

POTENCIAL Y BRECHA DE RENDIMIENTO DE ARROZ EN URUGUAY
Global Yield Gap Atlas
Avances de Investigación-Resultados preliminares

G. Carracelas¹, N. Guilpart², P. Grassin²i, K.G. Cassman²

PALABRAS CLAVE: Potencial, Rendimiento, Brecha, Arroz

INTRODUCCIÓN

En los últimos años los rendimientos logrados en el cultivo de arroz han incrementado a una de las tasas más altas a nivel mundial (más de 150 kg/ha/año a partir de la década de los 90) y si bien algunos productores están obteniendo rendimientos muy altos, existe una tendencia del rendimiento promedio a estabilizarse en las últimas 5 zafas (Figura 3).

Es importante determinar el potencial de rendimiento en las distintas regiones o zonas climáticas del país a efectos de conocer cuál es la brecha de rendimiento actual y así poder determinar prácticas de manejo y tecnologías que permitan reducirla. A su vez facilitaría interpretar la evolución histórica del rendimiento en Uruguay (si el incremento se debe a factores de manejo o cambio climático), priorizar líneas de investigación así como definir planes-políticas de extensión en áreas donde la brecha es mayor e identificar cuales tecnologías (nuevas o ya existentes) tendrán mayores impactos en aumentar el rendimiento.

El potencial de rendimiento en este estudio es el rendimiento que no es limitado por agua, nutrientes u otros factores bióticos-abióticos y que está definido por los factores climáticos de una zona y las características del cultivar como se observa en la Figura 1. (Van Ittersum and Rabbinge, 1997; Van Ittersum *et al.*, 2013)

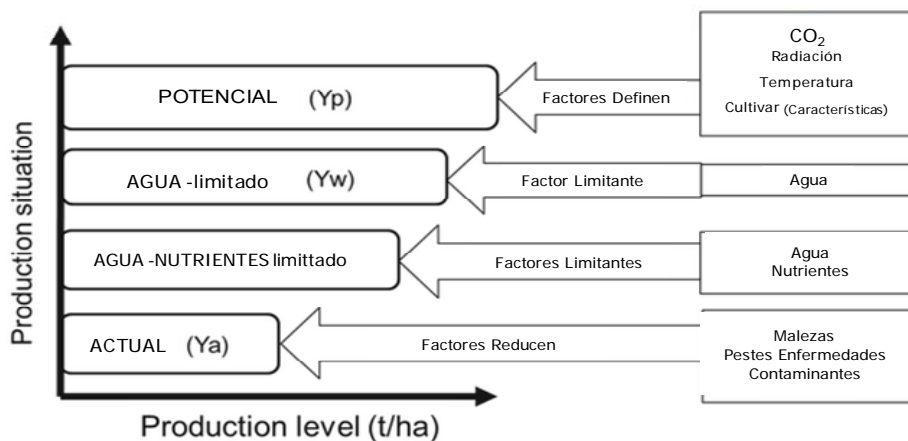


Figura 1. Diferentes niveles de producción determinados por factores que definen, limitan o reducen el rendimiento (Adaptado de Van Ittersum and Rabbinge, 1997; Van Ittersum et al (2013).

Para los sistemas irrigados (situación del Uruguay) el rendimiento potencial (Y_p) es el utilizado como benchmark para la determinación de la brecha de rendimiento.

En este trabajo se presentan los resultados preliminares del avance en investigación realizado para un periodo de 25 años, en distintas localidades regiones del país y para los cultivares locales más sembrados en cada región.

¹ Ing. Agr. Programa Arroz INIA. gcarracelas@tb.inia.org.uy

² University of Nebraska. Lincoln. UNL.

MATERIALES Y MÉTODOS

El objetivo de este trabajo es determinar cuál es el potencial de rendimiento a escala local y regional del cultivo de arroz así como también cual es la brecha explotable en rendimiento en relación a las producciones actuales obtenidas a nivel comercial.

Para este estudio se trabaja en colaboración con el equipo GYGA (global yield gap atlas, <http://www.yieldgap.org/>) y la Universidad de Nebraska, Lincoln (UNL) siguiendo el protocolo desarrollado por este equipo para determinar brechas de rendimiento para distintos cultivos a nivel mundial (Grassini *et al.*, 2015).

