

# Caracterización de Variables para el Análisis del Índice de Vegetación\*

Carolina Villegas<sup>1</sup>, Agustina Buccella<sup>1</sup>[0000-0002-8516-7453], Alejandra Cechich<sup>1</sup>[0000-0003-4804-6270], and Ayelén Montenegro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> GIISCO Research Group

Departamento de Ingeniería de Sistemas - Facultad de Informática

Universidad Nacional del Comahue

Neuquen, Argentina

{carolina.villegas,agustina.buccella,alejandra.cechich}@fi.uncoma.edu.ar

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Alto Valle de Río Negro y Neuquén

montenegro.ayelen@inta.gob.ar

**Abstract.** Los procesos de análisis de datos nos permiten encontrar información o patrones que no son simplemente visibles. Esta información descubierta es sumamente importante para la toma de decisiones de las organizaciones. En particular, en el dominio de la fruticultura es importante conocer factores que produzcan variaciones en los índices de vegetación. Así, en este trabajo caracterizamos estos factores o variables, para luego comprobar algunas de ellas en un caso particular provisto por el INTA Alto Valle. Este es un trabajo preliminar desarrollado en el marco del trabajo de Tesis de la carrera de Licenciatura en Sistemas de Información.

**Keywords:** Análisis de Datos · Taxonomía · Índice NDVI

## 1 Introducción

Los sistemas para análisis de datos resultan interesantes hoy en día debido a la cantidad de información recolectada por las diferentes organizaciones y su necesidad de explotación. Para la creación de este tipo de sistemas se requiere de la aplicación de un proceso bien definido con actividades o fases que deben incluir la selección de las fuentes de datos, el procesamiento de información relevante, el almacenamiento en un repositorio específico y el análisis de los datos almacenados.

En este trabajo nos centramos en el dominio de la fruticultura que posee un especial interés en la región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, ya que es una área productiva destinada a la producción de peras y manzanas. En particular, nos avocamos al análisis de índices de vegetación de forma tal de dar los

---

\* Este trabajo esta parcialmente soportado por el proyecto UNCOMA 04/F0012 “Variedad en Big Data” 2022-2025

primeros pasos para determinar causas y factores que los condicionan. En esta ocasión, analizamos el índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) que describe la salud de la vegetación midiendo la diferencia entre el infrarrojo cercano (lo que refleja la vegetación) y la luz roja visible (lo que absorbe la vegetación)<sup>3</sup> [11]. Este índice tiene alta relevancia en el campo de la fruticultura y es también altamente estudiado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en su estación experimental agropecuaria Alto Valle<sup>4</sup>. Para el instituto, es importante conocer los factores que puedan determinar las variaciones del índice en las diferentes regiones. Sin embargo, dichos factores no son pocos ni tampoco fáciles de medir o analizar y es aquí donde los procesos de análisis de datos toman importancia.

Considerando este contexto, en este trabajo realizamos un proceso de análisis preliminar que posee dos objetivos: (1) caracterizar los factores que influyen en el índice NDVI según la evidencia en la literatura y (2) comprobar algunos de estos factores en datos provistos por el INTA.

El artículo se organiza de la siguiente manera. La sección siguiente describe los trabajos relacionados que han aplicado algún proceso de análisis de datos y que involucren a su vez el estudio del índice NDVI y los factores influyentes. Luego describimos nuestra caracterización y presentamos un caso de estudio que en base a datos provistos por el INTA intenta comprobar la incidencia de algunos de los factores caracterizados en el NDVI de la región del Alto Valle.

## 2 Trabajos Relacionados y Caracterización de Variables para el índice NDVI

En la literatura hay varios trabajos que realizan análisis del índice NDVI considerando diferentes factores y obteniendo resultados diferentes e interesantes. Por razones de espacio, hemos resumido los trabajos analizados en la Tabla 1. En la misma destacamos, de cada trabajo, el objetivo, fuentes de información, período analizado, técnicas de análisis aplicadas y los resultados obtenidos.

