



Argumentos que justifican el incremento del riego en Uruguay

Foto: Mauricio Bustamante.

Luis Giménez¹

1- Docente libre del Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de la República.

1– Introducción

Es importante precisar dos conceptos, cuando se considera la aplicación de riego en cultivos que se realizan mayoritariamente en condiciones de secano. El primero, es que el riego agrícola en forma habitual se piensa como una solución para situaciones de sequías extremas. Sin embargo, se debe aclarar que, en ese tipo de situaciones hídricas, el riego tal como se diseña en el país, solo permite mitigar la situación hídrica, o sea disminuir la intensidad de los efectos, pero no soluciona totalmente las restricciones hídricas. Esto ocurre debido a que el diseño de las obras hidráulicas para riego es de carácter suplementario, la fuente principal de agua para los cultivos es la lluvia y el rol del riego es suplementar los requerimientos hídricos de los cultivos.

El segundo concepto a destacar es que la disponibilidad

hídrica es el factor más relevante en la determinación del rendimiento de los cultivos de verano en Uruguay, debido a que estos cultivos realizados en secano presentan deficiencias hídricas prácticamente estructurales, ya que no se pueden modificar por medidas de manejo, porque las deficiencias se deben principalmente a condiciones climáticas y de suelos. Las deficiencias hídricas ocurren en la mayoría de los años en diferentes etapas del ciclo y con distinta intensidad. Entre los años 1995 y 2024, la información indica que, en Paysandú, ocurrieron deficiencias hídricas en el 90% de los años estudiados. En dicha serie de años se desarrollaron, balances hídricos de suelo de paso diario y se detectaron deficiencias hídricas y respuestas productivas al riego suplementario en 27 de los 30 años. Las deficiencias hídricas fueron de diferente intensidad y ubicadas en distintas etapas del ciclo de los cultivos.

2– Argumentos que justifican el riego agrícola

El argumento de mayor significancia, por sus efectos económicos y sociales directos e indirectos, es el incremento en la productividad de los cultivos de verano, al

comparar el rendimiento obtenido en cultivos regados y bajo condiciones de secano. En las Figuras 1 y 2, se observa el trabajo que evaluó la Brecha tecnológica relativa (BTr) de maíz y soja respectivamente (Giménez, 2019), definida como el cociente entre los mayores rendimientos experimentales y los rendimientos promedio comerciales, de cada año agrícola. En la Figura 1, se observan los mayores rendimientos experimentales bajo riego y los rendimientos promedio comerciales y se muestra la evolución de la BTr, en maíz. Los rendimientos promedio experimentales para la serie fueron de 14 Mg/ha, los comerciales de 5.7 Mg/ha y estos resultados generaron una BTr promedio de 2.6.

En la Figura 2, se observan los rendimientos experi-

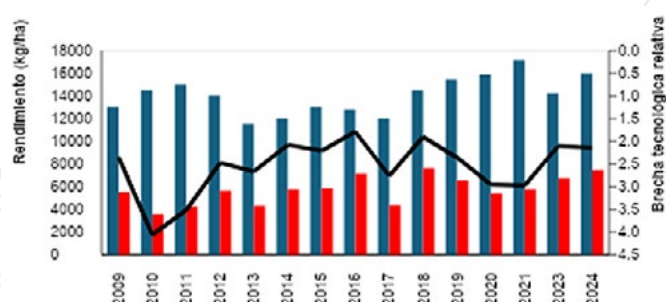


Figura 1. Rendimientos máximos experimentales (columnas azules), promedios comerciales (columnas rojas), y brecha tecnológica relativa (línea negra) de maíz, serie 2009-2024.

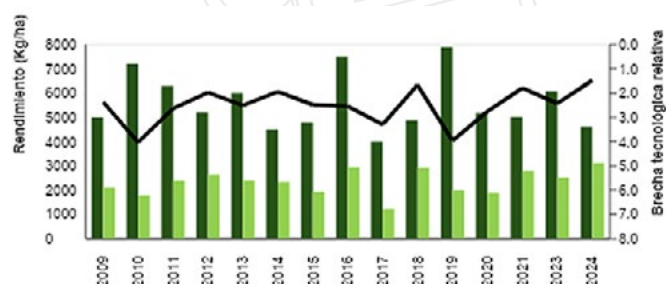
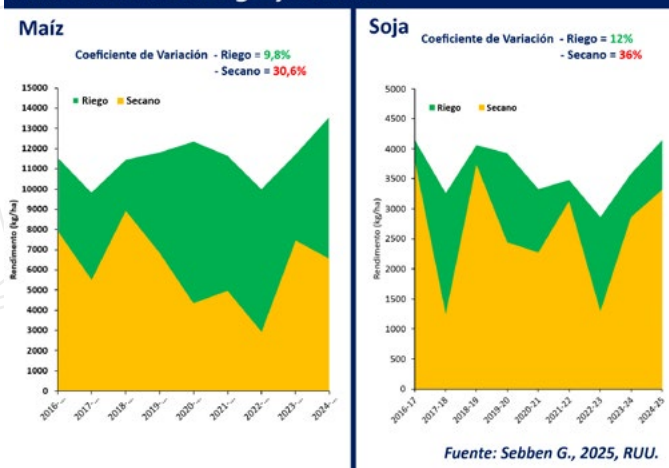


Figura 2. Rendimientos máximos experimentales (columnas azules), promedios comerciales (columnas rojas) y brecha tecnológica relativa (línea negra), de soja, serie 2009-2024.