En un breve resumen la metodología a realizar en este estudio consiste en realizar un mapa actualizado geo-referenciado con las áreas arroceras del país, definir las estaciones climáticas a utilizar y las zonas de influencia de las mismas (25 años de datos de clima en 7 localidades), determinación de las zonas Climáticas, calibración del modelo de ecofisiología *Oryza* con base de datos de experimentos de fenología observada (10 años), validación y ajuste de calibración con base datos experimentales y determinación de la brecha de rendimiento explotable como diferencia entre el 80% del rendimiento potencial (Y_p) y el rendimiento actual (Y_a).

El modelo de simulación de eco-fisiología de cultivos, ORYZA V3 fue utilizado para estimar el rendimiento potencial Y_p , en función del clima, duración del período de crecimiento (fenología) para cada cultivar y sistemas de cultivos dominantes en cada lugar.

RESULTADOS PRELIMINARES

En la figura 2 se presentan mapas del Uruguay con información geo-referenciada de las áreas arroceras, ubicación de las estaciones meteorológicas disponibles, su área de influencia (100 km. de diámetro) y las distintas zonas climáticas establecidas.

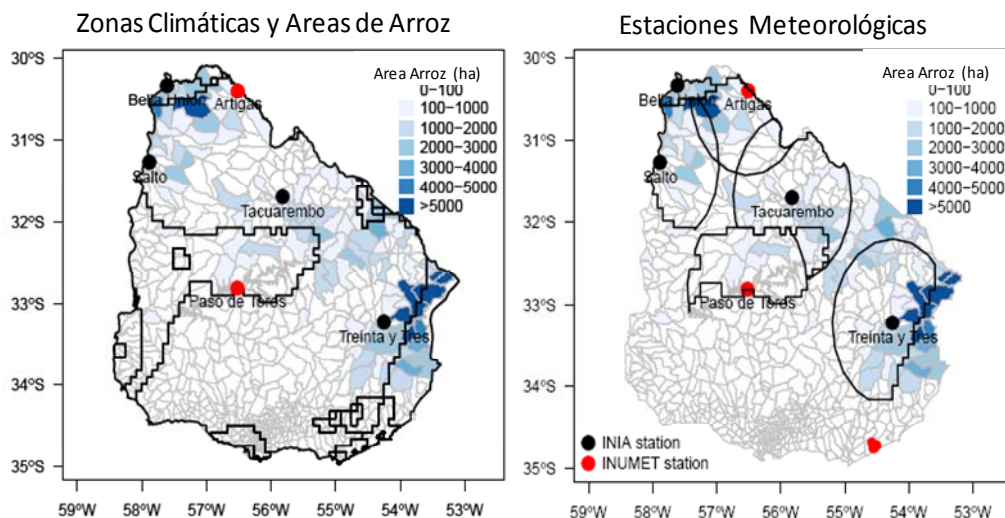


Figura 2. Mapa Áreas de arroz (creado con información Censo Agropecuario 2011 DIEA), estaciones meteorológicas disponibles en Uruguay (INIA, ALUR e INUMET) y zonas climáticas establecidas en Uruguay (GYGA).

En la Figura 3 se presenta el potencial de rendimiento obtenido con la simulación realizada con el modelo Oryza V3, para lo cual se consideraron 25 zafras, en 6 zonas con datos de estaciones meteorológicas de INUMET Paso de los Toros, Artigas, de ALUR-Bella Unión y de INIA Salto, Tacuarembó y Treinta y Tres, tres fechas de siembra (1, 15 y 31 de Octubre) y los dos cultivares más sembrados en Uruguay (INIA Olimar Norte, Centro y El Paso 144 en el Este). Se realizó un control de calidad de los datos climáticos y los datos faltantes se completaron con información de la NASA. La estimación realizada con el programa Oryza de rendimiento es con un 14% de humedad y no es corregido por la Calidad Industrial del grano.