Para la caracterización de variables o factores que pueden incidir en el valor del índice NDVI hemos seguido los pasos propuestos por [2] para la construcción de taxonomías. Estos pasos involucran la identificación de requerimientos y el análisis de la información existente a fin de elaborar las taxonomías candidatas. En nuestro caso, los factores significativos para el índice NDVI se determinaron a partir de los trabajos relacionados y del análisis con usuarios expertos. En la Figura 1 podemos observar la taxonomía realizada que direcciona nuestro primer objetivo planteado en este trabajo.

<sup>3</sup> El NDVI se calcula a partir de imágenes de satélite y puede tomar el valor de -1 a 1 siendo 1 lo más saludable posible

<sup>4</sup> <https://inta.gob.ar/altovalle/sobre-812000>

Propuesta	Objetivo	Fuentes/Periodo	Análisis	Resultados
Ovando et.al 2019 [7] (Córdoba)	evaluar tendencias en el cambio de la profundidad de la napa freática	sensores MODIS, pluviómetro y freatómetro. Periodo: 2001-2018	regresión lineal y coeficiente $R^2$	profundidad con mayor tasa de precipitación y alto NDVI
Ortiz et.al 2012 [6] (Chile)	evaluar los cambios de P. tamarugo con el nivel freático	21 pozos con freatómetros y 3 imágenes satelitales. Periodo: 1997-2005	modelo de regresión lineal	+ de 10mts de profundidad napa, tamarungos con niveles bajos de NDVI
Jin et.al 2014 [4] (China)	analizar la vegetación y profundidad del nivel freático	<400 mediciones de napas, relieve, humedad, lluvias. Periodo: variable	estadísticas básicas, análisis de correlación, etc.	relación NVDI con relieve, humedad, lluvias, altura de la napa (5mts)
Nallan et.al 2015 [5] (India)	vegetación (NDVI) y el impacto de estructuras captación de agua	imágenes satelitales (MODIS 250m). Periodo: 2001-2012	análisis espacial de puntos calientes	la construcción de estructuras captación de agua generó aumento en NDVI
Pascoa et.al 2020 [8] (Península Ibérica)	vegetación potencial con las precipitaciones y evapotranspiración	imágenes satelitales (MODIS). Periodo:1971-2000	clustering (k-means)	relación entre la vegetación, precipitaciones e índice de aridez con aguas subterráneas
Zerda & Tiedemann et.al 2010 [13] (Santiago del Estero)	dinámica interanual y mensual del NDVI, analizando bosque y pastizal natural	imágenes satelitales (SPOT 4-Vegetation). Periodo:1999-2002	análisis de varianza	precipitaciones, evapotranspiración y estación del año con NDVI y pastizales naturales
Gaitan et.al 2015 [3] (Argentina)	tendencia del NDVI como indicador de la degradación de tierras	2898 imágenes satelitales (MODIS). Periodo: 2000-2014	regresión lineal entre el tiempo y NDVI	tendencias negativas y positivas de NDVI en el territorio
Poudel et.al 2021 [10] (California)	productividad del sistema de riego y rendimiento con respecto a la evapotranspiración, NDVI, uso del agua, etc.	imagenes satelitalidades (EEFlux, NDVI), reportes no espaciales. Periodo: 2018-2019	coeficientes de variación, random forest, correlaciones	relaciones entre la evapotranspiración NDVI, uso del agua por riego y rendimiento de los cultivos
Yujie et.al 2019 [12] (Mundo)	los factores con mayor influencia en el índice NDVI	imágenes satelitales de GIMMS NDVI y CRU. Periodo: 1982-2015	análisis Theil-Sen, test Mann-Kendall, Pearson, BRT	NDVI con lluvias, temperatura, suelo, población, elevación, luz nocturna

