

14- POTENCIAL Y BRECHA DE RENDIMIENTO DE ARROZ IRRIGADO EN URUGUAY Y OTROS PAÍSES ARROCEROS

G. Carracelas¹, N. Guilpart², P. Grassini³, G. Zorrilla⁴, K. Cassman³

PALABRAS CLAVE: GYGA, Sustentabilidad, Modelos.

INTRODUCCIÓN

El sector arrocero uruguayo ha sido de los sectores más exitosos e integrados en el país. El rendimiento de arroz en Uruguay ha aumentado a una de las tasas anuales más altas del mundo. Debido a los altos costos de los insumos y los bajos precios del arroz, mantener la tendencia de los rendimientos del arroz es fundamental para la viabilidad y sostenibilidad del cultivo en Uruguay. Los objetivos de este trabajo fueron: analizar las tendencias actuales del rendimiento del arroz y comparar el potencial de rendimiento del arroz (R_p) estimado, el rendimiento actual registrado (R_a), la brecha de rendimiento (Br) y producción relativa (Pr) de Uruguay, con otros países productores de arroz que han sido incluidos recientemente en el Global Yield Gap Atlas (GYGA, www.yieldgap.org).

MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo se implementó la metodología y los protocolos desarrollados por el Global Yield Gap Atlas (GYGA, www.yieldgap.org), para seleccionar las fuentes de datos, definir las zonas agroclimáticas en Uruguay, simular el rendimiento de los cultivos y estimar las brechas de rendimiento a nivel local y nacional. (Van Wart *et al.*, 2013; Van Bussel *et al.*, 2015; Grassini *et al.*, 2015). Los datos de R_a se obtuvieron de la base de datos de la indus-

tria arrocera (Casarone, Coopar y Saman). El modelo de simulación de cultivos Oryza V3 se usó para simular R_p durante un período de 18 años para cada una de las 7 estaciones meteorológicas de referencia seleccionadas. La Br se determinó como la diferencia entre el 80% de R_p y el promedio de R_a registrada en los últimos cinco años del periodo analizado y ponderada por el área cultivada de arroz. La Pr se calculó como el cociente entre el $R_a/R_p * 100$ y es un indicador de cuán cerca del techo se encuentra el rendimiento actual e indica si es posible seguir aumentando el R_a .

RESULTADOS

El rendimiento de arroz en Uruguay ha aumentado 176 kg/ha/año desde 2000 a 2010. Sin embargo, esta tendencia ha mostrado una marcada desaceleración en los últimos años (2011 - 2018), lo que podría indicar que los rendimientos promedio del arroz se acercan al techo del rendimiento (Figura 1). Los rendimientos promedio de las chacras a menudo comienzan a estabilizarse cuando alcanzan el 75 a 85% del potencial de rendimiento. A su vez, cuanto más cerca a dicho valor se encuentra el rendimiento, la respuesta en grano al agregado de insumos (fertilizantes, herbicidas, fungicidas entre otros) es menor y por lo tanto el resultado económico puede ser negativo (Cassman *et al.*, 2003; Lobell *et al.*, 2009). El R_p estimado durante un período de 18 años ponderado por área sembrada fue de 14 t/ha (Figura 1). El R_a para las últimas 5 zafra de dicho periodo fue de 8.1 t/ha, lo que de-

¹ Ing. Agr. INIA. Programa Nacional de Investigación en Producción de Arroz gcarracelas@inia.org.

² PhD AgroParisTech, France.

³ PhD. University of Nebraska-Lincoln. USA.

⁴ Msc. INIA. Programa Nacional de Investigación en Producción de Arroz (hasta diciembre 2018).

terminó una Br de 3 t/ha y una Pr del 57% (Figura 1 y 2). Por lo tanto, los resultados de este trabajo estarían indicando que los rendimientos promedio de arroz aún no han alcanzado el techo de 80% del potencial estimado para Uruguay (11 t/ha). Sin embargo, existen situaciones de chacra que están muy cercanas al techo de rendimiento en Uruguay. Por otro lado, la evolución de Rp

en el periodo analizado en Uruguay no fue significativa (Figura 1).

El potencial de rendimiento de los países productores de arroz irrigado incluidos en el GYGA varía de 7 a casi 15 t/ha, de acuerdo con la amplia gama de ambientes y a diferencias en los sistemas en que se cultiva el cultivo (Figura 2).

