

SOSTENIBILIDAD DE LA INTENSIFICACIÓN ARROCERA EN EL URUGUAY DESDE 1993 AL 2013^a

Cameron M. Pittelkow¹, Gonzalo Zorrilla², José Terra², Sara Riccetto¹, Ignacio Macedo², Camila Bonilla³
y Alvaro Roel²

^a El trabajo completo ha sido publicado como Pittelkow, P., Zorrilla, G., Terra J., Riccetto, S., Macedo, I., Bonilla, C., Roel, A. Sustainability of rice intensification in Uruguay from 1993 to 2013. *Global Food Security* 9 (2016) 10-18.

INTRODUCCIÓN

Aunque con más frecuencia se invoca el concepto de intensificación sustentable, son pocos los estudios que analizan simultáneamente la evolución de los rendimientos y los impactos ambientales asociados utilizando múltiples indicadores de sostenibilidad.

El objetivo de este estudio fue examinar la sustentabilidad de la intensificación arrocerera en el Uruguay a lo largo de veinte años, desde el 1993 al 2013.

El sector arrocerero Uruguayo ha experimentado un crecimiento en sus niveles de productividad a lo largo de estos años fundamentalmente asociado a la combinación en el uso de mejores cultivares adaptados y ajustes en el manejo agronómico. La hipótesis planteada es que normalmente los aumentos de productividad están asociados con usos menos eficientes de los recursos y mayores niveles de impacto ambiental, sin embargo las características particulares del sistema de producción en el Uruguay permitirían tener un comportamiento diferencial (Deambrosi, 2003; Zorrilla *et al.*, 2010)

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio fueron utilizados datos de productividad y uso del suelo combinado con una serie de indicadores de sustentabilidad relacionados con la eficiencia del uso de los recursos (energía, nitrógeno y agua) y con una serie de indicadores de impacto ambiental (emisiones de gases de efecto invernadero, pérdida de nitrógeno y riesgo de contaminación con agroquímicos) durante 20 zafas 1993-2013. Para esto se utilizó información de una serie de fuentes: DIEA/MGAP, ACA, Grupos de Trabajo INIA-Molinos y SAMAN.

Los indicadores de eficiencia utilizados fueron el consumo total y neto de energía, la dosis total y eficiencia del uso de nitrógeno, la cantidad de agua total utilizada y la productividad de la misma. Los indicadores de impacto ambiental utilizados fueron el potencial de pérdida de nitrógeno, el riesgo de contaminación asociado al uso de agroquímicos (herbicidas, insecticidas y fungicidas) y las emisiones de CO² que integran la huella de carbono de la producción arrocerera que fueron detallados por : Pittelkow *et al.* (2016).

RESULTADOS

A. Uso del suelo y productividad

Durante el período de estudio el área plantada osciló entre las 160 y 180 mil hectáreas con un incremento del rendimiento promedio del 38% y un incremento del 60% en la producción total.

B. Eficiencia en el uso de los recursos

La energía total consumida por el sector arrocerero ha decrecido en un 18% en el período estudiado fundamentalmente asociado al uso de la siembra directa y el glifosato que permitió una reducción considerable en el uso de maquinaria y a una conversión significativa en el riego de bombeo diesel a eléctrico (Fig. 1A). Esta reducción de consumo de energía se dio simultáneamente con un aumento de los rendimientos lo cual determinó que la energía neta del rendimiento se incrementara en más de un 50% (Fig. 1B).

¹ Department of Crop Science, University of Illinois.

² INIA Treinta y Tres

³ Department of Environmental Science & Policy, University of California.

La dosis promedio de aplicación de nitrógeno entre los años 1993 y 2010 varió entre 40 y 60 kg/ha de N con un aumento de 20 kg/ha de N en los últimos 3 años (Fig. 1C). Durante el período analizado no cambió sustancialmente la eficiencia en el uso del N, al darse simultáneamente un aumento de aplicación de N y de la productividad (Fig. 1D). Altos rendimientos combinados con relativos bajos niveles de aplicación de N determinan que los valores de eficiencia se encuentren por encima de los comúnmente encontrados en zonas arroceras (Ladha *et al.* 2005 y 2016).