**Table 1.** Resumen de propuestas utilizando el índice NDVI

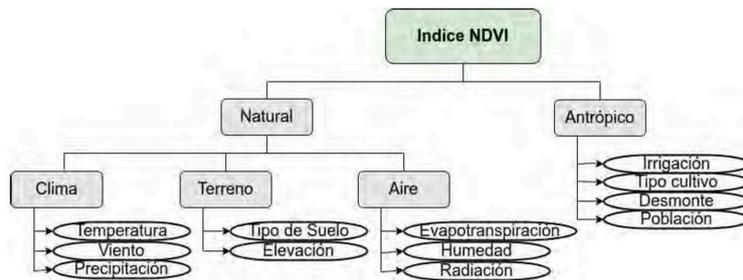
### 3 Instanciación de la Taxonomía: Análisis del índice NDVI en datos del INTA Alto Valle

Para realizar la instanciación de la taxonomía seguimos un proceso de desarrollo de sistemas de análisis de datos definido en trabajos previos [1] que incluyen, entre otras actividades, la limpieza y/o preprocesamiento, almacenamiento y la analítica de datos.

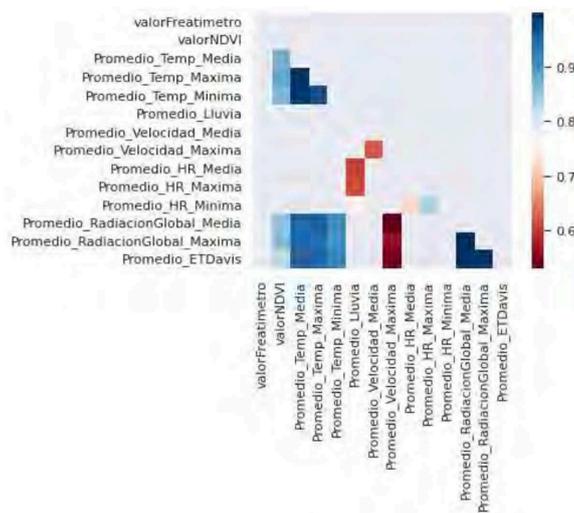
Considerando nuestro segundo objetivo planteado de analizar algunos de los factores caracterizados previamente (Figura 1) con el índice NDVI, hemos aplicado un proceso de análisis de datos con datos provistos por el INTA Alto Valle. Dichos datos cubren un periodo de 2015-2022 y contienen información sobre la zona de Villa Regina, Río Negro. En particular, los conjuntos de datos que hemos tenido que preprocesar contenían información de: (1) mediciones realizadas en freatómetros<sup>5</sup>, (2) el índice NDVI asociado a la zona de cada freatómetro en píxeles de 10x10 metros, y (3) datos meteorológicos de la estación que se encuentra ubicada en la región analizada.

Para el procesamiento de los datos, hemos primero diseñado las transformaciones necesarias incluyendo eliminación de nulos, normalización y agregación de los valores considerando la medición de cada freatómetro por cada mes y año

<sup>5</sup> Los freatómetros son dispositivos instalados en puntos particulares que miden la altura de la napa freática



**Fig. 1.** Factores que influyen en el índice NDVI según la literatura y expertos



**Fig. 2.** Relación del índice NDVI con otras variables cuando la correlación es mayor a 0,5

con su cota, valor NDVI, temperatura (min, max y media), lluvia, velocidad del viento (media, max. y dirección), humedad (min, max y media), radiación (media, max.) y evapotranspiración (ET Davis). Luego, con estos datos normalizados hemos analizado sus distribuciones para, en algunos casos, realizar nuevos preprocesamientos o limpiezas. Por último, realizamos análisis de correlación [9], buscando identificar relaciones en los datos, y a partir de los estudios previos y nuestra taxonomía (Figura 1), determinar cuáles serían variables predictoras para el resultado del índice NDVI.