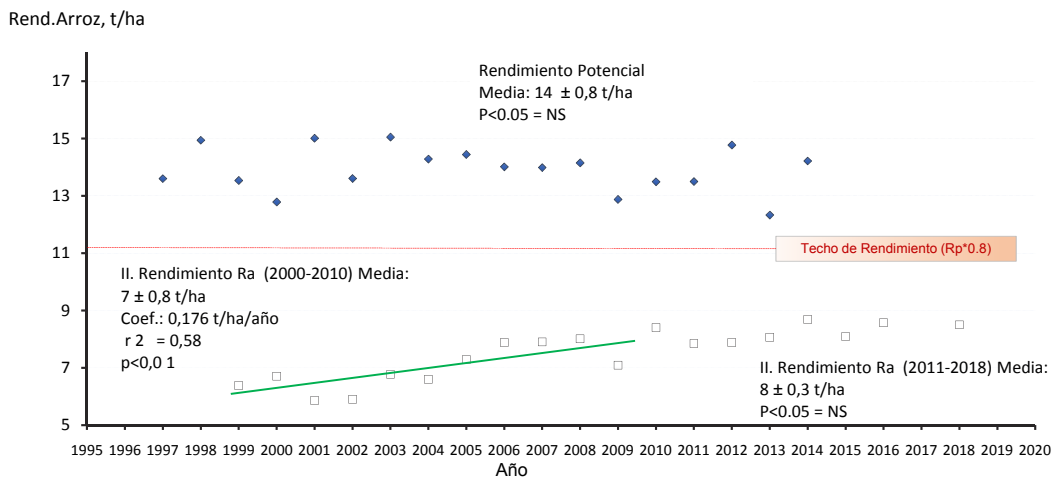


Figura 1. Potencial de rendimiento de arroz simulado con OryzaV3 y tendencia de rendimiento del arroz durante dos periodos: I. de 2000 a 2010; II. de 2011 a 2018. Fuente DIEA MGAP.

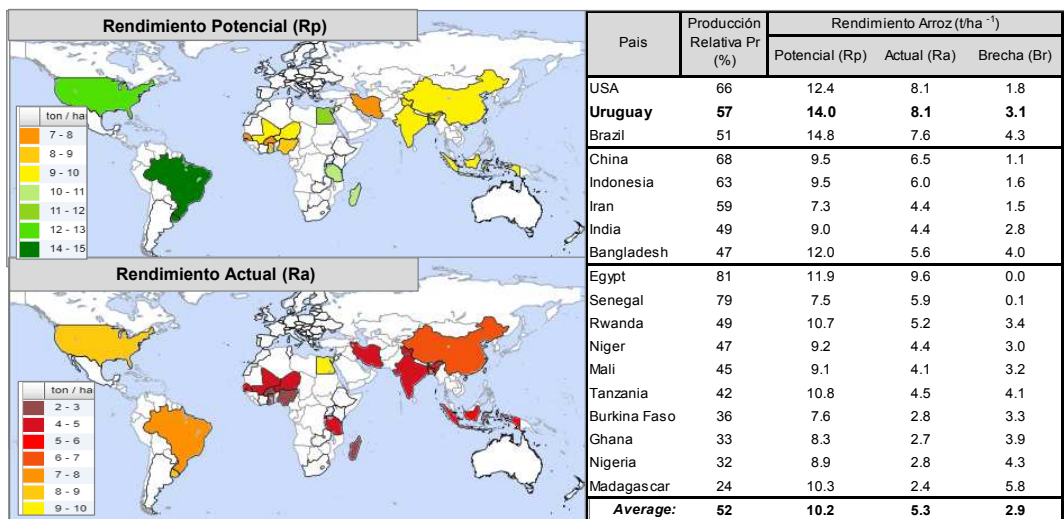


Figura 2. Rendimiento Potencial (Rp), Actual (Ra), Brecha ($Br = Rp \cdot 0.80 - Ra$) y producción relativa ($Pr = Ra / Rp \cdot 100$) de países con arroz irrigado incluidos en GYGA. www.yieldgap.org.

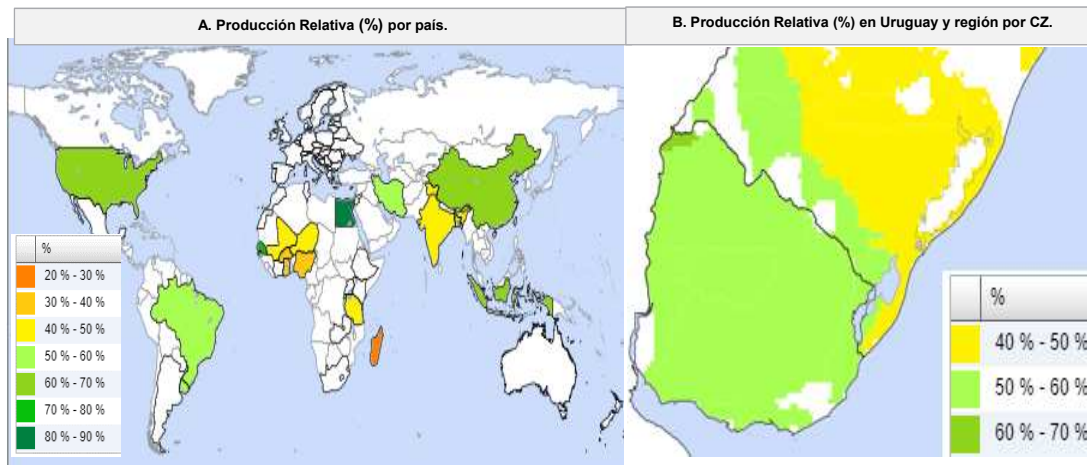


Figura 3. A. Producción relativa (Pr) para países con arroz irrigado y B. Pr regional por zona climática CZ: Uruguay-Brasil. (www.yieldgap.org)