Los valores totales de agua utilizados fueron mantenidos relativamente estables durante el período en el entorno de los 14000 m³/ha (Fig. 1E) y la productividad de la misma aumentó (0,57 kg/m³ promedio de los últimos 5 años (Fig. 1F) debido también al incremento de la productividad registrada en el período, llegando a valores que se ubican en los niveles superiores de eficiencia a nivel mundial (Cai y Rosegrant 2003).

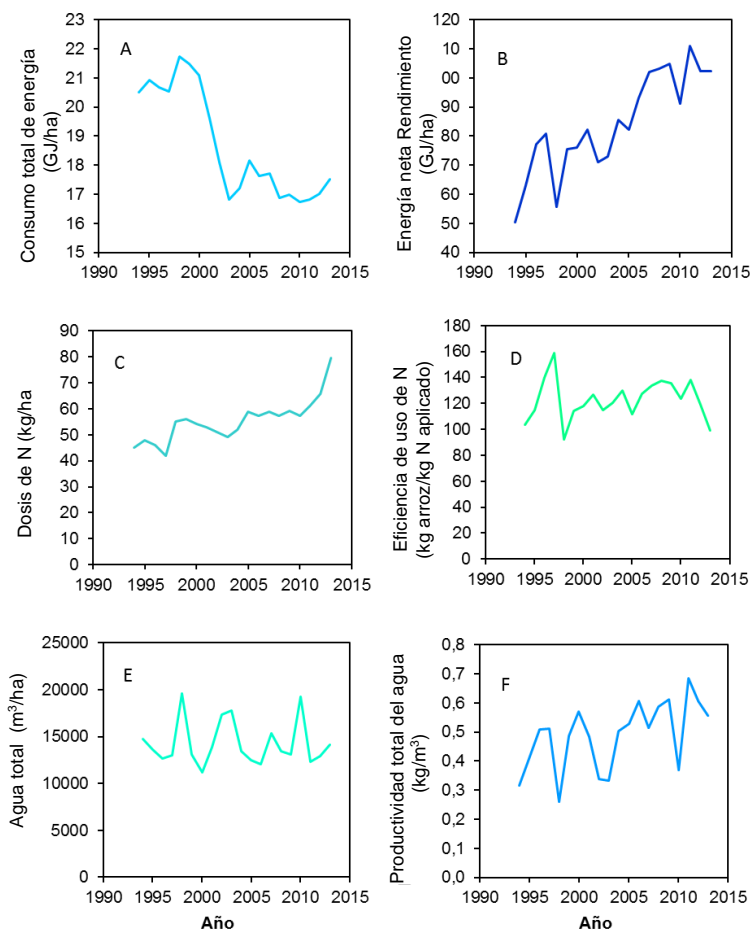


Figura 1. Indicadores estimados de eficiencia de uso recursos A) energía total consumida, B) energía neta del rendimiento, C) dosis de N, D) eficiencia del uso de N, E) agua total, y F) productividad total del agua

C. Indicadores de impacto ambiental

El potencial de pérdida de N estimada aumentó en un 37% fundamentalmente debido al incremento en el uso del fertilizante en los últimos años (Fig. 2A). El riesgo de contaminación asociado al uso de agroquímicos presentó altas variaciones a lo largo de los años. Si bien el valor absoluto de la carga de ingredientes activos de agroquímicos ha aumentado levemente, las importantes variaciones en este indicador, se deben fundamentalmente a la alta ecotoxicidad asociado a algunos herbicidas que integran las mezclas utilizadas en cada año (en particular el propanil) y al uso puntual de insecticidas en algunos años, los cuales también tienen asociados altos valores de toxicidad (Fig. 2B). La huella de carbono se ha mantenido relativamente estable en el período, siendo las emisiones de metano asociadas al cultivo de arroz el mayor contribuyente a la misma (74%) (Fig. 2C). Al igual a lo sucedido con otros indicadores anteriores, el aumento de la productividad registrada en el período, determinó una disminución significativa de las emisiones por kg de arroz (Fig. 2D).

