



## **SUBEJE N°2.4**

**Título del Subeje: Alternativas productivas sustentables y soberanía tecnológica**

### **ESCRITO MODALIDAD TRABAJO CIENTÍFICO**

#### **AGTECHs APLICADAS A LA GESTION DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN CULTIVO DE CEBOLLA (*ALLIUM SSP*).**

Alejandra Casella<sup>1</sup>, Alejandro Pezzola<sup>2</sup>, Cristina Winschel<sup>2</sup>, Luciano Orden<sup>2,3</sup> y CarolinaBellacomo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Clima y Agua-CIRN- INTA Castelar.casella.ale@inta.gob.ar

<sup>2</sup> Estación Experimental Agropecuaria Hilario Ascasubi INTA.

<sup>3</sup> Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur.

[casella.ale@inta.gob.ar](mailto:casella.ale@inta.gob.ar); [pezzola.alejandro@inta.gob.ar](mailto:pezzola.alejandro@inta.gob.ar); [winschel.cristina@inta.gob.ar](mailto:winschel.cristina@inta.gob.ar);  
[luciano.orden@uns.edu.ar](mailto:luciano.orden@uns.edu.ar); [bellacomo.carolina@inta.gob.ar](mailto:bellacomo.carolina@inta.gob.ar)

### **RESUMEN**

La producción de bulbos de cebolla (*Allium cepa* L.) requiere una gran cantidad de nitrógeno. De acuerdo con la demanda de una agricultura sostenible, las tecnologías de la información y la comunicación permiten mejorar la eficiencia de la fertilización nitrogenada. En el valle del río Colorado, Buenos Aires, Argentina, es el cultivo de mayor aporte a la economía local. Este trabajo tuvo como objetivo analizar la relación de las variables biofísicas: índice de área foliar (IAF), contenido de clorofila del dosel (CCC) y factor de cobertura del dosel (fCOVER), con la fertilización nitrogenada del cultivo de cebolla de ciclo intermedio y sus efectos sobre el rendimiento. El ensayo consistió en parcelas con diferentes dosis de urea granulada, donde se midieron dichas variables en el campo y en imágenes del satélite Sentinel-2. Se obtuvo una correlación significativa de datos de campo/satélite con un  $R^2$  de 0,91, 0,96 y 0,85 para LAI, fCOVER y CCC, respectivamente. El LAI y CCC tuvieron una correlación positiva con el rendimiento en los meses de noviembre y diciembre. La dosis de U500 supuso un aumento del rendimiento del 27% en comparación con la de U250, mientras que la diferencia entre U750 y U500 fue del 6%.

### **PALABRAS CLAVES**

Apps, variables biofísicas, cebolla, Sentinel 2, ANNS2.

### **INTRODUCCIÓN**

Dentro de los cultivos intensivos con altos requerimientos de fertilizantes, se encuentra la cebolla (*Allium cepa*). En este cultivo, el contenido de nitrógeno (N) es determinante la formación del bulbo, su tamaño y madurez el cual debe ser incorporado al suelo a modo de fertilizante a partir de la tercera hoja verdadera y en dos o tres aplicaciones fraccionadas para mejorar el crecimiento de la biomasa vegetal y proporcionar mayor contenido de clorofila (Cardoso Prieto, 2017).

La gestión de la fertilización es posible a partir del análisis de las variables biofísicas como el índice de área foliar (LAI) cuya estimación proporciona información del crecimiento y salud de los cultivos, optimizando los procesos de riego y fertilización (Houlès *et al.*, 2007). Para realizar su medición se ha desarrollado la aplicación (app) para celulares inteligentes, PocketLai® (Confalonieret *al.*, 2013). Por otro lado, la medida del contenido de clorofila del canopeo (CCC) es un método indirecto de evaluación del contenido de N (Delloye *et al.*, 2018) y es importante por su función indicadora del estado de salud de la planta. Para su medición in situ se emplean instrumentos, como el SPAD (Minolta®). El monitoreo de la fracción de cobertura vegetal (fCover) da una indicación de la tasa de desarrollo y vigor del cultivo (Li *et al.*, 2015). Para ello, la app de acceso libre Canopeo® es una herramienta rápida y precisa para el cálculo de esta variable (Patrignani&Ochsner, 2015). En las últimas décadas, la teledetección ha permitido realizar este tipo de estudios en mayores superficies, que permite obtener mapas de la distribución de las condiciones de todo el cultivo.

