

VALIDACIÓN DE ESTIMACIONES SATELITALES DE TEMPERATURA MÍNIMA DIARIA EN EL SUR DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Adriana Basualdo, Félix Carrasco Galleguillos, Cam Cordoba Fradinger¹
adrianabbasualdo@gmail.com

¹ Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

Palabras clave: temperatura mínima, estimación satelital, agricultura.

1) INTRODUCCIÓN

Las heladas que mayor daño causan en la producción agropecuaria no son las que se producen durante el período normal de ocurrencia de este fenómeno, sino las que aparecen fuera del mismo: heladas tempranas y tardías. Debido a los perjuicios que eventualmente causan, existe gran interés de los productores agropecuarios por un seguro capaz de compensar las pérdidas.

El inconveniente es la falta de densidad geográfica adecuada de la red de estaciones meteorológicas oficiales, que no permite representar las temperaturas extremas locales. Se desarrolló un método para estimar la temperatura mínima diaria a partir de un producto satelital de temperatura de superficie de frecuencia horaria. Los resultados se validaron para el sur de la provincia de Buenos Aires, donde las heladas tempranas o tardías causan importantes daños en los cultivos extensivos, especialmente en trigo y cebada.

2) DATOS Y METODOLOGÍA

Área de estudio: Corresponde a los 46 partidos de la provincia de Buenos Aires al sur del paralelo 36°S. Según las estadísticas oficiales publicadas por la Dirección de Estimaciones Agrícolas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (<https://datosestimaciones.magyp.gob.ar/>), en las últimas 5 campañas el promedio de superficie sembrada de trigo en estos 46 partidos fue de 1.457.857 ha, mientras que la de cebada fue de 1.112.895 ha. Como se desea hacer foco en las temperaturas mínimas fuera del periodo normal de heladas, el estudio consideró los meses de octubre a abril del periodo 2018-2024.

Datos satelitales: Se utilizó el producto satelital Land Surface Temperature (LST), producido por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) en función de imágenes suministradas por el satélite GOES-R. Este producto ofrece cada hora una estimación de la temperatura de superficie (NOAA NESDIS STAR, 2020). Esta resolución temporal es esencial para poder estimar la temperatura mínima del día. La resolución espacial del producto LST es de 10km. Productos similares con menor tamaño de pixel no proveen la frecuencia temporal requerida para la estimación de temperatura mínima diaria.

Datos de estaciones: Se consideraron series de temperatura mínima diaria correspondiente a las 16 estaciones meteorológicas convencionales del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) en el área de estudio. La ubicación de las estaciones se puede ver en el mapa de la Figura 1.

Determinación de temperatura mínima diaria: A partir del producto LST horario se consideró el valor mínimo de LST entre las 00Z y las 12Z, siempre que estuvieran disponibles al menos 4 de los 13 valores de LST de ese intervalo. Se eligió esta cantidad mínima en función del error cuadrático medio hallado para días con diferente cantidad de valores de LST horarios

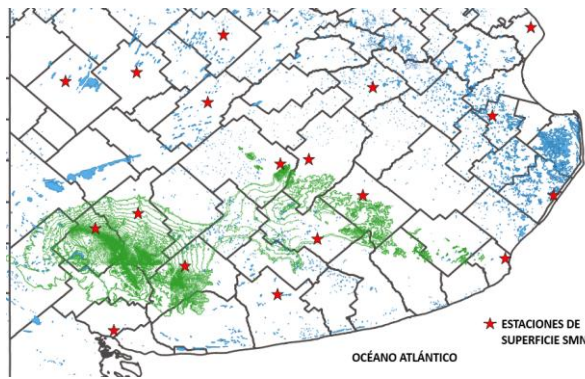


Figura 1. Área de estudio y ubicación de estaciones

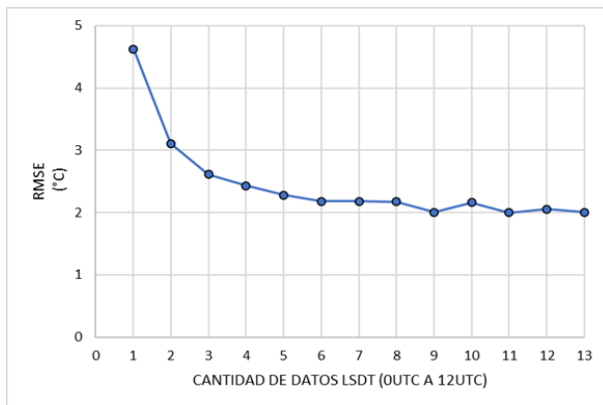


Figura 2. Disminución del error de la estimación con la cantidad de imágenes LST disponibles (00Z-12Z)

disponibles. Considerando todas las estaciones y todos los días analizados, se vio que el error cuadrático medio (RMSE) de la estimación se estabiliza en 2°C a partir de 4 valores de LST disponibles (Figura 2).