Rendimientos Riego y Secano



Figuras 3 y 4. Evolución de rendimiento de maíz y soja con riego y secano de Regadores Unidos del Uruguay.

mentales y los rendimientos promedio comerciales y en la línea negra la BTr de soja. Los rendimientos experimentales promedio fueron de 5.6 Mg/ha, los comerciales promedio de 2.3 Mg/ha y la BTr promedio fue 2.5, en soja.

La conclusión de este trabajo es que existen ambientes y conocimientos tecnológicos que permiten incrementar los rendimientos logrados en secano, en forma significativa, en la medida que se resuelva la disponibilidad hídrica de los cultivos a través de riego suplementario.

El segundo argumento, consistente para desarrollar el riego, en estos cultivos, es el incremento en la estabilidad productiva con la aplicación de riego suplementario. Esto ocurre debido a que al resolver el principal factor en la determinación de los rendimientos de los cultivos de verano que es la disponibilidad hídrica, la variabilidad productiva deja de estar relacionada directamente a la distribución y volumen de las precipitaciones y pasa a estar determinada por la variación del resto de los factores que inciden en el proceso de fotosíntesis, básico para la producción de biomasa, y estos son la radiación solar y las temperaturas que también varían, no obstante, en menor grado que las precipitaciones.

En las Figuras 3 y 4, se presenta información comercial de Regadores Unidos del Uruguay acerca de la evolución de los rendimientos comerciales de maíz y soja en condiciones de secano y riego. Se observa la notoria disminución del coeficiente de variación en los cultivos de maíz y soja bajo riego en relación a secano.

En las Figuras 3 y 4, se observa que el coeficiente de variación en cultivos regados es aproximadamente un tercio al obtenido en cultivos realizados en secano. La estabilidad de los rendimientos en cultivos de verano es un factor determinante de la producción, ya que la agricultura es una actividad con elevado riesgo, en términos productivos y económicos, y hay dos grandes fuentes de riesgos, el clima y los precios, y el clima fundamentalmente determinado por las precipitaciones. Por tanto, la aplicación de riego a los cultivos le extrae una de las fuentes de variación más importantes del riesgo en la producción agrícola estival.

El incremento en la estabilidad productiva colabora en la planificación de la actividad agrícola de los productores y de las empresas, y en algunos casos, la estabilidad se valora como un factor de importancia similar al incremento en la productividad.

En síntesis, los argumentos identificados que provoca la aplicación de riego, es el incremento en la producción de granos de verano y en la estabilidad productiva, esto permite generar mejoras en las condiciones económicas de los sistemas productivos y esto conlleva además al aumento en la generación de puestos de trabajo por el incremento en la venta de insumos, transporte de granos y exportaciones. En síntesis, el riego agrícola permite una mejora sustancial en los aspectos económicos y sociales

de la cadena productiva agrícola.

Sin embargo, la sostenibilidad productiva tiene un tercer elemento fundamental que es el ambiental. El incremento del riego puede ser considerado como una amenaza ambiental, principalmente porque los cultivos regados teóricamente requieren mayor cantidad de insumos, principalmente fertilizantes, debido al mayor potencial de producción de biomasa y grano. En relación al resto de los agroquímicos, la situación no es clara, ya que los cultivos regados, poseen mayor capacidad de competencia con malezas que los cultivos realizados en secano, y mejor estado para tolerar plagas y enfermedades, no obstante, hasta el presente no hay información científica nacional en estos aspectos, no obstante, se está comenzando a trabajar en el tema.

En relación a la fertilización, existen trabajos recientes en nutrición de soja y maíz bajo condiciones de riego, utilizando una tecnología que solo permiten los cultivos regados que es el fertirriego. En soja, se trabajó en fertilización fosfatada, ya que es una especie leguminosa con posibilidades de fijar nitrógeno atmosférico (Bothe et al., 2010). El fósforo es un elemento ambientalmente clave (Yan et al., 2024), ya que las cianobacterias requieren cantidades importantes de nutrientes para aumentar su biomasa, pero además muchas de estas especies son capaces de fijar N atmosférico, por tanto, en situaciones en que el fósforo existe en cantidades significativas, son capaces de incrementar el volumen, generar floraciones que producen cianotoxinas con problemas potenciales para la salud humana y la calidad del agua. Por otra parte, un factor relevante que puede afectar la respuesta a la fertilización fosfatada es la disponibilidad de agua en el suelo. La difusión es el principal mecanismo de llegada del fósforo a las raíces y la misma aumenta con el contenido de agua en el suelo. En condiciones de secano, la información indica que tenemos umbrales de respuesta que se ubican entre 10-12 ppm de fósforo extractable y el modelo más utilizado en estos suelos es Bray-I. En condiciones de riego, no hay información de umbrales de respuesta, sin embargo, es posible pensar que dada la productividad que otorga el riego a los cultivos, los umbrales de respuesta fueran mayores que los de secano. En ese sentido, se comenzó a evaluar