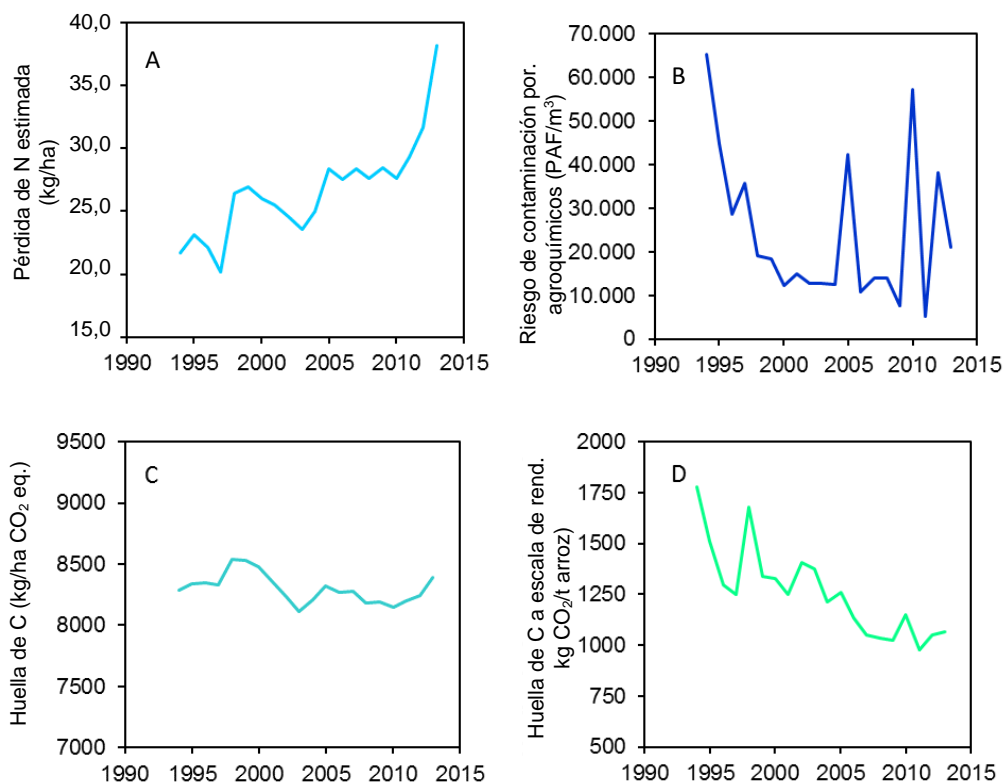


Figura 2. Indicadores estimados de impacto ambiental para el sector arrocero en Uruguay a) riesgo de contaminación de N, B) riesgo de contaminación de agroquímicos, c) Huella de Carbono d) Huella de carbono escalado por rendimiento.

D. Evolución de la combinación de Indicadores

Finalmente, a los efectos de realizar un análisis de la evolución combinada de los diferentes indicadores a lo largo de los veinte años del estudio, se calcularon los promedios asociados a tres períodos correspondientes al inicio (1993-98), a la mitad (2000-2005) y al final (2008-13) del período. La figura 3, muestra la evolución comparativa con el inicio del período (llevado los valores promedios correspondientes al inicio a escala 1). Al analizar la visión conjunta de los indicadores, se puede apreciar que se registraron importantes incrementos en los niveles de productividad que a su vez permitieron una mejora de las variables de eficiencia asociadas con ésta, como son la eficiencia de energía, la productividad del agua y la huella de carbono, a lo largo de estos veinte años. No obstante, se puede observar simultáneamente una tendencia al deterioro de algunos indicadores ambientales, como los potenciales pérdidas de N estimadas y potenciales riesgos de contaminación de agroquímicos, aunque como se mencionó anteriormente la carga absoluta del uso de cada uno de estos insumos es relativamente baja en comparación con otros sistemas arroceros en el mundo.

