ID de la contribución : **44** Tipo : **no especificado**

# El uso de los sistemas de información geográfica y la teledetección: un estudio de caso de su aplicación en la siembra variable de maíz

Álvarez, M; Mauhourat, F; Palma, M; Rodríguez, H.
Dto. Técnico de Formagro S.R.L.

Trabajo presentado al V Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica- III Congreso Internacional de Tecnologías de Información Geográfica. "Modelización y TIG aplicados a procesos espaciales urbanos y regionales" UNCPBA - Campus Universitario. Tandil, Buenos Aires, Argentina. 8 y 9 de noviembre 2021 Talleres Pre-Congreso. 10 al 12 de noviembre 2021 Congreso

RESUMEN
El siguiente estudio de caso, se encuentra ubicado a los 37°48 '25.05 "S y 58° 2'45.80" O en el sureste de la provincia de Buenos Aires en el partido de Balcarce, en un lote particular se decidió realizar una de las principales prácticas de manejo que influyen sobre el rendimiento del maíz que es la selección de la densidad de siembra, ya que el rendimiento es dependiente de la misma, asociado a un manejo variable puede potenciar la rentabilidad. Este trabajo fue realizado durante la campaña de verano 2017-18.
Es así como en una primera etapa se realizó la ambientación del lote en el cual se determinaron siete zonas productivas. En un segundo momento en base a las aptitudes productivas del lote se decidió hacer una siembra variable de semilla, agrupando las siete zonas productivas en tres y también se marcaron tres franjas fijas que pasan por todas las zonas productivas, por último, se analizaron los resultados que arrojaron la aplicación y el monitor de rendimiento.
En este proceso fue muy importante la utilización de los sistemas de información geográfica, la teledetección y la aplicación de la agricultura de precisión en conjunto con la correcta selección densidad de siembra que tiene como fin el ahorro en semillas, potenciar los ambientes más productivos y obtener los rendimientos deseados.
PALABRAS CLAVES
Agricultura de Precisión – Siembra variable – SIG- Zonas de Manejo – Mapa de rendimiento

INTRODUCCIÓN
La aplicación de la agricultura de precisión en conjunto con los sistemas de información geográfica (SIG), sistemas de geoposicionamiento global (GPS) y Teledetección constituyen una herramienta indispensable para lograr la optimización en el uso de los recursos empleados en las actividades productivas del sector agropecuario.
La idea fundamental en la que se basa la agricultura de precisión es que se deben aplicar los insumos en cantidades que se puedan aprovechar en su totalidad, y que cada área del lote exprese su máximo potencial económicamente posible. Según esto, ahorraríamos insumos en las áreas de bajo rendimiento potencial sin disminuir su rendimiento (que era bajo) para trasladarlo a las áreas de mayor potencialidad, que sí pueden aumentar la producción aprovechando los insumos correctamente (Bragachini, Mendez, Scaramuzza, Gregoret y Proietti; 2006).
El aumento de la eficiencia en el uso de los recursos conlleva dos efectos, por un lado, el aumento de la rentabilidad y por otro, un mejor aprovechamiento de las materias primas utilizadas, lo cual redunda en una reducción del impacto medioambiental, por un mejor aprovechamiento de los productos fertilizantes y fitosanitarios aplicados a los cultivos.
El maíz es uno de los cultivos más importantes de Argentina, variando su rendimiento por hectárea según las diferentes zonas agrícolas del país. La variabilidad del rendimiento es una función conjunta y dinámica de factores que incluyen, propiedades de suelo, topografía, clima, factores biológicos y antecedentes de manejo

del lote (Castro Franco, Mauricio; Peralta, Nahuel Raúl; Costa, José Luis; 2015). Sin embargo, un factor muy influyente en la variabilidad del rendimiento está asociada a la correcta selección de densidad de siembra. Combinando la agricultura de precisión y el manejo de diferentes densidades de siembra, se plantea ahorrar en el uso de semillas, potenciar los ambientes más productivos y obtener los rendimientos deseados.

MATERIALES Y MÉTODOS

El lote seleccionado se encuentra ubicado a los 37°48 '25.05'S y 58° 2'45.80"O en el sureste de la provincia de Buenos Aires en el partido de Balcarce. La zona se caracteriza por un clima templado con un régimen de lluvias a lo largo de todo el año, siendo más intensas en primavera -verano.

La altitud media del lote es de 110 msnm, con una pendiente baja. Los suelos son molisoles con textura franco limosa y la limitante principal es la erosión hídrica.

