

3. ¿QUÉ FACTORES EXPLICAN LA BRECHA DE RENDIMIENTO ENTRE CHACRAS?

A. Roel¹

PALABRAS CLAVE: arroz, brecha de rendimiento

INTRODUCCIÓN

El siguiente análisis presenta resultados de un número muy amplio de chacras comerciales, en diferentes regiones del país, a lo largo de una serie de años.

Este artículo sintetiza los resultados de un análisis realizado para identificar los factores que explican la diferencia de productividad de las mejores chacras con el resto. El trabajo completo fue publicado en la revista *Field Crops Research* 264 (2021): *Field-level*

factors for closing yield-gaps in high yielding rice systems of Uruguay. Tseng, M.C.; Roel, A.; Macedo, I.; Marella, M.; Terra, J.A.; Zorrilla De San Martín, G.; Pittelkow, C.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con una base de datos de la empresa SAMAN que abarca 6 zafras desde 2012-2013 hasta 2017-2018, contando con un registro de 3.769 chacras distribuidas a lo largo del país, pertenecientes a más de 200 productores (Cuadro 1).

Cuadro 1. Número de chacras analizadas, rendimientos promedios (RP), rendimiento medio del 10% de las mejores chacras (RA) y su brecha estimada para cada zafra y región analizada.

Zona/Zafra N=norte, C=centro, E= este	Número de chacras	Rendimiento promedio10% RP (kg/ha)	Promedio superior RP (kg/ha)	Brecha (%)
N 12/13	144	8.470	10.286	17,7
N 13/14	126	8.487	10.296	17,6
N 14/15	88	8.619	10.872	20,7
N 15/16	100	7.841	9.645	18,7
N 16/17	125	8.852	10.964	19,2
N 17/18	112	8.576	10.575	18,9
C 12/13	118	8.104	10.173	20,3
C 13/14	101	7.854	9.760	19,5
C 14/15	121	8.585	10.414	17,5
C 15/16	138	8.023	10.548	23,9
C 16/17	146	8.869	10.365	14,4
C 17/18	110	8.323	9.993	16,7
E 12/13	458	8.319	10.150	18,0
E 13/14	388	8.222	10.153	19,0
E 14/15	358	8.536	10.288	17,0
E 15/16	332	8.809	10.944	19,5
E 16/17	394	8.904	10.925	18,5
E 17/18	409	8.218	10.757	23,6

¹ Álvaro Roel, Ph.D. INIA. Programa Nacional de Investigación en Producción de Arroz.

Para este análisis se seleccionaron las chacras sembradas con las principales variedades comerciales de mayor representación en área. No se tuvieron en cuenta las variedades denominadas especiales o los híbridos por tener manejos diferentes. Para cada zafrá, en cada región, existía una variación de rendimientos de las diferentes chacras. El valor del rendimiento promedio del 10% superior de chacras fue tomado como el **Rendimiento Alcanzable (RA)**. Se denomina **Brecha** a la diferencia porcentual entre el valor RA y el valor del **Rendimiento Promedio (RP)** de todas las chacras en cada zafrá y región. Brecha (%) = $RA - RP / RA * 100$

Se toma como rendimiento a los kilos de arroz seco (14% humedad) y limpio, de cada chacra.

Cada una de estas chacras, para las cuales se cuenta con dato de rendimiento, tiene asociada en la base de datos una serie muy amplia de información, registrada por los equipos técnicos.

Dada la estructura compleja de esta base de datos, definida por una serie muy amplia de variables se utilizó una metodología no paramétrica, apropiada para estos casos, denominada «Random Forest» o de partición recurrente (Strobl *et al.*, 2009).

