

**DINÁMICA ESPACIAL Y TEMPORAL DEL ÍNDICE DE  
VEGETACIÓN DE DIFERENCIA NORMALIZADA EN  
SANTIAGO DEL ESTERO, ARGENTINA**

**José Luis Tiedemann**

Tesis  
Para optar al Grado Académico de  
Doctor en Ciencias Agropecuarias

**Córdoba, 2011**

## RESUMEN

A partir de series temporales del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) derivado del sensor VEGETATION SPOT, se cuantificó la distribución espacial de anomalías del NDVI en función de las regiones geomorfológicas de Santiago del Estero. Se determinaron los perfiles mensuales del NDVI del bosque y pastizal natural del Chaco semiárido de Santiago del Estero y se cuantificó su relación con la precipitación media mensual. Mediante el *software Timesat* fueron extraídos los parámetros estacionales de ambas coberturas. Debido a que los patrones de precipitación regional durante el período 1998-2009, fueron afectados por los eventos El Niño y La Niña, fueron considerados dos períodos: uno húmedo (1998-2003) y otro seco (2004-2009). Las anomalías negativas del NDVI se relacionaron con áreas deforestadas, suelo desnudo o rastros, suelo salino, rocas, pastizal natural, bosque degradado, agua estacional y áreas de derrame. Las anomalías positivas del NDVI se relacionaron con el bosque Chaqueño semiárido alto, bosque Serrano alto, cultivos anuales, pasturas templadas, vegetación hidrófila y vegetación halófila. No se encontraron relaciones entre el NDVI de las regiones geomorfológicas entre períodos, pero se encontraron relaciones significativas entre el NDVI de cada región en particular entre períodos, el coeficiente de correlación osciló entre 0,39 y 0,94. El NDVI medio mensual del bosque fue afectado en todos los meses del año por la variación de las precipitaciones entre períodos. El NDVI medio mensual del pastizal fue afectado en los meses marzo, abril y mayo. Las altas temperaturas y el estrés hídrico de verano afectaron el NDVI del bosque y del pastizal en ambos períodos. El NDVI del bosque y pastizal de septiembre, octubre, noviembre, marzo, abril y mayo, estuvo directamente relacionado con la precipitación del mes en curso y la ocurrida en uno, dos y tres meses anteriores. El NDVI del bosque y del pastizal de enero y febrero, estuvo inversamente relacionado con la precipitación del mes en curso y directamente relacionado con la ocurrida en uno, dos y tres meses antes. El inicio y fin de las estaciones de crecimiento del bosque en el período seco, presenta un mínimo desplazamiento con respecto a las del período húmedo y estaría relacionado con la respuesta diferenciada del estrato inferior y medio del bosque a la variación en las precipitaciones. El inicio y fin de las estaciones de crecimiento del pastizal no presentaron variaciones entre períodos. Esta respuesta estaría relacionada a la gran adaptación del pastizal a las adversidades climáticas extremas. El NDVI máximo y los puntos medios de las estaciones de crecimiento del bosque y del pastizal fueron en otoño y estaría relacionado con la mayor efectividad de las precipitaciones. El NDVI del bosque y pastizal no tuvo diferencias significativas en la producción total integrada ni en la productividad de la vegetación estacionalmente activa entre períodos.

**Palabras clave.** NDVI, anomalías del NDVI, SPOT VEGETATION, bosque, pastizal natural.

## ABSTRACT

Time series of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) derived from SPOT VEGETATION sensor, were used to quantify the spatial distribution of NDVI anomalies in terms of the geomorphology of Santiago del Estero, Argentina. Monthly NDVI profiles of forest and natural grassland for the Semiarid Chaco of Santiago del Estero were established and quantified their relationships with average monthly rainfall. Both seasonal vegetation coverages were extracted using the TIMESAT software. Because the regional precipitation patterns in the period 1998-2009 were severely affected by El Niño/La Niña events, the analysis was made considering two periods: 1998-2003 (wet) and 2004-2009 (dry). The NDVI negative anomalies are related with deforested areas, bare soil/stub, saline soil, rocks, grassland, degraded forest, seasonal water and spill areas. The NDVI positive anomalies are related with high semiarid Chaco forest, high forest Serrano, pastures, annual crops, grassland temperate, and vegetation hydrophilic and halophilic. No relationship was found between the NDVI of the geomorphologic regions between periods; however, significant relationships were found between the NDVI of each particular region between periods and the correlation coefficient ranged between 0.39 and 0.94. The average monthly NDVI for forest cover was affected in every month by the changes in rainfall patterns in the analyzed periods. The average monthly NDVI for natural grassland was affected during the months of March, April and May. High temperatures and summer water stress affected the NDVI monthly average of natural forest and grassland in both periods. The forest and grassland NDVI for September, October, November, March, April and May was directly related to precipitation of the current month and rainfall of the previous one, two and three months. The forest and natural grassland NDVI for January and February was inversely related to the precipitation of the current month and directly related to the precipitation of the previous one, two and three months. The beginning and ending of the growing season for forest in the dry period has a minimum offset from the growing season for the wet period, and it could be related to the response of the species of lower and middle forest strata to variation between periods. The beginning and ending of the growing season for natural pasture showed not differences in the periods analyzed. This response could be related to the large natural grassland adaptation to extreme climatic conditions. The midpoints and maximum NDVI for the growing season of the forest and grassland are similar during the autumn season. This response may be related to the greater effectiveness of rainfall. The forest and grassland NDVI did not show significant difference in total integrated production and productivity of vegetation seasonally active between periods.

**Key words.** NDVI; Anomalies of NDVI; VEGETATION SPOT; Forest; Grassland nature; Semiarid Chaco, Plant phenology.