El trabajo se realizó por etapas, la primera etapa consistió en la ambientación de un lote agrícola, determinando diferentes aptitudes productivas, esta ambientación se efectuó en base al cálculo de NDVI de imágenes satelitales Landsat 5 - 8 y su posterior combinación. La elección de imágenes para la elaboración de zonas de manejo se basó en el historial de rotación del lote, seleccionando la mejor imagen de cada campaña, realizando la corrección atmosférica mediante el método del objeto oscuro con el software QGIS. Se determinaron siete zonas productivas: Muy Limitada, Limitada, Media a Limitada, Media, Media a Alta, Alta y Muy Alta.

En base a las aptitudes productivas del lote se decidió hacer una siembra variable de semilla, agrupando las siete zonas productivas en tres: Alta (Muy Alta- Alta- Media a Alta) con una densidad de 3.60 s/m, Media (Media- Media a Limitada) 3.10 s/m y Baja (Limitada- Muy Limitada) 2.30 s/m, también se marcaron tres franjas fijas que abarcan todas las zonas productivas. El monitor de siembra es AG fusión y el híbrido elegido es DM 2738 (Don Mario).

La siembra georreferenciada nos permitió obtener un archivo de respuesta con el cual verificar una correcta aplicación y que lo prescripto nos lleve a los resultados esperados.

Luego se realizó una prescripción variable de UAN, con dos dosis diferentes, la zona de alta con 284 Lt/ha. y la zona media y baja 230 Lts/ha.

En cuanto al control de plagas, malezas y enfermedades, se aplicó con dosis correspondientes, a fin de evitar la aparición.

La cosecha del cultivo, se realizó con cosechadora con monitor de rendimiento (Jonh Deere 9770), estos requieren calibración de los sensores antes de la cosecha, obteniendo una serie de puntos con datos de rendimiento, humedad, ancho de franja, velocidad, elevación. Una vez que se obtuvieron los valores arrojados por el monitor de rendimiento, se realizó la eliminación de valores extremos y de puntos superpuestos. Para su presentación se realizó una interpolación de puntos mediante el método distancia inversa ponderada y se clasificó en siete categorías de menor a mayor rendimiento. Además, se obtuvo un mapa de rendimiento en forma grillada que fue interceptado luego con el mapa de productividad. El procesamiento se realizó utilizando el software AFS 5.52 (Case Corporation, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al evaluar los resultados del mapa de rendimiento y correlacionar con el mapa de productividad se observa que el lote general ha obtenido un mayor rendimiento con respecto a las tres franjas de ensayo, y si nos detenemos en el comportamiento de las mismas, la franja con mayor densidad de siembra tiene una diferencia de 2 toneladas con respecto al ensayo 2.

En el siguiente gráfico podemos observar que el lote general en las zonas productivas Muy Alta, Alta y Media Alta registran los mayores rendimientos, y a su vez, es la zona con mayor densidad de siembra, de 3.60 s/m. Algo similar ocurre con las zonas medias y bajas. El análisis arrojó una alta correlación entre zonas de manejo, densidades de siembra y rendimientos obtenidos.

En cuanto a los ensayos, en la franja de ensayo 1 con una densidad de siembra de 3.60 s/m, en la zonas (Muy Alta, Alta y Media a Alta) , registra un menor rendimiento con respecto a las zonas ( Medias y Bajas) del ensayo.

En la franja de ensayo 2, con una densidad de siembra de 3.10 s/m, el rendimiento es menor en el ambiente de Alta (Muy Alta - Alta) con respecto al de Baja (Muy Limitada), con una diferencia de 0.98 Tn de rinde. En este ensayo es en el ambiente de baja (Limitada - Muy Limitada) donde se da el mayor rendimiento.

El ensayo 3, con una densidad de siembra de 2.30 s/m, alcanza su mayor rendimiento en la zona Media a Alta con 11.85 Tn/ha y el menor rendimiento en la zona Muy Limitada. Si observamos el gráfico, vemos que en la zona Muy Alta el rendimiento es de 9.95 Tn/ha, mientras que en el resto del ensayo entre 10 y 11 Tn/ha.

En los gráficos siguientes se muestra la correlación de R2 entre el mapa de productividad y el de rendimiento, si observamos detenidamente los gráficos vemos que en el caso del lote general hay una alta correlación entre ambas variables, en las zonas de Alta productividad hay mayores rendimientos. En las franjas de ensayo 1 y 2 la correlación es inversa, a mayor escala de productividad menor rendimiento.

