

PROCESAMIENTO DE DATOS METEOROLÓGICOS PARA DETERMINAR LA OCURRENCIA DE HELADAS EN LA AGRICULTURA.

María Masanet*, Flavio Capraro **, Raúl Klenzi*, Martín Muñoz*,

*Instituto de Informática / Departamento de Informática /Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales / Universidad Nacional de San Juan
Av. Ignacio de la Roza 590 (O), Complejo Universitario "Islas Malvinas", Rivadavia, San Juan,
Teléfonos: 4260353, 4260355 Fax 0264-4234980, Sitio Web: <http://www.exactas.unsj.edu.ar>
e-mail: {mimasanet, rauloscarklenzi,}@gmail.com

** Instituto de Automática (INAUT), UNSJ - CONICET
Av. Lib. Gral. San Martín 1112 (o), San Juan, ARGENTINA,
Teléfonos: 264-4213303, sitio web: www.inaut.unsj.edu.ar
e-mail: fcapraro@inaut.unsj.edu.ar

RESUMEN

Este trabajo aborda el procesamiento de datos climáticos y la investigación, desarrollo y análisis de algoritmos que contribuyan a determinar el pronóstico del fenómeno meteorológico de la ocurrencia de helada. Se realizará en base al análisis de distintas variables asociadas al clima, registradas en estaciones meteorológicas automáticas (con fines agronómicos) ubicadas estratégicamente en una zona agroproductiva de la provincia de San Juan. El objetivo de este estudio es desarrollar una herramienta moderna para que el productor agropecuario pueda tomar decisiones acertadas ante la ocurrencia de este tipo de fenómeno para evitar o mitigar el daño que ocasiona en los cultivos.

Palabras clave: Agricultura Inteligente, Ciencia de Datos, Meteorología, Heladas.

CONTEXTO

La propuesta de investigación se enmarca dentro de los objetivos planteados en el proyecto PIO N°84 "TELEMETRÍA AGRÍCOLA, una herramienta tecnológica para la gestión eficiente del riego, supervisión de cultivos, y generación de alertas" que se

lleva delante en dependencias del Instituto de Automática (INAUT), de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ); planteándose como una propuesta de trabajo final de alumnos pertenecientes a la carrera Licenciatura en Ciencias de la Computación del Departamento de Informática FCFN UNSJ, ámbito en el cual se llevó adelante también, el proyecto "Visualización y Deep Learning en Ciencia de Datos" bienio 18-19 que dio origen a la propuesta y que se extiende en el actual proyecto bienio 20-21 "Evaluación de visualizaciones eficientes en ciencia de datos" ambos enmarcados en el Laboratorio de Sistemas Inteligentes para Extracción de Conocimiento en Datos Masivos del Instituto de Informática de la Facultad de Exactas Físicas y Naturales de la UNSJ –FCFN– UNSJ– desde donde surgirán propuestas de preprocesamiento, análisis y procesamiento de datos así como alternativas de visualización que permitan presentar adecuadamente la predicción de ciertas variables climáticas asociadas a los fenómenos meteorológicos bajo estudio. Es de destacar que las actividades relacionadas con ambos proyectos se demoraron y postergaron producto de la pandemia y protocolos de

aislamiento y distanciamiento dispuestos por los gobiernos nacionales, provinciales y la propia autoridad universitaria que contiene a los integrantes de los citados proyectos.

1. INTRODUCCIÓN

La actividad agrícola debe hacer frente a la problemática que ocasionan los distintos fenómenos meteorológicos adversos que suceden, como es el viento, el granizo, las heladas, entre otros. En algunos casos el productor agrícola se vale de la experiencia propia para pronosticar un factor meteorológico adverso, lo cual implica gran esfuerzo, dedicación y conocimiento de campañas anteriores. Una alternativa moderna es usar una herramienta tecnológica que monitoree de forma automatizada los registros de distintas variables meteorológicas de la zona donde se encuentra el cultivo, por tener algunos de estos fenómenos características locales, y así pronosticar la ocurrencia y magnitud de la adversidad climatológica para activar mecanismos de resguardo del cultivo; con ello se optimiza el uso de recursos, el trabajo de los productores y mejora la certeza del pronóstico.