La variable Brecha, calculada y expresada de la manera definida en este análisis, va a constituirse en la variable dependiente, sobre la cual queremos analizar cuáles de las variables asociadas a estas chacras, explican en mayor o menor medida su magnitud.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En el cuadro 1 se observa, a modo de ejemplo, que en la zafrá 2012-2013 en la zona norte del país se registraron 144 chacras que presentaron un rendimiento promedio de 8.470 kg/ha. A su vez, el rendimiento promedio de las chacras del 10% de mayor productividad ($0,1 \times 144 = 14$ chacras) fue 10.286 kg/ha (RA: rendimiento alcanzable), existiendo una brecha de rendimiento del 17,7% [$(10.286 - 8.470) / 10.286 \times 100$].

La razón de expresar esta brecha en porcentaje es para independizarla de las os-

cilaciones productivas entre zafras fruto de la incidencia de los factores climáticos y de los cambios tecnológicos. La variación porcentual de esta brecha durante estas seis zafras en las diferentes regiones oscila entre 14 y 25%, con un promedio general de 18,9%. Un valor de brecha mayor para una determinada chacra indica que la misma está más lejos de alcanzar el promedio de las mejores chacras de la zona que una chacra que tiene un valor de brecha menor.

Este valor de entre 18,9% y 20% genera un indicativo de lo que se puede concebir como la brecha «alcanzable» del rendimiento. La lógica es que si hay un 10% que lo pueden lograr, eso indica que es posible. En el caso detallado, son 14 chacras que oscilan dentro de ese promedio, no es una chacra sola. Cabe resaltar que este rendimiento «alcanzable» no es el rendimiento máximo, de hecho, en el ejemplo detallado, la chacra de mayor rendimiento fue 11.050 kg/ha.

En términos de productividad, si se realiza el promedio de todos los RA en todas las zonas y zafras, los datos indican un rendimiento medio alcanzable de entre 10.394 y 10.400 kg/ha con una brecha promedio de entre 1.972 y 1.980 kg/ha. Estos datos son coincidentes con trabajos realizados con modelos de simulación de cultivos que indican que en la actualidad se está explotando un 76% del rendimiento alcanzable promedio y que este rendimiento estaría en el torno de los 11.000 kg/ha, con una brecha explotable entre 2.000 y 4.000 kg/ha (Carracelas *et al.*, 2019).

En lo referente al análisis de los factores asociados en explicar esta brecha, en la figura 1 se presenta la importancia relativa de cada uno de los factores analizados, extraídos de aplicar la metodología «Random Forest».

La figura 1 muestra el peso comparativo de los factores que explican la brecha anteriormente explicada. A modo ilustrativo, la interpretación de esta figura señala que la fecha de siembra fue la variable con mayor peso en explicar la diferencia de rendimiento (brecha) entre el promedio y las mejores chacras. Comparativamente fue casi dos