Podemos observar en la Figura 2 que las variables con más relación con el índice NDVI son las temperaturas, la radiación y la evapotranspiración. Sin embargo, por ejemplo otros factores como la napa freática (valorFreatímetro) no obtuvieron buenas correlaciones, con lo que se requerirá en un futuro analizar las causas.

## 4 Conclusiones y Trabajo Futuro

En este artículo hemos descripto un trabajo preliminar para cumplir con los objetivos de caracterizar en base a la literatura y los usuarios expertos los factores que influyen en el índice de vegetación NDVI e instanciar esas características sobre datos provistos por el INTA. Los análisis realizados mostraron buenas correlaciones entre el índice y algunos de los factores caracterizados. Como trabajos futuros, se plantea la recolección de más datos que posean otros de los factores caracterizados para que junto a este trabajo, se continúen analizando relaciones del índice NDVI y otros factores.

## References

1. Buccella, A., Manrique, D., Troncoso, D., Cechich, A.: Experiences from a data analysis of crimes against humanity. *Journal of Computer Science and Technology* **21**, e3 (04 2021). <https://doi.org/10.24215/16666038.21.e3>
2. Choksy, C.: 8 steps to develop a taxonomy. *Information Management Journal* pp. 30–41 (2006)
3. Gaitan, J., Bran, D., Azcona, C.: Tendencia del ndvi en el período 2000-2014 como indicador de la degradación de tierras en argentina: ventajas y limitaciones. *AgriScientia* **32** (12 2015). <https://doi.org/10.31047/1668.298x.v32.n2.16559>
4. Jin, X., Guo, R., Zhang, Q., Zhou, Y., Zhang, D., Yang, Z.: Response of vegetation pattern to different landform and water-table depth in hailutu river basin, northwestern china. *Environmental Earth Sciences* **71** (06 2014)
5. Nallan, S., Armstrong, L., Tripathy, A., Teluguntla, P.: Hot spot analysis using ndvi data for impact assessment of watershed development. In: *ICTSD 2015* (04 2015). <https://doi.org/10.1109/ICTSD.2015.7095869>
6. Ortiz, M., Morales-Salinas, L., Candia, P., Acevedo, E.: Estimation of water table depth from landsat ndvi in the pampa del tamarugal (chile). *Revista de Teledeteccion* pp. 42–50 (01 2012)
7. Ovando, G., Bocco, M., Bollatti, P., Sayago, S., Andreucci, A., Collino, D.: Análisis de la tendencia del nivel de napa freática y su relación con las precipitaciones, evapotranspiración potencial y ndvi en marcos juárez (córdoba). In: *XI CAI - JAIIO* 48. pp. 73–82. SAIIO (2019)
8. Pascoa, P., Gouveia, C., Kurz-Besson, C.: A simple method to identify potential groundwater-dependent vegetation using ndvi modis. *Forests* **11**(2) (2020). <https://doi.org/10.3390/f11020147>
9. Peck, R., Olsen, C., Devore, J.: *Introduction to Statistics and Data Analysis - Third Edition*. Thomson, USA (2008)
10. Usha, P., Haroon, S., Sajjad, A.: Evaluating irrigation performance and water productivity using eflux et and ndvi. *Sustainability* **13**(14) (2021). <https://doi.org/10.3390/su13147967>
11. Weier, J., Herring, D.: *Measuring vegetation (ndvi & evi)*. NASA Earth Observatory, Washington DC (2000)
12. Yujie, Y., Shijie, W., Xiaoyong, B., Qin, L., Luhua, W., Shiqi, T., Zeyin, H., Chaojun, L., Yuanhong, D.: Factors affecting long-term trends in global ndvi. *Forests* **10**(5) (2019). <https://doi.org/10.3390/f10050372>
13. Zerda, H., Tiedemann, J.: Dinámica temporal del ndvi del bosque y pastizal natural en el chaco seco de la provincia de santiago del estero, argentina. *Ambiencia* **6**, 13–24 (02 2010)