El objetivo de este trabajo fue analizar la aplicación de indicadores biofísicos satelitales para el seguimiento y optimización de la fertilización nitrogenada en un cultivo de cebolla bajo riego. Para ello, se correlacionaron los productos obtenidos en imágenes S2 con las variables biofísicas CCC, LAI y fCOVER obtenidas con apps e instrumentos de campo de uso sencillo y se comparó el rendimiento con diferentes dosis de urea granulada.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se encuentra ubicada en la localidad de Hilario Ascasubi, partido de Villarino, Buenos Aires, dentro del Valle bonaerense del río Colorado (VBCR), Argentina. Dicha región se encuentra delimitada por los paralelos 39°10' y 39°55' de latitud sur y los meridianos 62°05' y 63°55' de longitud oeste. La superficie del lote elegido para la temporada 2019/2020 fue de 2.2 ha y la variedad de cebolla estudiada fue *Allium cepa* L. cv Torrentina, de día intermedio. La siembra se realizó de forma mecanizada en doce líneas sobre tablones de 1,2 m de ancho con una densidad de 5 kg ha<sup>-1</sup> (peso de 1000 semillas = 3,7 g). Se realizaron cinco riegos por gravedad, entre finales de agosto y noviembre. Se fertilizó con distintas dosis de urea (46-0-0) de forma manual, sin incorporar, luego de un riego o previo a una lluvia en tres oportunidades (26/08/2019, 24/09/2019 y 25/10/2019) a partir de las tres hojas verdaderas hasta la formación del bulbo. El diseño experimental utilizado fue en bloques completos, compuesto de tres tratamientos (U250: urea 250 kg ha<sup>-1</sup>, U500: urea 500 kg ha<sup>-1</sup>, U750: urea 750 kg ha<sup>-1</sup>) con tres repeticiones y una parcela control (T) sin fertilizar. Las mediciones de las variables biofísicas se realizaron in situ con los instrumentos antes mencionados en las fechas 25/09/2019, 2/10/2019, 15/11/2019, 06/12/2019, 06/01/2020 (próximas al pasaje del satélite S2) en un punto en el centro de cada parcela coincidente con un pixel de 10 m x 10 m. Se calcularon dichas variables sobre las imágenes Sentinel 2 con el algoritmo ANNS2 y se correlacionaron estadísticamente (Casella *et al.*, 2022). Para analizar la relación entre las variables biofísicas obtenidas y el rendimiento, se cosechó 1 m del tablon central de cada parcela (N = 12) el 12/01/2019.

## RESULTADOS

Se encontró una correlación lineal positiva de las tres variables biofísicas entre la distribución de puntos de datos in situ y los datos obtenidos por el algoritmo ANNS2 (Figura 1). Para los valores bajos, la concentración es mayor en torno a la línea recta 1:1. El fCOVER concentra unas pocas muestras de valores bajos; las demás tienen una distribución más equilibrada alrededor de la línea 1:1 que aumenta la significación de la correlación entre ambas mediciones ( $p < 0,0001$ ).