Proteger las plantas contra los efectos letales de las bajas temperaturas es importante en la agricultura [1]. Las heladas generan daños significativos en esta actividad, causando pérdidas de cosechas de todo un año y comprometiendo los ingresos del año siguiente.

Los valores de los datos meteorológicos son particulares de una zona, presentando variaciones entre zonas a pesar de que se encuentren próximas, por ejemplo, los balances de radiación en una zona de la superficie terrestre dependen de la ubicación sobre la Tierra, porque la inclinación de los rayos solares que llegan a la zona influye en la cantidad de energía que ésta recibe [2].

Resulta necesario registrar y analizar los datos meteorológicos específicos del lugar donde se encuentra el cultivo para estimar la ocurrencia de un factor meteorológico. Estos datos son medidos por estaciones meteorológicas automáticas montadas para fines agronómicos. Para este estudio se consideran los datos de dos estaciones ubicadas en la provincia de San Juan. Una de ellas situada en el predio de la Estación Experimental Agropecuaria San Juan del Instituto de Tecnología Agropecuaria en el departamento de Pocito y la otra situada en el Establecimiento San Francisco S.A. (explotación privada), ubicado en la localidad de Cañada Honda, departamento Sarmiento, ambas se encuentran separadas por una distancia de 37km aproximadamente. Estas estaciones registran distintas variables meteorológicas cada 10 minutos, proveyendo datos que son la fuente de información para el análisis de fenómenos meteorológicos en la zona.

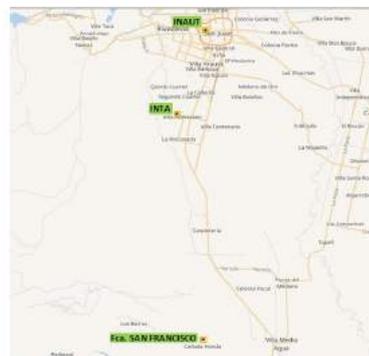


Fig 1: Ubicación Geográfica del centro de recepción de datos INAUT y las estaciones meteorológicas INTA EEA San Juan y Est. San Francisco S.A.

El objetivo del presente trabajo es el de llevar a cabo la investigación, desarrollo y análisis de algoritmos de predicción ocurrencia de heladas a partir de los datos (previamente procesados y filtrados) obtenidos en las estaciones meteorológicas de la INTA EEA San Juan y del Establecimiento San Francisco, los cuales se envían

telemétricamente al Instituto de Automática, de la Facultad de Ingeniería de la UNSJ.

2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

La realización de este trabajo ha sido posible debido al financiamiento del proyecto PIO N°84, “TELEMETRÍA AGRÍCOLA, una herramienta tecnológica para la gestión eficiente del riego, supervisión de cultivos, y generación de alertas” cofinanciado por CONICET y la Secretaria de Ciencia, Tecnología e Innovación (SECITI) del gobierno de San Juan y con el apoyo brindado por INTA EEA San Juan.

El objetivo del proyecto es desarrollar un sistema de telemetría y generar una herramienta tecnológica que permita al productor un acercamiento a las nuevas tecnologías disponibles para gestionar el riego con precisión (sensores, aplicaciones informáticas, gestión en línea del riego, reportes sobre aplicación del riego, consumo hídrico de los cultivos, etc.) [3][4][5].

En lo referente al área de Ciencia de Datos y en el ámbito del Departamento e Instituto de Informática se lleva adelante el proyecto CICITCA_UNSJ “Evaluación de visualizaciones eficientes en ciencia de datos” donde se procesan, analizan y visualizan diferente tipología de datos entre otras, series temporales que es el formato de representación que se utiliza en la presente propuesta y desde donde se intentará realizar tareas de pronóstico mediante la utilización de algoritmos de predicción aplicados a las diferentes variables medidas.

3. RESULTADOS OBTENIDOS Y ESPERADOS

Las tareas llevadas adelante se han materializado en diferentes entornos de software y lenguajes de programación (KNIME Analytics, JS, Python, PHP entre

otros). Se está analizando el algoritmo de regresión lineal, a través de la librería la librería PHP-ML en el lenguaje PHP. Por otra parte, se está investigando la implementación de redes neuronales en Python usando librerías como sklearn y keras.