En la franja de ensayo 3, se registra una correlación positiva, sin embargo, hay una alta dispersión de valores de rendimiento, en la zona Muy Limitada y Muy Alta se da el menor valor de rendimiento de la franja.

Lote general

Franja 01 – 3,6 s/m

Franja 02 – 3,1 s/m

Franja 03 – 2,3 s/m

A partir de los resultados físicos, es decir, de la comparativa de rindes entre el lote general y las franjas fijas, se desprende el análisis económico, el cual está centrado en un cálculo de margen bruto teniendo en cuenta sólo las variables que han tenido aplicación diferencial entre el lote general y las franjas fijas.
Para realizar el análisis económico, se tuvo en consideración el costo de la bolsa de semilla y el precio de venta del cultivo de maíz al momento del análisis. Las demás variables, inclusive el fertilizante nitrogenado, no se tuvieron en cuenta porque fueron utilizados de la misma manera tanto en el lote general, como en las 3 franjas.
Como se puede observar en la tabla resumen, los resultados muestran cómo el lote general, no solo ha obtenido mejores resultados en términos de rendimiento, sino también económicos.

CONSIDERACIONES FINALES
El maíz es uno de los cultivos del sudeste bonaerense que representa un alto porcentaje en hectáreas sembradas. Para este cultivo una buena elección de la densidad de siembra constituye uno de los aspectos de manejo que incide en el rendimiento por hectárea. Considerando los resultados, es posible afirmar que:
✓ La siembra variable de densidad de semilla por ambiente, sumado a una correcta fertilización ayuda a potenciar el rendimiento del cultivo con un aumento de la rentabilidad y un mejor aprovechamiento de las materias primas, de los productos fertilizantes y fitosanitarios aplicados a los cultivos.
✓ La agricultura de precisión en conjunto con los sistemas de información geográfica, de geoposicionamiento global y la teledetección, son una herramienta indispensable que tiene que ser tenida en cuenta a la hora de querer evaluar con mayor precisión variables fundamentales en los cultivos, como lo son la densidad de siembra y fertilizantes. De esta manera se podrá predecir con mayor exactitud el rendimiento y producción de los cultivos.

BIBLIOGRAFÍA
- Bragachini,M; von Martini,Axel; Mendez,A; Pacioni,F; Alfaro,M. SIEMBRA DE MAÍZ, EFICIENCIA DE IMPLANTACIÓN Y SU EFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE GRANO. Tercer Taller Internacional de Agricultura de Precisión del Cono Sur de América, 17-19 diciembre 2002, Carlos Paz, Córdoba, Argentina.
- Bragachini,M.; Mendez, A.; Scaramuzza, F.; Gregoret, M.; y Proietti, F. Tecnologia de manejo de dosis variable en Agricultura de Precision: integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable. INTA. 2006.
- Castro Franco, Mauricio; Peralta, Nahuel Raúl; Costa, José Luis. Uso de herramientas geomáticas para el análisis de la relación espacio temporal entre rendimiento y topografía, para la determinación de zonas de manejo homogéneo. Noviembre, 2015.
- Cerliani Cecilia; Esposito Gabriel; Morla Federico; Naville Rafael Generación de prescripciones de densidad variable a escala de lote en el sur de la provincia de Córdoba (Argentina) Facultad de Agronomia y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta Nacional Nº36 km 601. Río Cuarto. Córdoba. Argentina. Trabajo presentado al Primer Congreso Latinoamericano de Agricultura de Precisión (CLAP2018) 11 al 13 de abril 2018 Santiago, Chile.
- INTA - Secretaría de Agricultura y Ganadería de la Nación. 1987. Carta de suelos de la República Argentina. Hoja 3757-31-4 Sierra del Volcán.
- Reussi Calvo, Nahuel I.; Sainz Rozas, H.; Echeverría, H.; and Diovisalvi, N. Using Canopy Indices to Quantify the Economic Optimum Nitrogen Rate in Spring Wheat. Published in Soil Fertility & Crop Nutrition, February 25, 2015.

**Primary author(s) :** Prof. ALVAREZ, Martina (Formagro); Prof. PALMA , Marina (Formagro); RODRIGUEZ, Hernán (Formagro); Mrs MAUHOURAT , Florencia (Formagro)

**Presenter(s) :** Mrs MAUHOURAT , Florencia (Formagro)

**Clasificación de la sesión :** E-4. TIG aplicada a procesos socio-económicos

**Clasificación de temáticas :** E-4. TIG aplicada a procesos socio-económicos