

LA DIGITALIZACIÓN COMO ALIADA DE LA FERTILIZACIÓN: *Ensayo en el cereal de invierno*

La agricultura 4.0 hace referencia al conjunto de tecnologías centradas en la digitalización de los procesos agrícolas, permitiendo una mayor eficiencia y productividad en el campo. En la práctica, esto significa una implementación de equipos y *software* que permitan obtener un gran número de datos de calidad en tiempo real. Esta información extraída sirve de guía para facilitar la toma de decisiones en la explotación agrícola. La tecnología digital está presente desde el tratamiento del suelo hasta la recolección de un cultivo.

JESÚS VAL¹, ISRAEL CARRASCO¹, DAMIÁN PLANELLA², CARMEN GIBANEL², ÁNGEL MARESMA¹

¹ Departamento de I+D de EuroChem Agro Iberia, S.L

² Fertilizantes La Planta S.L. - FertiPlan



Tradicionalmente la experimentación en la agricultura se ha basado en ensayos con microparcelas y repeticiones, ya que era la manera de conseguir la mayor homogeneidad posible, logrando reducir la variabilidad natural y tener un mayor control sobre la respuesta del cultivo a los tratamientos estudiados (variedades, fertilización, fitosanitarios, etc.).

Importancia de la digitalización en la agricultura y en la experimentación agrícola

Actualmente, la tecnología que se ha incorporado en la agricultura permite implementar ensayos en macroparcelas (escala real de agricultor) que pueden proporcionar una mayor cantidad de información y más cercana a la realidad. La mencionada evolución tecnológica ha permitido controlar la variabilidad natural de las parcelas experimentales. De esta manera, las diferencias de resultados quedan exclusivamente ligadas a los tratamientos evaluados.

En EuroChem trabajamos para mejorar la fertilización utilizando toda la tecnología disponible. El trabajo a escala real de agricultor permite realizar un seguimiento continuo del cultivo vía satelital mediante los índices de vegetación, entre los que destacan el

Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y el Índice de Diferencia Normalizada del rojo cercano (NDRE). Además, las imágenes satelitales se utilizan para determinar algunas propiedades del suelo como la textura, la fertilidad natural y la variabilidad dentro de cada parcela. Otra de las herramientas que resulta fundamental para este tipo de ensayos es el monitor de rendimiento de cosecha, que permite medir con precisión la producción en todo el campo.

Concepto de fertilización de precisión

La fertilización de precisión es un concepto que consiste en darle a cada parte del suelo lo que realmente necesita para alcanzar el máximo potencial de producción. Persigue dos objetivos principales: el económico y el medioambiental. En lo que respecta al económico, se consigue un ahorro de fertilizante y de tiempo de aplicación, reduciendo el coste de fertilización. A la vez, aumenta la productividad de la parcela, además de reducir la contaminación ambiental en lo que a fertilización se refiere. Algunos de los factores más importantes a tener en cuenta para realizar una fertilización de precisión son el tipo de abono y sus características físicas y químicas. Las características físicas son fundamentales para garantizar que los mapas de aplicación

de nutrientes realmente se efectúan con precisión. Realizar una aplicación con un producto blending (mezcla de distintas materias primas) impide realizar una distribución homogénea en campo, ya que el peso de los gránulos varía en función de la materia prima. Para ir a una fertilización más precisa y eficiente hay que utilizar fertilizantes complejos. En las propiedades químicas del fertilizante, es importante evaluar qué cantidad de nutrientes aporta, su solubilidad y disponibilidad para el cultivo y si incorporan tecnologías que permitan hacer un uso más eficiente de los nutrientes, especialmente el nitrógeno. Nuestro trabajo de investigación se centra en el fertilizante ENTEC®, que además de contar con excelentes propiedades físicas y químicas, incorpora un inhibidor de la nitrificación (DMPP o DMPSA) que permite maximizar la eficiencia en el uso del nitrógeno, reduciendo las pérdidas por lixiviación y emisión de gases de efecto invernadero.