Validación: Consistió en hallar la correspondencia entre pares de datos “medido en la estación” vs. “estimado en el píxel”, para todos los casos en que esto fue posible, entre el 01/01/2018 y el 30/04/2024. Para cada estación se utilizaron estos pares de datos para obtener una regresión lineal:

$$T_{min_LST} = A * T_{min_SMN} + B$$

En la ecuación, T_{min_SMN} es la temperatura mínima medida en la estación y T_{min_LST} es la temperatura mínima estimada para el mismo día en el píxel correspondiente. El ajuste entre las estimaciones y las mediciones resulta óptimo cuando A se acerca a 1 y B se acerca a 0, además de que el coeficiente de correlación R sea lo más cercano a 1 posible.

3) RESULTADOS Y CONCLUSIÓN

El Cuadro 1 muestra los parámetros asociados a las regresiones lineales obtenidas entre los valores de temperatura mínima medidos en las estaciones y las estimaciones satelitales en los píxeles en los que se ubica cada estación. También se muestra el coeficiente de correlación (R), la varianza explicada (R²) y el error cuadrático medio (RMSE) de la predicción. Todos los R resultaron significativos al 99.5%.

Solo para Mar del Plata y Villa Gesell se obtuvieron coeficiente de correlación menores que 0.93 en la regresión. Todas pendientes son muy cercanas a 1, con excepción de las dos estaciones mencionadas, las únicas para las cuales el error en la predicción supera los 2°C y la ordenada al origen es mayor que 2. Queda claro que para estaciones costeras esta estimación satelital de temperaturas mínimas es menos eficiente: la cercanía al mar se suma a la mayor cantidad de nubosidad o nieblas, lo que se evidencia en la menor cantidad de puntos disponibles para determinar la regresión lineal (N).

Se tienen además dos estaciones para las cuales el valor absoluto de la ordenada al origen es mayor que 1. En Tandil ($B = 1.076$), la temperatura mínima del píxel es sistemáticamente mayor que la de la estación. Si bien la estación se halla en un aeródromo (ámbito rural), la ciudad se ha extendido en esa dirección, aumentando su influencia dentro del píxel (isla de calor). Contrariamente, en Trenque Lauquen ($B = -1.677$), la temperatura mínima del área del píxel es sistemáticamente menor que la de la estación ubicada en algún punto dentro del mismo.

ESTACIÓN METEOROLÓGICA	REGRESIÓN LINEAL					
	N	A	B (°C)	R	R2	RMSE (°C)
AZUL	876	0.972	0.503	0.940	88.4%	1.7
B. BLANCA	880	0.976	0.798	0.947	89.6%	1.8
B. JUAREZ	841	0.964	0.661	0.943	89.0%	1.7
BOLÍVAR	872	1.017	0.307	0.935	87.4%	1.9
CNEL. PRINGLES	856	0.966	0.425	0.951	90.5%	1.5
CNEL. SUAREZ	876	1.005	-0.018	0.953	90.9%	1.6
DOLORES	868	0.944	0.440	0.935	87.4%	1.8
LAS FLORES	869	0.940	-0.052	0.936	87.6%	1.9
MAR DEL PLATA	570	0.868	2.560	0.824	67.9%	3.2
OLAVARRÍA	865	0.999	0.374	0.945	89.3%	1.6
PEHUAJÓ	893	1.035	-0.690	0.949	90.0%	1.6
PIGUE	872	1.012	0.516	0.947	89.6%	1.7
TANDIL	831	0.975	1.076	0.949	90.1%	1.8
T. LAUQUEN	721	1.091	-1.913	0.940	88.3%	1.8
TRES ARROYOS	841	1.025	-0.938	0.952	90.6%	1.7
V. GESELL	294	0.737	9.053	0.757	57.3%	7.5

Cuadro 1: Comparación de temperaturas mínimas medidas en estaciones meteorológicas y temperaturas mínimas estimadas en los pixeles que las contienen.

En este caso la estación está inmersa en el área urbana, mientras que el resto del pixel corresponde a áreas rurales. En la Figura 3 se pueden ver las ubicaciones de las estaciones Tandil y Trenque Lauquen y sus alrededores. La ubicación de las estaciones meteorológicas está señalada con círculos rojos.

Conclusión: La correlación entre la temperatura medida en la estación en abrigo meteorológico (2m) con la estimada a partir del producto LST horario (superficie) es muy significativa en el área analizada, aunque el ajuste es menor para áreas costeras. Si bien se trata de un producto óptico, es decir, no disponible en presencia de nubosidad, se verificó que raramente esto ocurre en noches frías.



Figura 3: Ubicación de las estaciones meteorológicas Tandil (izquierda) y Trenque Lauquen (derecha) y recorte de imagen satelital del entorno de cada una de ellas.

REFERENCIAS

NOAA NESDIS STAR, 2020: GOES-R Advanced Baseline Imager (ABI) Algorithm Theoretical Basis Document For Land Surface Temperature. Center for Satellite Applications and Research <https://www.goes-r.gov/products/baseline-LST.html>