Evaluación del producto NMZ mediante medidas de acuerdo con las series estadísticas elaboradas por Estimaciones Agrícolas – MAGyP para maíz

Comisión Nacional de Actividades Espaciales,

Av. Paseo Colón 751, C.A.B.A., Argentina (1063)

1. Introducción

La estimación de la producción agrícola es necesaria para el correcto manejo de los cultivos. La información confiable, anticipada y oportuna del rendimiento de los cultivos tiene influencia en la planificación de las actividades de cosecha, almacenamiento, importación, exportación, transporte, y comercialización de los granos.

En la actualidad, la información generada por medio del sensado remoto es importante para estudios relacionados con el uso, la ocupación, y la producción de la superficie del suelo. También permite la obtención de información de campo a un menor costo respecto a otros métodos, la cobertura de grandes áreas, y la posibilidad de repetir la obtención de los datos en forma periódica a lo largo del tiempo [1]. De esta manera, los agentes individuales u oficinas del Estado pueden anticipar las mejores medidas compatibles con los escenarios pronosticados en base a la mayor cantidad de datos disponibles. Los modelos empleados buscan capturar los principales mecanismos que potencian y limitan el crecimiento de los cultivos [2].

En este sentido, la agencia espacial nacional (CONAE) por medio de sus satélites de radar, el SAOCOM 1A y 1B [3], monitorea la superficie terrestre y provee información de alto valor para la agricultura. Así, se derivan productos con mayor valor agregado que incorporan los avances de la Misión SAOCOM, como el producto NMZ. Este producto representa un mapa de la anomalía de las medianas de los escenarios de rinde de maíz para la Región Pampeana. El índice se calcula sobre áreas que mayormente comparten el mismo tipo de suelo que definimos como Zonas Homogéneas (ZH) [4,5], y computa la productividad del cultivo de maíz para la campaña actual respecto a los rindes medios de los últimos 30 años (campañas desde 1990/91 hasta 2019/20). De esta manera, se ofrece una herramienta como soporte a la toma de decisiones de los productores. Dichos productos se encuentran disponibles para su visualización y descarga desde el sitio de GeoServicios de la CONAE [6].

El objetivo de este trabajo es realizar un mapa comparativo que refleje el grado de acuerdo entre las estimaciones del producto NMZ, y los registros departamentales históricos elaborados por Estimaciones Agrícolas - MAGyP considerando la campaña 2019/20 como un estudio de caso para la evaluación del producto. En las secciones siguientes describimos la metodología empleada para evaluar el producto NMZ y los resultados obtenidos que fortalecen la confianza en el producto y su alcance.

2. Diseño, desarrollo e implementación

2.1Extracción de información de producción para las Zonas Homogéneas y los departamentos.

El procesamiento sobre ZH busca generar predicciones de rinde considerando los atributos específicos del área simulada. Los escenarios de rinde son un agregado estadístico que contiene las predicciones esperadas como si se tratara en adelante de las condiciones meteorológicas del año 1990, del 1991, y los siguientes hasta la última campaña productiva 2019/20.

A partir de dicha información se procede al cálculo del índice de anomalías de la mediana (I_{normal}), de manera tal, que permita analizar el comportamiento medio del rinde de maíz en la última campaña productiva (2019/20) con respecto a los escenarios de rinde de los últimos 30 años.

El índice de anomalías (variación sobre la normal) se expresa como:

$$\mathrm{I}_{normal} = \frac{100 * \mathrm{Mediana}\ (Escenarios\ campaña\ actual)}{\mathrm{Mediana}\ (Estimaciones\ campañas\ 1990 - 2019)}$$

Este mismo índice se calcula a partir de los rendimientos informados por la oficina de Estimaciones Agrícolas. Dicho índice es estimado en cada departamento o partido de las provincias que conforman la Región Pampeana. Asimismo, los valores del producto NMZ se promediaron según el límite departamental (o por partido en el caso de la provincia de Buenos Aires) agrupando respectivamente diferentes ZH de manera tal que sean comparables con los datos de rinde obtenidos desde la plataforma Web del MAGyP.

2.2 Herramienta de simulación

Para generar las medianas de los rindes entre los años 1990 y 2020 se simula el crecimiento y desarrollo de los cultivo en interacción con el ambiente, utilizando los modelos basados en el software DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer, por sus siglas en inglés) [7,8]. Dado que el objetivo es obtener los valores de anomalías del rinde de maíz, se espera que se compensen los errores derivados de las simplificaciones del modelo e incertidumbre en los datos de entrada.

2.3 Obtención de valores del rinde de maíz según el MAGyP.

Se descargó desde la plataforma Web del MAGyP los valores de rendimiento de maíz (Kg/Ha) registrados en los últimos 30 años (campañas desde 1990/91hasta2019/20) a nivel departamental para las provincias de Córdoba, Entre Ríos, La Pampa, y Santa Fe, y por partido en la provincia de Buenos Aires [9].

