

Gestión sostenible del fósforo en el cultivo del arroz

Mar Català-Forner, Andrea Bertomeu, Núria Tomàs y Eva Pla

IRTA, ctra. Balada, km 1. 43870 Amposta, mar.catala@irta.cat.

Introducción

El fósforo (P) es uno de los nutrientes más importantes para asegurar la producción de alimentos, siendo esencial en los cultivos para llegar a una producción óptima. Pero un uso inadecuado o excesivo de los fertilizantes fosfóricos puede producir efectos indeseables en el medio ambiente, especialmente importantes en la calidad del agua como sería la eutrofización, proceso que se caracteriza por un crecimiento desmesurado de algunas especies de algas en superficie que acaban por impedir el paso de la luz, por lo que las algas del fondo no pueden realizar la fotosíntesis y el agua acaba perdiendo casi todo el oxígeno (Yan y col, 2016). Un incremento en la eutrofización ya ha sido detectado en el noreste de Cataluña (Penuelas y col, 2009), debido al incremento de las aportaciones de purines de cerdo. Además, el fertilizante fosfórico es un recurso limitado, no renovable y que es necesario gestionar de manera eficiente, tanto por el impacto económico como por la disponibilidad de este recurso. Esta actual situación de creciente preocupación, ha propiciado la creación de la Plataforma Europea del Fósforo, con el objetivo, entre otros, de conseguir un uso más sostenible de este elemento (CE, 2013).

El P es un elemento esencial para el arroz, estimula el desarrollo radicular, favorece la precocidad de la maduración en bajas temperaturas, aumenta la producción de tallos, el desarrollo del grano y el nivel nutricional del mismo, sin embargo, las necesidades del cultivo sobre este nutriente no son elevadas. El P se absorbe desde las fases iniciales del cultivo, especialmente durante la fase de ahijado, y es fácilmente redistribuido a los diferentes órganos de crecimiento y grano. En suelos inundados, la capacidad de suministrar P del suelo a la planta es mayor que en suelos no inundados, ya que cuando el arrozal se inunda, se desencadenan una serie de fenómenos físicos, microbiológicos y químicos que favorecen el incremento de la disponibilidad del nutriente (Catala, M. 2011). El primer paso para realizar una gestión sostenible del P es conocer la fertilidad del suelo mediante un análisis que permita conocer la disponibilidad del nutriente y planificar, si es necesaria una fertilización fosfórica ajustándola a la variedad, el

tipo de suelo y sistema de cultivo. De este modo, se podría evitar o disminuir la fertilización fosfórica. Por ello, el objetivo de este trabajo es comparar una estrategia sostenible, basada en ajustar la fertilización a las necesidades del cultivo y la fertilidad del suelo, con la estrategia estándar, en la que el fósforo se aplica, de manera generalizada, en cobertera.

El estudio que se presenta, cuyo acrónimo es GESFORICE, es un proyecto financiado a través de la operación 01.02.01 del PDR de Cataluña 2014-2022.

Material y métodos

El estudio se realizó durante las campañas 2021 y 2022 en el Delta del Ebro, en campos de agricultores colaboradores, que se seleccionaron teniendo en cuenta los niveles de fósforo (alto y bajo), la textura de suelo (arenosa o arcillosa) y que representan la variabilidad natural del delta del Ebro (Imagen 1 y tabla 1). Las parcelas objeto del estudio ocuparon una superficie de 100 m² para cada estrategia. Todas las parcelas fueron sembradas por la variedad JSendra, por ser la más representativa en el perfil varietal actual del Delta del Ebro. El abonado nitrogenado se aplicó de forma fraccionada, un tercio en fondo, un tercio al inicio del ahijado y un tercio al inicio de la panícula. Aplicando una dosis total de 195 kg N/ha. Con el fin de asegurar un aporte suficiente en potasio éste se aplicó en fondo a una dosis de 36 kg K₂O/ha.