Inicialmente se han llevado adelante instancias de preprocesamiento sobre los datos relevados por las estaciones meteorológicas durante los períodos comprendidos entre el mes de enero del año 2016 al mes julio del año 2020 para una de ellas; y desde el mes de abril del 2013 al mes de julio del año 2020, para la otra. Lo que involucra, entre otros aspectos, la unificación del formato horario, dado que si bien ambas estaciones registran datos cada diez minutos una lo hace con el formato de 24hs y otra en formato de 12 hs (am y pm) respectivamente. Además, el reporte generado por la estación provee la fecha y hora como datos separados (dos atributos o columnas), el procesamiento de la serie temporal, requiere disponer en un único dato la fecha y hora, esto también implica unificar el formato en cuanto a cantidad de dígitos y orden de los datos (dd-mmm-aaaa hh:mm:ss).

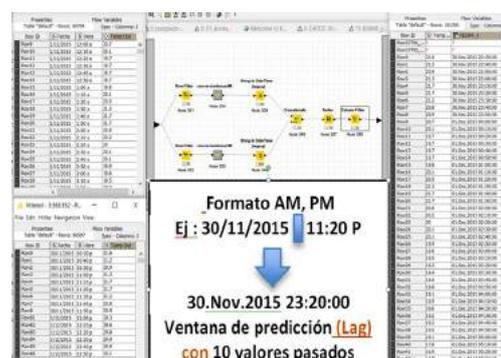


Figura 2: Diagrama en bloques de conversión de horarios AM, PM a formato de 24hs y con la fecha incorporada en el mismo string de salida. Entorno KNIME Analytics 4.3.1

Otra tarea muy importante durante el preprocesamiento es identificar los periodos de tiempo en los cuales la estación no registró

los valores de las variables. Estas situaciones se producen eventualmente ocasionando la interrupción de la serie temporal, identificar estos casos es fundamental para un adecuado procesamiento.

Además, se renombraron variables, se reconocieron zonas de datos de potenciales registros de heladas, conforme reuniones mantenidas con el especialista del INTA y conocedor de los datos generados en las estaciones manteniendo aquellos atributos (variables medidas) estrictamente necesarios para las tareas de predicción en las que se aplica, inicialmente, un algoritmo de regresión lineal.

El objetivo es lograr un pronóstico del fenómeno de ocurrencia de helada a partir de los valores previos de la temperatura medidos por las estaciones. Específicamente, es necesario determinar la cantidad de valores de entrada, es decir, la cantidad de lecturas previas, con la cual el algoritmo genera el mejor resultado.

Se está analizando la calidad de las respuestas obtenidas por el algoritmo de regresión lineal considerando como entrada los valores de la temperatura durante las últimas tres horas. Como salida se obtiene el pronóstico de la ocurrencia o no del fenómeno. Esto opera para el rango horario comprendido entre la 0hs hasta las 8hs, período donde usualmente ocurre la helada.

También se ha llevado a cabo la revisión de la literatura [6][7][8][9][10] respecto del uso de las redes neuronales para el pronóstico de temperatura. Existiendo antecedentes de la utilización distintos tipos de redes, multicapa perceptrón (MLP), convolucionales (CNN) y de memoria a largo-corto plazo (LSTM) con buenos resultados de pronóstico. La principal variable de entrada es la temperatura, pero en algunos casos también se considera la

humedad, las características del viento y la presión atmosférica.

Resultados esperados:

Se espera, realizar el preprocesamiento y análisis de los valores de las variables meteorológicas relevados por las estaciones mencionadas, para un posterior procesamiento a través de distintos algoritmos que permiten el pronóstico, como son la regresión lineal y las redes neuronales. Con el fin de determinar cuál de ellos otorga el mejor resultado respecto al pronóstico de las heladas teniendo en cuenta las necesidades de los productores que es conocer de antemano la hora de ocurrencia de una helada, la duración y su magnitud. Se llevará a cabo un análisis comparativo de los resultados obtenidos por los algoritmos a través de distintas métricas y criterios de información.