Aplicando el mismo procedimiento realizado sobre los valores estimados por el producto NMZ, se calculó el índice I_{normal} . Los datos ofrecidos por el MAGyP en cada departamento o partido de las provincias de la Región Pampeana se renormalizaron a valores de la campaña 2019/20, para luego estimar la mediana de los rindes de 1990 a 2020. Para esto se realizaron regresiones lineales por departamento y se asumió que la variabilidad es proporcional al rinde.

2.4 Análisis comparativo entre el modelo predictivo y los datos observados

Para medir el grado de acuerdo entre el modelo predictivo basado en el producto NMZ y los datos registrados por el MAGyP se utilizó la siguiente ecuación propuesta por Mayer y Butler (1993) que calcula el error relativo medio en valor absoluto de los datos [10]:

$$\mathrm{RMAE} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\frac{|\mathrm{I}_i - \hat{\mathrm{I}}_i|}{|\hat{\mathrm{I}}_i|}$$

- I_i: valores observados en cada departamento o partido. Índice estimado a partir del producto NMZ.
- $\hat{\mathrm{I}}_i$: valores esperados en cada departamento o partido. Índice calculado a partir de los datos publicados por Estimaciones Agrícolas – MAGyP.

El grado de acuerdo para cada departamento o partido *i* se expresa por el cociente dentro de la sumatoria.

3. Resultados y evaluación del producto

A partir de los resultados anteriores se generó un mapa comparativo, el cual proporciona un resumen visual rápido de los datos y de la comparación entre el modelo predictivo y los datos observados (figura 1).

El mapa posee el agregado de tres categorías (error bajo (0-25%), error medio (25-50%), y error alto (>50%)), que derivan del cálculo del error relativo para el índice de anomalías entre el producto NMZ y los valores obtenidos a partir de los datos registrados por el MAGyP (cuadro 1).

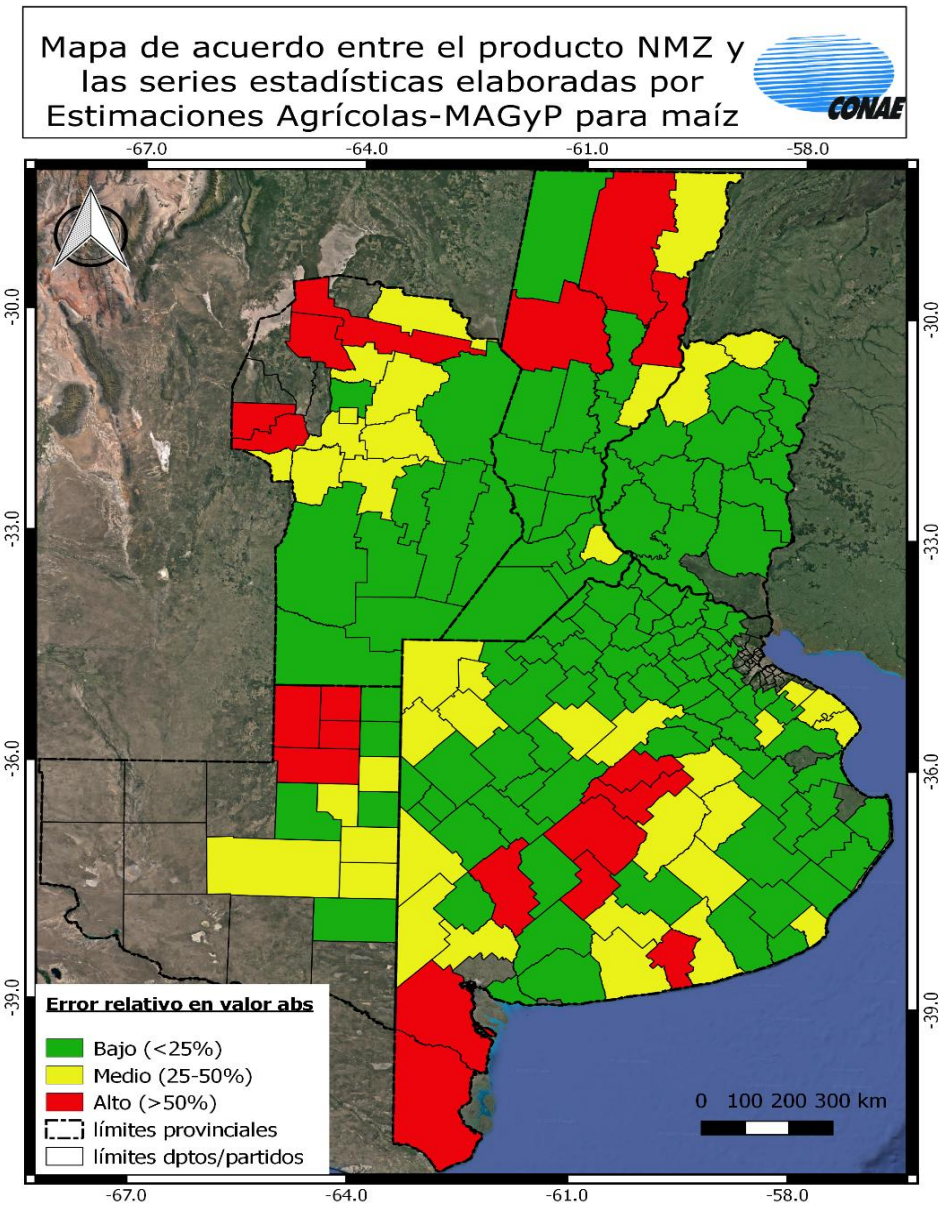

Figura 1. Mapa de acuerdo para el índice de anomalías de maíz entre el producto NMZ y las series estadísticas de Estimaciones Agrícolas – MAGyP.

