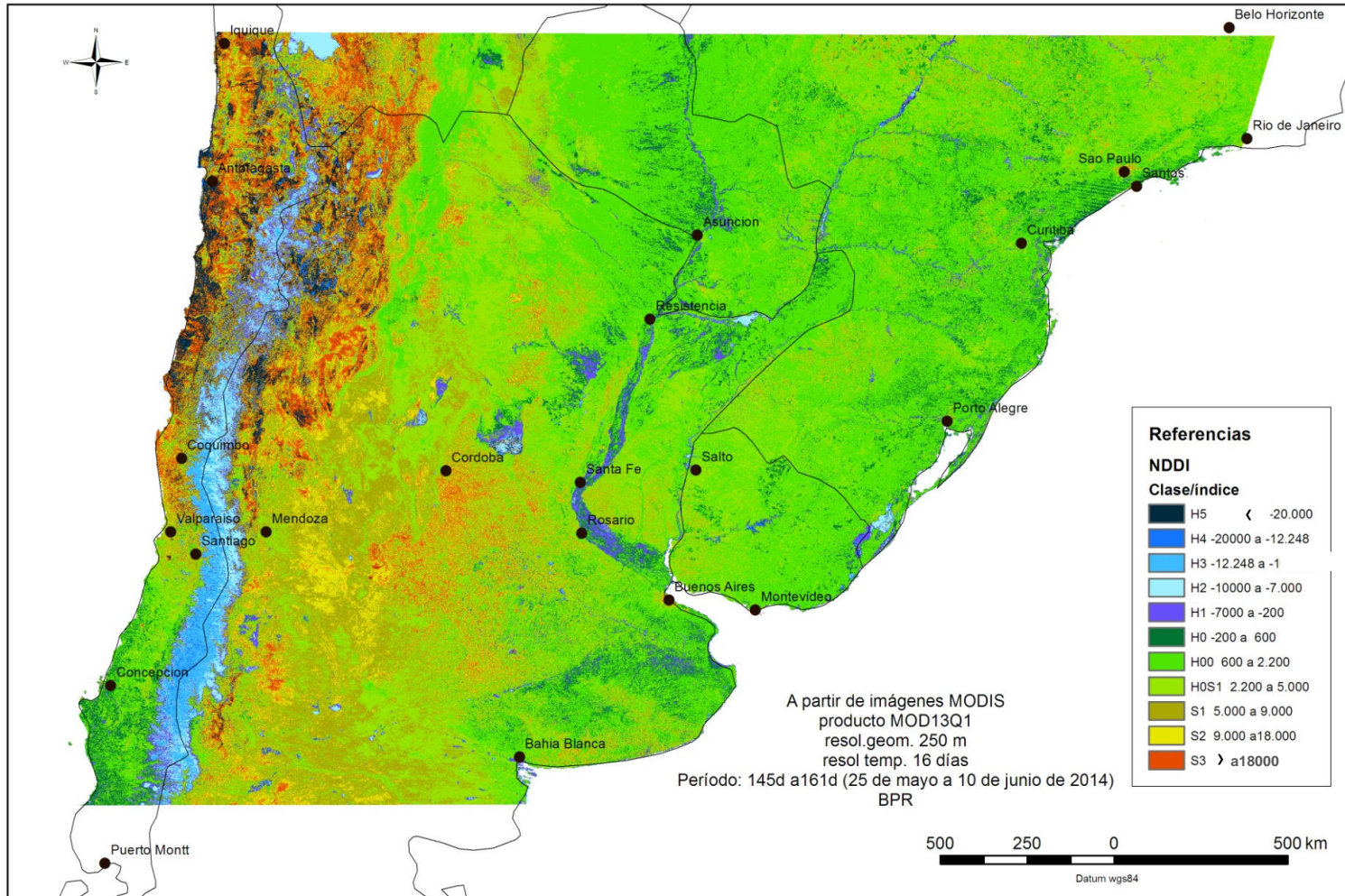
Se utilizará una paleta de azul-gris-rojo, considerando los desvíos positivos condiciones de mayor sequedad (más rojos) y negativos de menor sequedad (más azules) respecto a la media. Los valores normales o próximos a lo normal (100) estarán de gris. Áreas nevadas y espejos de agua, deberán ser enmascarados y eliminados de este indicador.

El proceso para la obtención del NDDI de anomalías está resumido en el diagrama II de la página 11.



PROYECTO BPR

MAPA DE ÍNDICE DE SEQUÍA NORMALIZADO (NDDI)



BIBLIOGRAFÍA

1.- Caccamo G., Chisholm L.A., Bradstock R.A., Puotinen M.L. 2011. Assessing the sensitivity of MODIS to monitor drought in high biomass ecosystems. *Remote Sensing of Environment* 115:2626–2639.

2.- Gonzalez L., Paredes P. y Rial P. 2009. Severidad de la sequía en Santa Cruz. Evaluación a través de índices de vegetación de imágenes MODIS. *Jornadas Regionales de Información Geográfica y Ordenamiento Territorial* 1(2009): 146–153p. Ministerio Secretaría General de la Gobernación, *Proyecto SIT SantaCruz*.

ISBN 978-987-25302-0-4.

3.-Gu Y., Brown J.F, Verdin J.P. and Wardlow B. 2007. A five-year analysis of MODIS NDVI and NDWI for grassland drought assessment over the central Great Plains of the United States. *Geophysical Research Letters*. VOL. 34, L06407, doi:10.1029/2006GL029127.

4.- Michelazzo M., Pisón A. 2012. Utilización de la información geoespacial para la evaluación de sequías. BPR, BID. 33p. Disponible en: http://bpr-preispa.conae.gov.ar/index.php/biblioteca/cat_view/8-informes-del-programa.

5.- Mohr Bell D. y Antje Siebert G. 2008. Monitoreo de la Sequía en la Provincia del Chubut. Informe de avance. Laboratorio de Pecepción Remota y SIG CIEFAP. 32p. Disponible en:

http://www.ciefap.org.ar/documentos/Monitoreo_Sequia_Chubut.pdf

6.- Solano, R. Didan K. Jacobson A. and Huete A. 2010. MODIS Vegetation Index User's Guide (MOD13 Series) Version 2.00, May 2010 (Collection 5). Vegetation Index and Phenology Lab. University of Arizona. 42p.

Disponible en:

http://vip.arizona.edu/documents/MODIS/MODIS_VI_UsersGuide_01_2012.pdf