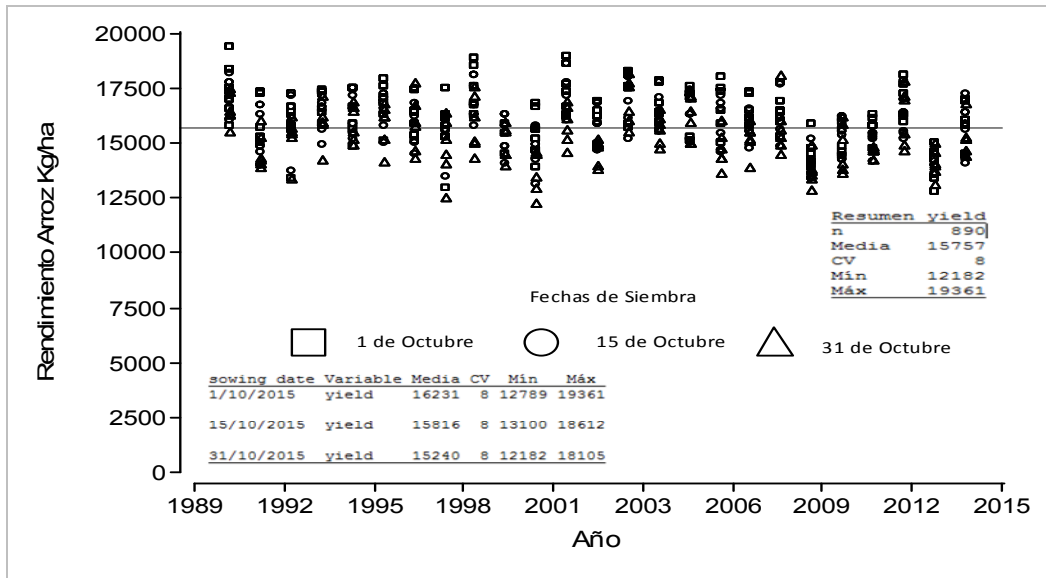


Figura 3. Potencial de rendimiento promedio de diferentes localidades para un periodo de 25 años y 3 fechas de siembra 1, 15 y 31 de Octubre. Cultivar INIA Olimar zonas Norte y Centro y El Paso 144 en el Este estimados con el modelo Oryza V3.

El rendimiento potencial estimado (Y_p) promedio es de 15757 kg Arroz/ha (305 bolsas) con un mínimo y un máximo de 12690 (244 bolsas) y 18693 kg de Arroz/ha (362 bolsas) respectivamente.

En la Figura 4 se presentan los rendimientos actuales promedio del país de los últimos 5 años.

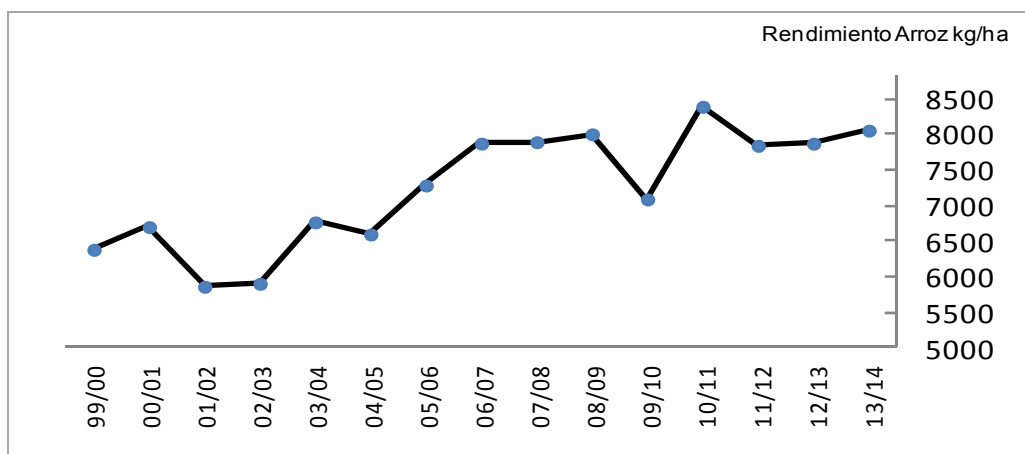


Figura 4. Evolución del rendimiento del cultivo de Arroz en las distintas zafras en Uruguay. Fuente: MGAP-DIEA-Anual Estadístico

Los rendimientos actuales del cultivo de arroz promedio de las últimas 4 zafras son de 8048 kg Arroz / ha. En el Cuadro 1 se presenta el Rendimiento potencial (Y_p) y la Brecha de rendimiento explotable (Y_g-E : explotable yield gap), la cual es calculada como la diferencia entre el 80% del rendimiento potencial y el rendimiento actual como ya se mencionará anteriormente.