Error relativo (sin signo)	#Departamentos/Partidos	Porcentaje de Deptos/Partidos
Bajo (<25%)	111	66%
Medio (25-<50%)	40	23%
Alto (>50%)	19	11%

Cuadro 1: Cantidad de departamentos/partidos contabilizados para los 3 niveles de errores considerados y porcentaje de cobertura para cada nivel.

El valor final del estadístico RMAE obtenido para todo el mapa analizado fue del 23%. Por otro lado, el error relativo entre los valores estimados con el producto NMZ y los

calculados a partir de los registros del MAGyP no presenta sesgo en promedio sobre todo el mapa. Es decir, la anomalía para el producto NMZ en promedio no presenta diferencias significativas con la anomalía calculada para la producción de maíz en base a datos del MAGyP.

4. Conclusiones

En el presente trabajo se generó un mapa comparativo donde se refleja el error relativo de la productividad del cultivo de maíz para la última campaña productiva (2019/20) comparando el producto NMZ generado por la CONAE en relación a los datos que se ofrecen desde la plataforma Web de Estimaciones Agrícolas del MAGyP.

Dos tercios de los departamentos/partidos muestran resultados con un alto grado de acuerdo (color verde en el mapa), y solamente un 11% presenta un error relativo alto (color rojo en el mapa). Asimismo, destacamos que los mejores acuerdos se dan en la región núcleo.

Al considerar el cálculo del estadístico RMAE para todo el mapa analizado se obtuvo error relativo medio en valor absoluto de 23%, lo que resulta en un elevado grado de acuerdo entre los modelos considerados. Asimismo, no se observa un sesgo significativo entre las campañas estudiadas, compatible con la hipótesis inicial que los errores en el cálculo de las anomalías tienden a compensarse. En general, los resultados analizados para la campaña 2019/20 de maíz otorgan confianza a los usos del producto NMZ y se espera que puedan acompañar positivamente los procesos de toma de decisión tanto de productores como de oficinas del Estado.

Referencias

1. Bocco, M., Sayago, S., Violini, S., y Willington, E. A. (2015). Modelos simples para estimar rendimiento de cultivos agrícolas a partir de imágenes satelitales: una herramienta para la planificación. II Simposio Argentino sobre Tecnología y Sociedad (STS) - JAIIO 44. ISSN: 2451-7631.
2. Thorp, K.R., DeJonge, K.C., Kaleita, A.L., Batchelor, W.D., y Paz, J.O (2008). Methodology for the use of DSSAT models for precision agriculture decision support. Comput. Electron. Agric. 64, 276–285.
3. Misión SAOCOM, CONAE.https://www.argentina.gob.ar/ciencia/conae/misiones-espaciales.
4. Lozza, H. (2019). Sistema para la aplicación de los datos de la misión satelital SAOCOM en la agricultura. Anales de CAI 2019 - Congreso Argentino de AgroInformática, ISSN/ISBN: 2525-0949.
5. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Comisión Nacional de Actividades Espaciales. Catálogo de Imágenes y Productos. GEOServicios OGC. Servicios WMS y WFS Disponibles. Cultivos: Maíz. Anomalía del rinde de maíz. https://documentoside.conae.gov.ar/public/docs/mod/mhs/dss/nmz/conae_mod_mhs_dss_nmz_20201025.pdf.

6. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Comisión Nacional de Actividades Espaciales. Catálogo de Imágenes y Productos. GEOServicios OGC. Catálogo de Metadatos, CONAE. https://geocatalogos.conae.gov.ar/.
7. Hoogenboom, G., Porter, C.H., Shelia, V., Boote, K.J., Singh, U., White, J.W., Hunt, L.A., Ogoshi, R., Lizaso, J.I., Koo, J., Asseng, S., Singels, A., Moreno, L.P. y Jones, J.W. (2017). Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT) Version 4.7 (https://DSSAT.net). DSSAT Foundation, Gainesville, Florida, USA.
8. Jones, J.W., Hoogenboom, G., Porter, C.H., Boote, K.J., Batchelor, W.D., Hunt, L.A., Wilkens, P.W., Singh, U., Gijsman, A.J. y Ritchie, J.T. (2003), DSSAT Cropping System Model. European Journal of Agronomy Vol. 18, 235-265.
9. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Subsecretaria de Agricultura, Dirección Nacional de Agricultura, Dirección de Estimaciones Agrícolas. Descarga dataset. http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones.
10. Wallach, D., Makowski, D. y Jones, J. (2006). Working with Dynamic Crop Models: Evaluation, Analysis, Parameterization, and Applications. Elsevier. Amsterdam. The Netherlands.