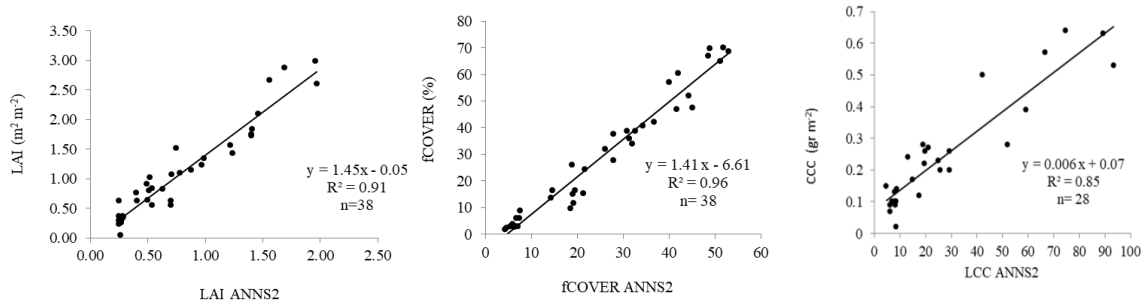


Figura 1: Relación entre a) LAI, b) fCOVER y c) CCC, basada en el algoritmo ANNS2 sobre las observaciones de S2 y los datos experimentales de campo sobre la cebolla para las mismas variables p-value <0.0001.

Con los productos LAI, fCOVER y CCC obtenidos mediante ANNS2, se mapeó su evolución multitemporal durante las fechas de muestreo (Figura 2). Además, se añadió el producto ANNS2 de cada variable al inicio de la estación de crecimiento (05/12/2019) como referencia de suelo desnudo.

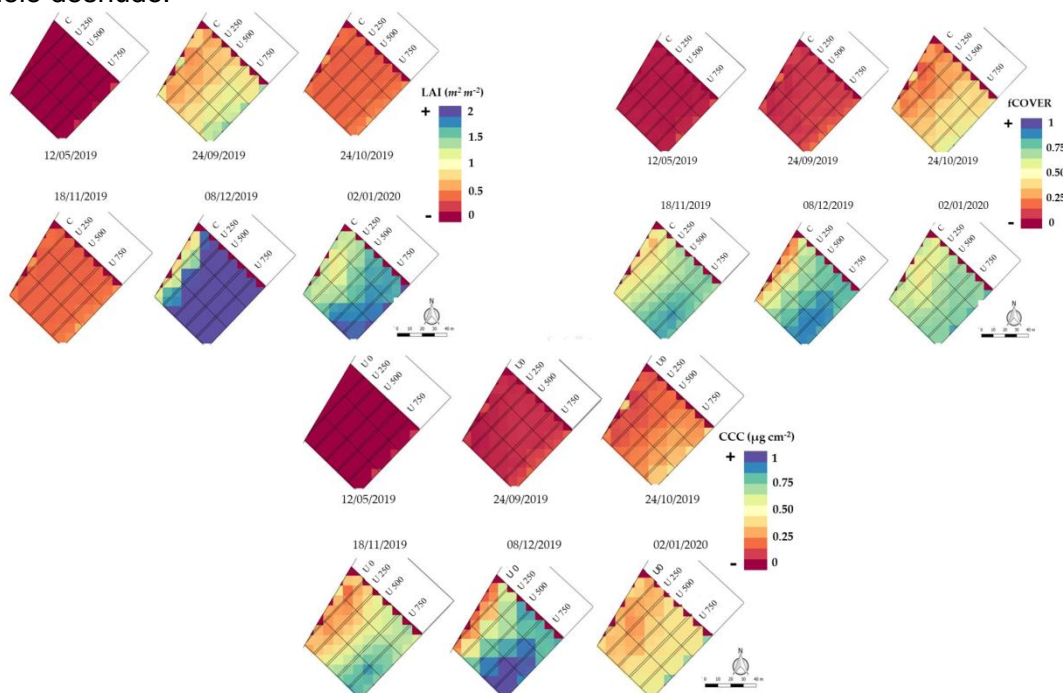


Figura2: Series temporales de: LAI, fCOVER y CCC durante el ciclo de crecimiento de la cebolla. Mapas obtenidos con el software SNAP 7.0 sobre imágenes S2 .