Cuadro1. Rendimiento potencial del cultivo de Arroz en Uruguay (Yp) y Brecha de Rendimiento explotable (Yg-E) obtenidos con la simulación de 25 años de datos climáticos en 6 localidades, 3 fechas de siembra en Octubre y los cultivares predominantes en las distintas regiones INIA Olimar Centro y Norte y El Paso 144 en el Este. Modelo Oryza V3.

Fecha de Siembra	Rendimiento Potencial Yp			Brecha de Rendimiento explotable (Yg-E)		
	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo	Media
1 de Octubre	12789	19361	16231	2183	7441	4937
15 de Octubre	13100	18612	15816	2432	6842	4605
31 de Octubre	12182	18105	15240	1698	6436	4144
Promedio	12690	18693	15762	2104	6906	4562

La brecha de rendimiento considerando el rendimiento potencial promedio para Uruguay se encontraría en un rango de 2104 y 6906 con un promedio de 4562 kg/ha de arroz. Al considerar las diferentes regiones arroceras de Uruguay la brecha de rendimiento es de 4364 y 4925 kg Arroz para Norte-Centro y Este respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Rendimiento potencial separado por región para el cultivo de Arroz en Uruguay (Yp) y Brecha de Rendimiento explotable (Yg-E). Fuente (Ya): MGAP-DIEA-Anual Estadístico 2014.

Región	Rendimiento Potencial Yp			Rend. Actual (Ya)	Brecha de Rendimiento explotable (Yg-E)		
	Mínimo	Máximo	Media	Media (2010-2014)	Mínimo	Máximo	Media
Norte-Centro	12828	18947	15858	8322	1940	6835	4364
Este	13394	18387	15864	7766	2949	6944	4925

CONSIDERACIONES

El potencial de rendimiento simulado con el modelo Oryza V3, es en promedio de 15672 kg/ha Arroz o 305 bolsas.

La brecha de rendimiento explotable promedio (Yg-E) sería de 4562 kg/ha de Arroz (91 bolsas) para el promedio de Uruguay en relación a los rendimientos actuales de las últimas cuatro zafas. Esta brecha sería un 12,8 % mayor (11 bolsas de arroz aprox.) en la region Este comparado con la región Norte-Centro.

Los resultados presentados en este artículo de avance de investigación deben considerarse como preliminares ya que al realizar la validación en base a rendimientos actuales, mejorar la calibración de las variedades locales en las próximas etapas de este trabajo es probable que los valores de potencial estimado sean diferentes. En próximos trabajos se presentarán los resultados definitivos con una estimación de brecha de rendimiento más detallada para las distintas regiones del país.

BIBLIOGRAFÍA

Grassini, P., Van Bussel, L.G.J., Van Wart, J., Wolf, J., Claessens, L., Yang, H., Boogaard, H., De Groot, H., Van Ittersum, M.K., Cassman, K.G., 2015. How good is goodenough? Data requirements for reliable yield-gap analysis. *Field Crops Research* 177 (2015) 49–63.

MGAP.DIEA. Anual Estadístico. 2014. www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2.diea.diea-anuario-2014

MGAP. DIEA. Censo 2011. www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2.diea.diea-censo-2011

Van Ittersum, M.K., Cassman, K.G., Grassini, P., Wolf, J., Tittonell, P., Hochman, Z., 2013. Yield gap analysis with local to global relevance—a review. *Field Crops Res.* 143, 4–17.

Van Ittersum, M.K., Rabbinge, R., 1997. Concepts in production ecology for analysis and quantification of agricultural input–output combinations. *Field Crops Res.* 52, 197–208.