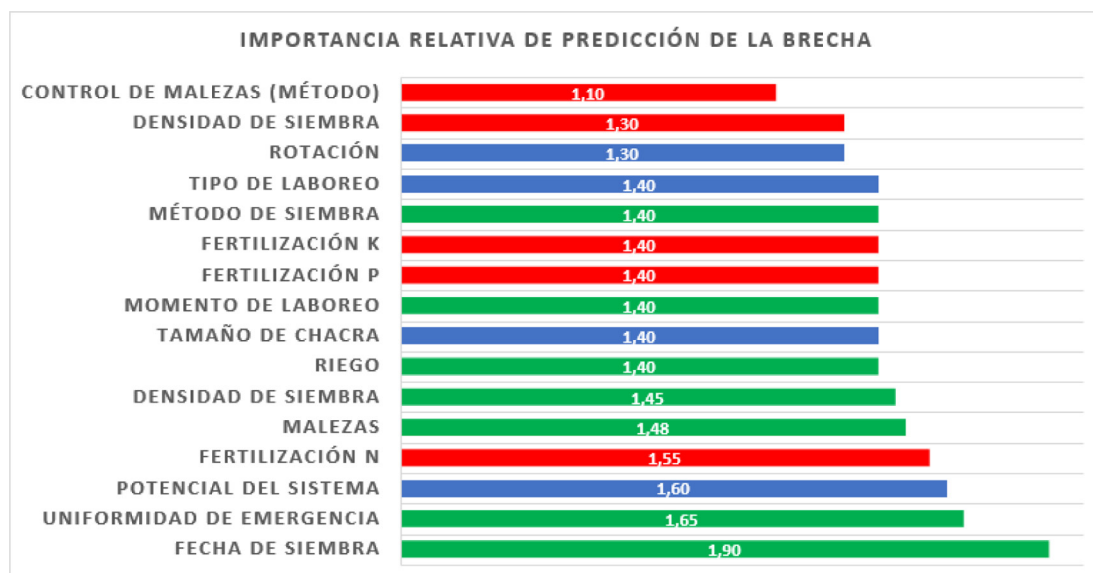


Figura 1. Peso comparativo de las variables en la brecha de rendimiento. Verde: variables de manejo; Rojo: variable de insumos; Azul: variables estructurales de los sistemas.

veces más importante que la variable método de control de las malezas (refiere a si fue control convencional o Clearfield®). La fecha de siembra es una variable que determina la expresión del potencial del cultivo mientras que el método de control de malezas puede limitar el alcanzar este potencial.

Esto no debe de interpretarse como que el método de control de malezas no es importante, todo lo contrario, lo que intenta reflejar es que la fecha de siembra cumple un rol central y mayor en la definición del potencial del rendimiento, para alcanzar ese 10% superior.

Una consideración destacada merece la variable «Potencial del sistema» que es la valoración subjetiva de la chacra ex-ante de realizar la siembra, que tiene que ver con una serie de atributos (entre los más relevantes: caminería, sistema de riego, cercanía a poblado).

Este tipo de enfoque le permite al decisor construir una lógica de relevancia relativa de los factores a gestionar (Figura 1), comenzando por la fecha de siembra, luego siguiendo por el logro de uniformidad de emergencia, ubicada en un buen sistema de producción, etc.

CONCLUSIONES

En resumen, el trabajo cuantifica una brecha promedio a nivel de chacras de un 20% con respecto a un rendimiento promedio alcanzable de 10.400 kg/ha. Alcanzar este nivel de productividad promedio a nivel nacional sería una meta muy ambiciosa, pero tiene el valor de fijar un valor orientativo, extraído de la producción, como indicativo a alcanzar: 10.400 kg/ha.

Los factores que permiten acortar esa brecha son una conjunción de variables de manejo, de insumos y estructurales. Es de destacar la mayor importancia relativa de factores como la fecha de siembra, uniformidad de emergencia, la calificación del potencial del sistema, entre otras.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento a la empresa SAMAN por permitir el uso de su base de datos y en particular al equipo técnico responsable de conformar la misma en los técnicos: Ing. Agr. Eduardo Stinger, Santiago Fariña, Juan Carlos Ferrés, Santiago Platero, Luis Améndola, Fernando Sanz y Gastón Canosa.

BIBLIOGRAFÍA

Carracelas, G.; Guilpart, N.; Grassini, P.; Zorrilla, G.; Cassman, K. 2019. Yield Gap analysis of irrigated rice in Uruguay and comparison with other rice producing countries. In: In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 11., 13-16 agosto, Camboriú, Brasil, 2019. 4 p.

Strobl, C.; Malley, J.; Tutz, G. 2009. An introduction to recursive partitioning: rationale, application, and characteristics of classification and regression trees, bagging, and random forests. *Psychological Methods*, 14(4), 323-348. Doi: <https://doi.org/10.1037/a0016973>

Tseng, M. C.; Roel, A.; Macedo, I.; Marella, M.; Terra, J. A.; Zorrilla, G.; Pittelkow, C. 2021. Field-level factors for closing yield-gaps in high yielding rice systems of Uruguay. *Field Crops Research*, 264, no. 108097. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108097>