La producción de rendimiento relativa al potencial (Pr) en la mayoría de los países incluidos en el atlas mundial es inferior al 60% (Figura 3). Esto indica que sería posible continuar aumentando los rendimientos dentro de las áreas de producción de arroz existentes, lo cual contribuiría a satisfacer la creciente demanda de alimentos en todo el mundo. Entre estos países, Brasil, Uruguay y USA exhiben uno de los mayores Rp y Ra a nivel mundial. A nivel regional, la brecha en promedio es más alta en Brasil comparado con Uruguay. (Figura 3). La experiencia en sistemas de cultivo de arroz y la integración de la cadena de arroz en Uruguay, ha permitido alcanzar una tasa muy alta de aumento de rendimiento en los últimos años. Esto se observa también en Brasil en lugares próximos a la frontera con Uruguay donde también se registran los rendimientos más altos con producciones relativas similares a las registradas en Uruguay (Figura 3). Reducir las brechas de rendimiento mejoraría el resultado económico de la industria y de los agricultores de arroz. La intensificación sostenible cuidando el medio ambiente deben ser la prioridad y el principal objetivo.

CONCLUSIONES

El potencial de rendimiento promedio estimado en Uruguay para una serie histórica

de 18 años fue de 14 t/ha el rendimiento promedio actual para las últimas 5 safras de dicho periodo fue de 8,1 t/ha, lo que determinó una brecha de rendimiento nacional de 3 t/ha y una producción relativa del 57% en relación con el potencial. Los rendimientos actuales continúan en aumento registrándose un rendimiento promedio de 8,5 t/ha en las últimas safras agrícolas, lo cual está representando el 60% del potencial de rendimiento estimado. Esto desestima la hipótesis de que los rendimientos ya han alcanzado su techo, sustentando esfuerzos para seguir mejorando aspectos de manejo del cultivo. Es importante considerar que la respuesta decreciente al agregado de insumos podría determinar límites en donde no sea económicamente rentable seguir aumentando rendimientos que ya están próximos al rendimiento potencial.

La alta tasa de aumento del rendimiento de arroz en Uruguay no se debió a factores climáticos. Se explica principalmente por la adopción de tecnologías, la incorporación de nuevas variedades y la implementación de prácticas de manejo integrado de cultivos, sumado a la actitud innovadora de los productores uruguayos que han sido tradicionalmente apoyados por un instituto de investigación tecnológica a su servicio.

Trabajos de investigación a futuro son necesarios a efectos de determinar el potencial de rendimiento de nuevas variedades del programa de mejoramiento genético. La liberación de variedades de alto potencial de rendimiento con resistencia a enfermedades, facilitaría el logro de mayores rendimientos a nivel de chacra y más próximos al potencial de cada ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

Cassman, K.G.; Dobermann, A.R.; Walters, D.T.; Yang, H. 2003. Meeting Cereal Demand While Protecting Natural Resources and Improving Environmental Quality. *Annual Review of Environment and Resources* 28: 315-358.

Grassini, P.; van Bussel, L.G.J., P.; van Mart, J.; Wolf, J.; Claessens, L.; Yang, H.; Boogaard, H.; De Groot, H.; van Ittersum, M.K.; Cassman, K.G. 2015. How good is good enough? Data requirements for reliable crop yield simulations and yield gap analysis. *Field Crops Research*. 177, 49-63.

Lobell, D.B.; Cassman, K.G.; Field, C.B. 2009. Crop Yield Gaps: Their Importance, Magnitudes, and Causes. *Annual Review of Environment and Resources* 34 (2009); doi: 10.1146.

Van Wart, J.; Kersebaum, C.K.; Peng, S.; Milner, M.; Cassman, K.G. 2013. Estimating crop yield potential at regional to national scales. *Field Crops Research*. 143, 34-4.

Van Bussel, L.G.J.; Grassini, P.; van Mart, J.; Wolf, J.; Claessens, L.; Yang, H.; Boogaard, H.; De Groot, H.; Saito, K.; Cassman, K.G.; van Ittersum, M.K. 2015. From fields to atlas: Upscaling of location specific yield gap estimates. *Field Crops Research*. 177: 98-108.