Finalmente, se analizará la forma de visualización más adecuada, considerando las características de los valores temporales y las necesidades de información del usuario [11], para facilitarle la interpretación y evaluación de los resultados obtenidos. Esto permitirá que, a través de una herramienta tecnológica se le informe al productor agropecuario, y le ayude en la toma de decisiones en cuanto a la protección de los cultivos.

De este modo, en un trabajo de cooperación interinstitucional se generarán nuevos conocimientos y tecnologías de gran utilidad para el sector agrícola.

4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

La temática planteada en esta presentación es llevada adelante como trabajos finales de grado en Licenciatura en Ciencias de la Computación y hasta el momento, los alumnos que la elaboran trabajan en dependencias del Instituto de Automática (Unidad de doble dependencia UNSJ-

CONICET) en donde los mismos encuentran un asesoramiento de calidad sobre los aspectos físicos y biológicos de las aplicaciones a realizar. Los aspectos referidos a los conceptos de presentación y desarrollo web como así también lo referido a predicciones de variables en el contexto del Data Science, la realizan con el apoyo de docentes investigadores del Departamento de Informática DI_FCEFN y el Laboratorio de Sistemas Inteligentes para la Búsqueda de Conocimiento en Datos Masivos del Instituto de Informática, conformando con ello un marco de trabajo de mucha sinergia y enriquecimiento mutuo.

Así mismo, en el marco de la Maestría de Informática de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la UNSJ, se desarrolla la tesis “Análisis de fenómenos en estaciones agrometeorológicas mediante Ciencia de Datos” cuya autora encabeza la presente propuesta y como parte de su formación y a través de un curso de posgrado brindado por la UNLP, se accedió a un conocimiento más exhaustivo y profundo sobre Series Temporales, formato de los datos de entrada, utilizados en su tesis.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] P. Möller-Acuña, R. Ahumada-García, and J. Reyes-Suárez, “Predicción de Episodios de Heladas Basado en Información Agrometeorológica y Técnicas de Aprendizaje Automático,” in *2016 IEEE International Conference on Automatica, ICA-ACCA 2016*, 2016.
- [2] M. Ángel, O. Chong, S. De Gobernación, L. Felipe, and P. Espinosa, “SERIE Fascículos - Heladas,” Mexico, 2014.
- [3] F. Capraro, S. Tosetti, F. Rossomando, V. Mut, and F. V. Serman, “Web-based system for the remote monitoring and management of precision irrigation: A case study in an arid region of Argentina,” *Sensors (Switzerland)*, vol. 18, no. 11, Nov. 2018.
- [4] F. Capraro, S. Tosetti, and V. Mut, “Telemetría Agrícola. Un acercamiento hacia las nuevas tecnologías disponibles en riego de precisión,” *Congr. Argentino Agroinformática, 47º JAIIO.*, 2018.
- [5] M. Masanet, F. Capraro, R. Klenzi, M. Muñoz, and C. Suarez, “Entorno web de visualización de información meteorológica para el uso agrícola y de generación de alertas ante eventos climáticos,” Argentina, 2019.
- [6] R. M. A. Latif, S. B. Brahim, S. Saeed, L. B. Imran, M. Sadiq, and M. Farhan, “Integration of Google Play Content and Frost Prediction Using CNN: Scalable IoT Framework for Big Data,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 6890–6900, 2020.
- [7] S. Lee, Y.-S. Lee, and Y. Son, “Forecasting Daily Temperatures with Different Time Interval Data Using Deep Neural Networks,” *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 5, p. 1609, Feb. 2020.
- [8] A. Castañeda-Miranda and V. M. Castaño, “Smart frost control in greenhouses by neural networks models,” *Comput. Electron. Agric.*, vol. 137, pp. 102–114, May 2017.
- [9] M. Fuentes, C. Campos, and S. García-Loyola, “Application of artificial neural networks to frost detection in central chile using the next day minimum air temperature forecast,” *Chil. J. Agric. Res.*, vol. 78, no. 3, pp. 327–338, Sep. 2018.
- [10] E. B. Abrahamsen, O. M. Brastein, and B. Lie, “Machine Learning in Python for Weather Forecast based on Freely Available Weather Data.”
- [11] E. Ben Mohamed, H. Ltifi, and M. Ben Ayed, “Integration of temporal data visualization techniques in a KDD-based DSS Application in the medical field,” 2014.