Ensayo de digitalización en la fertilización de cebada en regadío

EuroChem en colaboración con Fertilizantes La Planta S.L implementaron un ensayo de digitalización en la fertilización en Esplús (Huesca) en la campaña 2022-2023. Se llevó a cabo en una parcela de riego por



FIGURA 1

a) Zonificación en función de la textura (arcillosa y arenosa) y b) esquema distribución estrategias de fertilización.

aspersión que tiene una superficie de 9 hectáreas y se dividió en dos partes dependiendo de las propiedades texturales del campo (concentración de arcilla) (**Figura 1a**). En el ensayo, se evaluaron las dos estrategias de fertilización ENTEC® que habían obtenido mejores resultados en campañas anteriores dentro de la red de ensayos “on-farm” (Fondo + cobertera vs Aplicación única) (**Figura 1b**).

En cada una de las estrategias de fertilización evaluadas (Doble aplicación o Aplicación única) se estudiaron 7 combinaciones con un aporte de entre 110 kg N/ha y 170 kg N/ha, dando lugar a un total de 14 estrategias de fertilización en el campo (**Tabla 1**). Para el análisis de resultados se realizaron 6 repeticiones en un sistema de bloques completamente al azar (RCBD), obteniendo 168 parcelas de 20x18 m. La producción de grano se midió con una cosechadora equipada con monitor de rendimiento, utilizándose para el análisis de datos la pasada central de cada parcela (20x7 m). Obtener información a escala real de campo es fundamental para poder determinar las estrategias de fertilización más eficientes en cada zona agroclimática. En este ensayo pionero, se traslada un diseño experimental típico de microparcels a una escala de trabajo de agricultor. La tecnología que incorporan la abonadora y la cosechadora permite hacer una

TABLA 1
Tratamientos evaluados en el ensayo.

ESTRATEGIAS DE FERTILIZACIÓN	TRATAMIENTO	FONDO (kg/ha)	N FONDO (kg/ha)	COBERTERA (kg/ha)	N COBERTERA (kg/ha)	TOTAL N (kg/ha)
ENTECS® 15-13-13 + ENTECS® 27	T1	300	45	241	65	110
	T2			352	95	140
	T3	350	52,5	213	57,5	110
	T4			324	87,5	140
	T5			435	117,5	170
	T6	400	60	296	80	140
	T7			407	110	170
ENTECS® 24-8-7	T8	-	-	458	110	110
	T9	-	-	500	120	120
	T10	-	-	542	130	130
	T11	-	-	583	140	140
	T12	-	-	625	150	150
	T13	-	-	667	160	160
	T14	-	-	708	170	170

aplicación precisa en cada una de las parcelas (20x18m) y obtener el rendimiento de manera georreferenciada para su análisis.

Evolución del cultivo - Diferencia de vigor (NDVI)

Las imágenes NDVI obtenidas durante el ensayo muestran como el cultivo de cebada se ha desarrollado de manera diferente dependiendo de las estrategias de fertilización evaluadas. A la salida de la parada invernal, el 14/02/2023 (**Figura 2a**) se observa

claramente un mayor vigor del cultivo en las zonas donde se aplicó abonado de fondo (ENTECS® 15-13-13). Además, existe una respuesta diferente al abonado de fondo dependiendo del tipo de suelo (arenoso o arcilloso). La zona arenosa tiene una mayor respuesta al abonado de fondo que la zona arcillosa, debido probablemente a que los suelos arenosos suelen ser suelos más pobres, con menos capacidad de retención de nutrientes y con valores más bajos de materia orgánica. En etapas posteriores de



FIGURA 2
Seguimiento NDVI de la parcela en el (a) 14/02/2023 y (b) 16/03/2023.