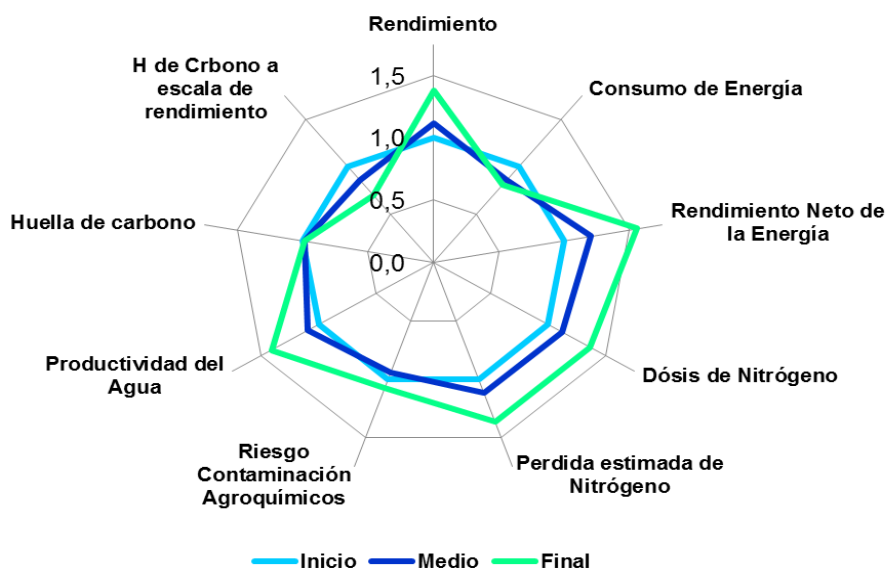


Figura 3. Spider plot mostrando el cambio relativo de los diferentes indicadores para el inicio, medio y final del período analizado. Los valores fueron normalizados y escalados al inicio del período de estudio (1993-1994).

CONCLUSIONES

El análisis conjunto y simultáneo de una serie de indicadores productivos, de eficiencia y ambientales a lo largo de varios años permite tener una visión integrada de los beneficios y desafíos en busca de una intensificación sustentable del sector arrocero uruguayo. En términos generales, se percibe una muy buena evolución en la performance de los indicadores productivos y de eficiencia del sistema de producción uruguayo. De esta forma, se contribuye a verificar la hipótesis de que algunas características diferenciadoras del sistema uruguayo, como son la muy buena integración vertical industria-productores-investigación, que permite tener una efectiva y eficiente ajuste de la genética y el manejo del cultivo, una rotación con períodos de pasturas con leguminosas y ganadería, le confieren atributos que han sido centrales en permitir esta evolución. No obstante es necesario seguir mejorando el conocimiento de los factores que permiten consolidar estos atributos (ej: eficiencia del uso del N, baja carga de uso de agroquímicos, niveles de productividad, rotaciones) así como tener un especial cuidado sobre el potencial de toxicidad de algunos herbicidas y el potencial uso generalizado de insecticidas.

BIBLIOGRAFÍA

- BLANCO, P., ROEL, A., DEAMBROSI, E., BONILLA, C., CANTOU, G., MOLINA, F., 2010.** Closing the yield gap in rice production in Uruguay: impact of technological changes. In: Proceedings of the 28th International Rice Research Conference, 8-12 November 2010, Hanoi, Vietnam.
- CHARTRES, C.J., NOBLE, A., 2015.** Sustainable intensification: overcoming land and water constraints on food production. *Food Sec.* 7, 235-245.
- DEAMBROSI, E., 2003.** Rice production system in Uruguay and its sustainability. In: Proceedings of the III International Conference of Temperate Rice, Punta del Este, Uruguay, INIA.
- KEATING, B.A., CARBERRY, P.S., BINDRABAN, P.S., ASSENG, S., MEINKE, H., DIXON, J., 2009.** Eco-efficient agriculture: concepts, challenges, and opportunities. *Crop Sci.* 50, S-109-S-119.
- LADHA, J.K., PATHAK, H.J., KRUPNIK, T., SIX, J., VAN KESSEL, C., 2005.** Efficiency of fertilizer nitrogen in cereal production: retrospects and prospects. *Adv. Agron.* 87, 85–156.
- TILMAN, D., BALZER, C., HILL, J., BEFORT, B.L., 2011.** Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 108, 20260–20264.
- ZORRILLA, G., 2015.** Uruguayan rice: the secrets of a success story. *Rice Today* 14, 18-19.