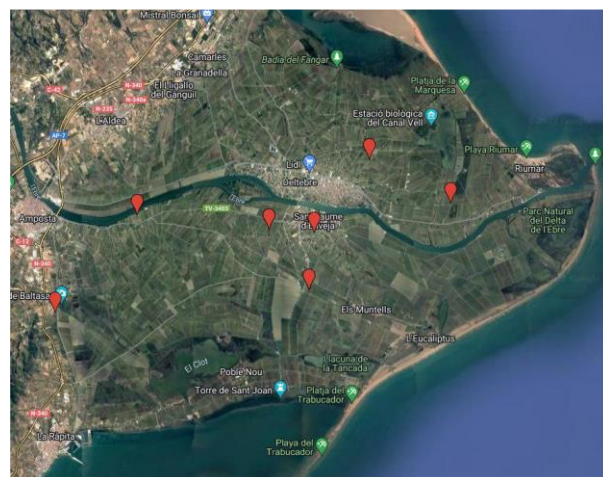


Imagen 1. Mapa del Delta del Ebro y ubicación de los campos demostrativos.

Por lo que respecta al abonado fosfórico, éste se realizó en función de las estrategias a implementar. La gestión y aplicación de fertilizantes las realizó el equipo técnico del IRTA, en función de las estrategias

evaluadas. El manejo del cultivo (gestión del agua, siembra y tratamientos fitosanitarios) lo realizó en cada caso el propietario del campo colaborador.

Tabla 1. Principales características de los campos demostrativos y años de ensayo (CIC: capacidad de intercambio catiónico, P: fósforo, K: potasio, CE: conductividad eléctrica del extracto saturado y textura USDA)

LOCALIZACIÓN	AÑO	CIC (MEQ/100 G DM)	P (MG/KG SMS)	K (MG/KG SMS)	CE (EXTR. SAT.)	TEXTURA
1	2021	14.6	111 Muy alto	209 Normal	4.17 dS/m	Franca
2	2021-2022	13.4	9.01 Bajo	131 Normal	4.54 dS/m	Arcillo-limosa
3	2021-2022	12.1	42.8 Muy alto	117 Bajo	5.06 dS/m	Franco-arcillo-limosa
4	2021-2022	16.0	44.6 Muy alto	159 Normal	5.01 dS/m	Franco-arcillo-limosa
5	2021-2022	17.7	8.20 Bajo	235 Normal	7.68 dS/m	Arcillo-limosa
6	2021-2022	19.6	6.89 Bajo	259 Alto	8.33 dS/m	Arcillosa
7	2022	15,9	20.6 Normal	151 Normal	3,77 dS/m	Arcillo-limosa

Las estrategias evaluadas fueron las siguientes:

- Estrategia estándar:** la aplicación del fósforo se realizó de acuerdo con las prácticas más habituales en la zona, que consisten en aplicar el fósforo en cobertera, generalmente en forma de fosfato biamónico sin tener en cuenta la fertilidad del suelo. La dosis de P aportado fue de 60 kg P₂O₅/ha (tabla 2).
- Estrategia sostenible:** la aplicación del fósforo se realizó en momentos y dosis que requiere el cultivo y según el nivel de fósforo del suelo. Los campos que presentaban niveles altos o muy altos de P no recibieron aportaciones y los campos que presentaban niveles bajos, la dosis de P aportada fue de 60 kgP₂O₅/ha. En esta estrategia, la aportación del P se realizó en fondo (tabla 2).

Tabla 2. Nivel de fósforo (P) de los campos demostrativos donde se realizó el ensayo y fertilización fosfórica aplicada según estrategia sostenible o estándar.

Campo demostrativo	Nivel de fósforo al suelo (mg P/Kg sms)	Aportación de fósforo según estrategia (kg P ₂ O ₅ /ha)	
		Sostenible	Estándar
1	111 Muy alto	0	60
2	9.01 Bajo	60	60
3	42.8 Muy alto	0	60
4	44.6 Muy alto	0	60
5	8.20 Bajo	60	60
6	6.89 Bajo	60	60
7	20.6 Normal	50	60

Resultados y discusión



Imagen 2. Delimitación de una de las parcelas donde se realizó la actividad demostrativa Gesforice.