la respuesta de soja a diferentes dosis y fraccionamientos de fósforo aplicados por fertirriego, en dos suelos agrícolas. Se estudiaron 4 dosis de fertilizante fosfatado (0, 20, 40 y 80 UP_2O_5/ha) y 5 fraccionamientos de la dosis (1, 2, 3, 4 y 6). En las Figura 5 y 6, se observan los resultados de los ensayos de fertilización fosfatada en soja realizados en la EEMAC y EEFAS, en Paysandú y Salto respectivamente, en el año agrícola 2021-22.

Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas en rendimiento, entre el testigo sin fertilización fosfatada y las diferentes estrategias de fertilización fosfatadas estudiadas. Se lograron rendimientos que variaron entre 4000 y 4500 kg/ha, en ambos suelos con contenidos de fósforo inicial situados aproximadamente en el umbral de respuesta en condiciones de secano. Se estima que la situación hídrica de cultivos de soja regados provocó mejores condiciones de absorción del fósforo en el suelo, ya que este nutriente se mueve por difusión, mecanismo dependiente del contenido de humedad del suelo. En cultivos de secano, esta situación hídrica depende de la ocurrencia de precipitaciones. La absorción del fósforo bajo condiciones de riego seguramente es más eficiente que en situaciones de restricciones hídricas que habitualmente ocurren en secano.

3– Consideraciones finales

La soja y el maíz realizados en secano presentan deficiencias hídricas casi permanentes debido al volumen, distribución y variabilidad de las precipitaciones, durante el ciclo de los cultivos. Esta situación hídrica, es la que justifica los resultados de rendimientos escasos en ambos cultivos, en relación al potencial que determinan las condiciones ambientales, la fertilidad de los suelos y las tecnologías aplicadas. El riego suplementario, permite incrementar los rendimientos y la estabilidad productiva. Asimismo, los resultados primarios obtenidos en maíz y soja bajo riego, muestran la posibilidad de mejorar las condiciones ambientales de la agricultura de secano al disminuir las pérdidas de nutrientes al mejorar la absorción y la posibilidad de reducirlas dosis de fertilizantes fosfatados en los sistemas agrícolas.

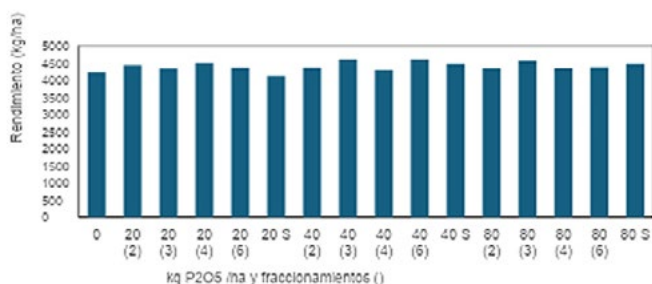


Figura 5. Rendimiento de soja con fertirriego fosfatado, en diferentes dosis y fraccionamientos, EEMAC, 2021-22.

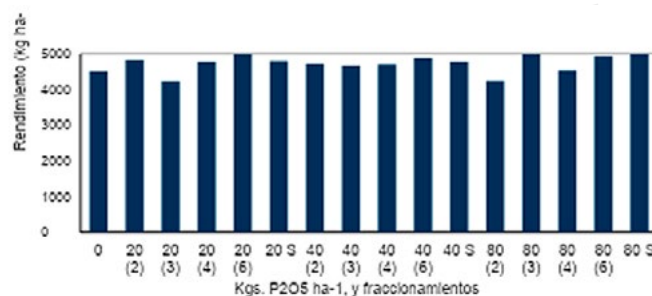


Figura 6. Rendimiento de soja con fertirriego fosfatado, en diferentes dosis y fraccionamientos, EEFAS, 2021-22.

Bibliografía

Bothe, H.; Schmitz, O.; Yates, M. G.; Newton, W. E. (2010). *Nitrogen fixation and hydrogen metabolism in cyanobacteria*. Microbiol Mol Biol Rev. 74:529–551.

Giménez L. (2019). Rendimientos de maíz y soja: un desafío que provoca. La información experimental y la producción comercial. Cangüé. Revista de la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” Facultad de Agronomía. Paysandú Universidad de la República. Número 42. ISSN 0797–8480.

Yan, H.; Chen, Q.; Zhang, J.; Sun, H. *Molecular Mechanisms of the Cyanobacterial Response to Different Phosphorus Sources* (2024). Sustainability, 16, 5642.
<https://doi.org/10.3390/su16135642>



Campo experimental de riego de la EEMAC, ensayos de fertirriego N-P en maíz y soja, 2024-25.