Por otro lado, se analizaron los componentes del rendimiento de los calibres comerciales de los bulbos de cebolla de cada una de las parcelas (N=12) (Mg ha<sup>-1</sup>), encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos y U0 (p>0,01). La dosis U500 supuso un incremento del rendimiento del 27% respecto a U250, mientras que la diferencia entre U750 y U500 fue del 6% (Fig.2)

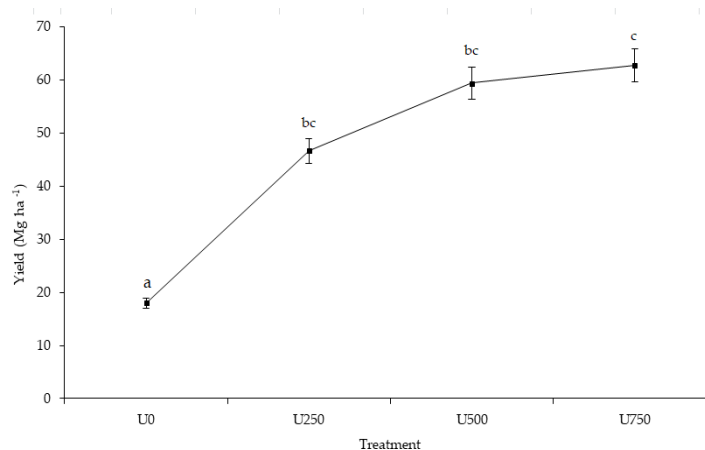


Figura 2: Rendimiento de cebolla (Mg ha<sup>-1</sup>) en los diferentes tratamientos. Las líneas con letras diferentes representan diferencias significativas a  $p < 0,05$ . Las barras representan el error estándar de la media.

Como se encontró una diferencia no significativa en el rendimiento entre las dosis U500 y U750, esta investigación presenta una oportunidad para abordar la optimización de la dosis de fertilizante que ayudará a reducir los costos ambientales y económicos.

## APORTES PARA EL CONCENSO

Este tipo de metodologías innovadoras aplicadas a cultivos hortícolas intensivos, permitirá gestionar la producción de alimentos de manera eficiente, disminuyendo el uso de insumos contaminantes, mejorar la calidad de la producción y favorecer la rentabilidad de las familias productoras.

## BIBLIOGRAFIA

- Cardoso Prieto, C.E. 2017. Evaluación de abonos orgánicos en el cultivo biológico de la cebolla (*Allium cepa* L.) en el sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Tesis (Doc) Universidad Nacional del Sur*. Bahía Blanca, Argentina.
- Casella, A.; Orden, L.; Pezzola, N.A.; Bellacomo, C.; Winschel, C.I.; Caballero, G.R.; Delegido, J.; Gracia, L.M.N.; Verrelst, J. 2022. Analysis of Biophysical Variables in an Onion Crop (*Allium cepa* L.) with Nitrogen Fertilization by Sentinel-2 Observations. *Agronomy* 12, 1884. <https://doi.org/10.3390/agronomy12081884>
- Confalonieri, R., Foi, M., Casa, R. and et. al. 2013. Development of an app for estimating leaf area index using a smartphone. Trueness and precision determination and comparison with other indirect methods. *Comput Electron Agric* (96), 67-74 (2013).
- Delloye, C.; Weiss, M.; Defourny, P. 2018. Retrieval of the canopy chlorophyll content from Sentinel-2 spectral bands to estimate nitrogen uptake in intensive winter wheat cropping systems. *Remote Sens. Environ.*, 216, 245-261.
- Houlès, V.; Guerif, M.; Mary, B. 2007. Elaboration of a nitrogen nutrition indicator for winter wheat based on leaf area index and chlorophyll content for making nitrogen recommendations. *Eur. J. of Agronomy*, 27(1), 1-11.
- Li, W.; Weiss, M.; Waldner, F.; Defourny, P.; Demarez, V.; Morin, D.; Hagolle, O.; Baret, F.A. 2015. Generic Algorithm to Estimate LAI, FAPAR and FCOVER Variables from SPOT4\_HRVIR and Landsat Sensors: Evaluation of the Consistency and Comparison with Ground Measurements. *Remote Sens.*, 7(11), 15494-15516
- Patrignani, A. and Ochsner, T. 2015. Canopeo: A Powerful New Tool for Measuring Fractional Green Canopy Cover. *Agronomy Journal*, 107, 2312-2320.