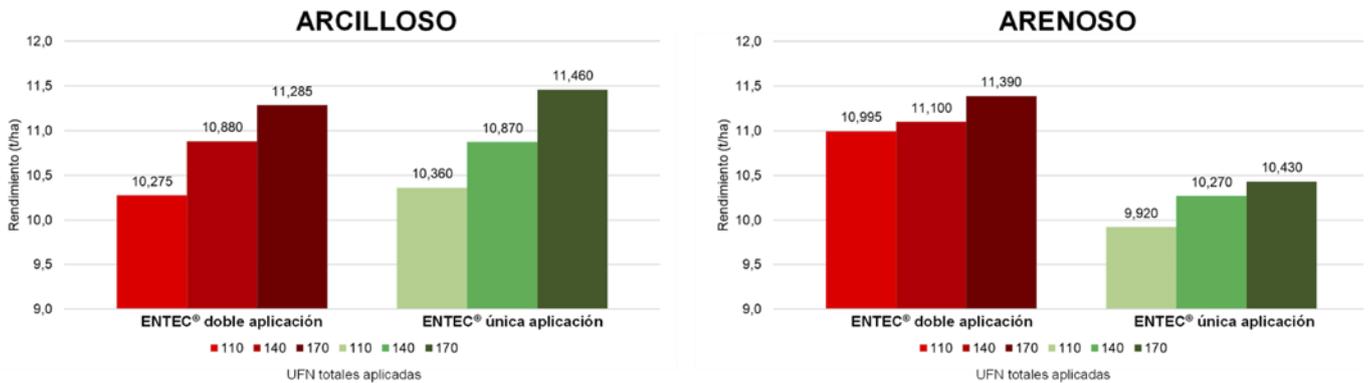


FIGURA 3
Rendimiento en función del nitrógeno aplicado para cada zona del suelo (arcilloso y arenoso).

crecimiento, el 16/03/2023 (Figura 2b) con ambas coberteras nitrogenadas aplicadas, sigue habiendo un mayor vigor del cultivo en la zona de doble aplicación de fertilizante pero no es tan evidente como en momentos anteriores. Cabe destacar que la zona arenosa con la estrategia de única aplicación de ENTEC® 24-8-7 presenta valores NDVI más bajos que el resto de la parcela.

Producción de cereal

En este ensayo se demuestra la importancia del abonado nitrogenado en la producción del cereal. Un aumento de la cantidad de nitrógeno se ha traducido en un incremento de la producción tanto en la zona arcillosa como en la zona arenosa.

Los resultados muestran que ambas estrategias de fertilización con ENTEC® han resultado efectivas, incrementando de manera considerable la producción media de la parcela, que oscilaba en las 6-7 t grano/ha. Frente a lo que es habitual aplicar en la zona (aportes de en torno a 140 kg N/ha), la producción fue de 10,99 t/ha para el ENTEC® doble aplicación y de 10,57 t/ha para la aplicación única de ENTEC®. Sin embargo, es importante analizar la producción en función del tipo de suelo, ya que la respuesta a la fertilización puede ser diferente.

En el suelo de textura arcillosa los

rendimientos han sido superiores con la estrategia de ENTEC® aplicación única y en el suelo de textura arenosa los rendimientos han sido superiores con la estrategia de ENTEC® doble aplicación (Figura 3).

En este ensayo también se ha demostrado respuesta a la fertilización nitrogenada en campos con altos potenciales de rendimiento, especialmente cuando se utilizan fertilizantes de eficiencia mejorada como ENTEC®. Los tratamientos con 170 kg N/ha aumentaron la producción un 9,8% en el ENTEC® doble aplicación y un 10,6% en el ENTEC® aplicación única frente a los tratamientos con 110 kg N/ha.

Agradecimientos

Al Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León por la ayuda destinada (expediente de subvención nº 3/2023-ATI) a la realización de proyectos de investigación industrial en el marco de la Plataforma de Dinamización de I+i Agraria y Agroalimentaria y al Ministerio de Ciencia e Innovación por la beca Torres de Quevedo PTQ2020-011271/AEI / 10.13039/501100011033, recibida por Dr. Ángel Maresma.

Bibliografía

Queda a disposición del lector interesado en el correo electrónico: redaccion@editorialagricola.com

A MODO DE CONCLUSIÓN

Con este innovador ensayo se ha demostrado que la tecnología actual permite trabajar en un diseño experimental de macroparcels diferente al que se ha hecho tradicionalmente con microparcels, sin perder el rigor científico. De esta manera, se trabaja a escala real obteniendo mayor cantidad de información y más precisa. Las dos estrategias de fertilización con ENTEC® que habitualmente se utilizan en la zona han obtenido producciones superiores a la media de la parcela. Además, se ha podido determinar la respuesta del cultivo a dosis más altas de nitrógeno, así como la respuesta del abonado de fondo en los diferentes tipos de suelo evaluados (mayor efecto en suelos de textura arenosa). Finalmente, se ha observado que la estrategia de doble aplicación podría ser más recomendable en suelos arenosos y la estrategia de única aplicación en suelos arcillosos.

Fertilizantes como ENTEC® combinados con la tecnología actual nos permiten aumentar el techo productivo con respecto a los fertilizantes convencionales, gracias a que conseguimos realizar una fertilización más eficiente de la cual se aprovecha el cultivo.