- ✓ El desarrollo agronómico del cultivo no se diferenció en las dos estrategias evaluadas. De esta forma, la densidad de plantas y panículas en la estrategia sostenible fue igual a la estrategia estándar (ficha final de la actividad demostrativa Gesforice, pendiente publicación, septiembre 2022).
- ✓ En general, el índice NDVI (indicativo del vigor del cultivo) fue ligeramente superior en la estrategia sostenible respecto a la estrategia estándar, intuyendo así un mejor estado nutricional de las plantas (datos no presentados).
- ✓ El rendimiento en grano de las dos estrategias no se diferenció de forma estadísticamente significativa (gráfico 1). En este sentido, la producción obtenida en la estrategia sostenible fue la misma que en la estrategia estándar.

“La aplicación sostenible del fósforo optimiza su uso sin afectar su rendimiento”

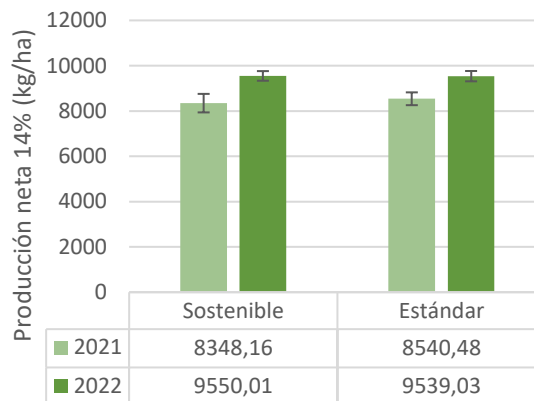


Gráfico 1. Rendimiento en grano de las dos estrategias evaluadas (sostenible y estándar) según año de ensayo. La ausencia de letras o la misma letra sobre las columnas indica que no existen diferencias estadísticas según el test de Duncan al 5 % de significación. Las barras indican el error estándar.

Conclusión

La aplicación del fósforo de forma sostenible se considera la estrategia de fertilización que es capaz de optimizar el uso de este nutriente, a la vez que consigue un desarrollo de cultivo y rendimiento en grano igual a la estrategia estándar. Es importante resaltar que aplicar el fósforo en momentos y dosis que requiere el cultivo conlleva un manejo sostenible de la fertilización fosfórica y, además, puede incrementar el rendimiento económico de la explotación. Cabe tener en cuenta que algunos agricultores (niveles altos o muy altos de fósforo al suelo) podrían ahorrarse el abonado en fósforo y además evitar la posible contaminación del suelo y de las aguas subterráneas.



Imagen 3. Valoración agronómica de la densidad de panículas y altura de la planta.

Agradecimientos



GESFORICE es una actividad demostrativa 2019 y con número de expediente 56.30.032.2019 2A "Gestión sostenible del fósforo en los arrozales" financiada a través de la operación 01.02.01 de Transferencia Tecnológica del Programa de desarrollo rural de Catalunya 2014-2022.

Agradecemos a todos los agricultores que desinteresadamente han colaborado cediendo sus campos para poder testar las distintas estrategias de manejo del fósforo.

Bibliografía

Catala, MM., 2011. Guía práctica de la fertilización racional de los Cultivos en España. El abonado del Arroz. Capítulo 18, 151-161

CE, 2013:
<https://ec.europa.eu/environment/consultations/pdf/phosphorus/ES.pdf>

Dobermann, A.,2000. Rice: Nutrient disorders & nutrient management.

Yan, Z., Peñuelas, J., Sardans, J., et al. , 2016. Phosphorus accumulates faster than nitrogen globally in freshwater ecosystems under anthropogenic impacts. Ecology Letters. 19: 1237–1246.

Penuelas, J., Sardans,J., . Alcaniz, J.M. and. Poch, J.M., 2009. Increased eutrophication and nutrient imbalances in the agricultural soil of NE Catalonia, Spain. J. Environ. Biol. September: 841-846.

