



# INCIDENCIA DE LA LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y LA VARIEDAD UTILIZADA EN LOS RENDIMIENTOS DE ARROZ

Ec. María Noel Sanguinetti<sup>1</sup>, Cr. Bruno Ferraro<sup>2</sup>  
Ing. Agr. PhD Bruno Lanfranco<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Gerente General de la Asociación de Cultivadores de Arroz del Uruguay

<sup>2</sup> Unidad de Economía Aplicada - INIA

Aun cuando los insumos se apliquen en forma satisfactoria al cultivo de arroz para que pueda expresar su máximo potencial, existen algunos factores como la variedad sembrada y la zona geográfica que afectan los rendimientos. Esta información se desprende de las primeras etapas del proyecto “Fortalecimiento de las estrategias de transferencia para reducir las brechas de rendimientos en el sector arrocero”, del que INIA participa junto a varias instituciones.

## INTRODUCCIÓN

Este año, la Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA), el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y los molinos integrantes de la Gremial de Molinos Arroceros (GMA), dieron inicio al proyecto “Fortalecimiento de las estrategias de transferencia para reducir las brechas de rendimientos en el sector

arrocero”. Liderado por ACA, este proyecto multiinstitucional es financiado por la Agencia Nacional de Desarrollo (ANDE), a través del programa Bienes Públicos Sectoriales (BPS-ACA-2018).

El Componente 1 del proyecto plantea una cuantificación detallada de los factores que explican las diferencias observadas en los rendimientos del cultivo entre



**Figura 1** - Localización geográfica del cultivo de arroz.

Fuente: Asociación de Cultivadores de Arroz

productores y las brechas existentes con respecto a los potenciales de rendimiento obtenibles a nivel comercial. Las primeras acciones que se pusieron en marcha, dentro de este componente, apuntan a examinar potenciales de rendimiento y brechas existentes de acuerdo con diferentes escalas de producción, zonas geográficas, variedades de arroz y tecnologías disponibles. En particular, se procura conocer las principales causas de estas brechas. Acto seguido se podrán calcular los ingresos y los costos adicionales necesarios para cerrar dichas brechas y producir con la máxima eficiencia económica.

En este artículo se presentan los resultados de un primer estudio llevado a cabo a partir de datos de la Comisión Sectorial del Arroz (CSA). Al no disponerse aún de datos desagregados de la última zafra (2018/19), el análisis involucró a las cuatro anteriores, de 2014/15 a 2017/18, inclusive. En esta base de datos no se registran los datos de manejo del cultivo ni de uso de insumos. Por esta razón, en esta instancia no implica un análisis completo de todos los factores que explican el rendimiento a nivel de chacra, tales como el manejo del cultivo ni la época de siembra.

De todas formas, permite avanzar en la identificación de algunos de los otros factores (variedad utilizada y localización geográfica del cultivo). Sin lugar a dudas, constituye un primer paso hacia la definición de poten-

ciales de rendimiento alcanzables comercialmente, en el marco de un proceso de intensificación sostenible.

## ZONAS GEOGRÁFICAS DE PRODUCCIÓN DE ARROZ EN URUGUAY

El cultivo de arroz se desarrolla en tres zonas claramente definidas del país: Este, Centro y Norte (Figura 1). La zona Este reúne más de la mitad de las tierras arrojables, ubicadas en los departamentos de Rocha, Lavalleja, Treinta y Tres y este de Cerro Largo. Abarca las planicies de la Laguna Merín y del Atlántico, incluyendo una superficie relativamente continua y concentrada de topografía muy plana y cuenta con fuentes de agua muy abundantes.

La zona Centro abarca fundamentalmente la cuenca del Río Negro, confirmada por áreas discontinuas que, en general, requieren de represa para el riego. Comprende los departamentos de Rivera, Tacuarembó, oeste de Cerro Largo y noreste de Durazno. La zona Norte corresponde a tierras comprendidas en los departamentos de Artigas, Salto y norte de Paysandú. Ocupa parte de la cuenca de los ríos Cuareim y Uruguay. Al igual que la anterior, esta zona está conformada por áreas más o menos discontinuas y dispersas, de pendientes más pronunciadas y mayormente regadas desde represas<sup>1</sup>.

El Cuadro 1 muestra la evolución del área cosechada de arroz para las últimas 10 zafras (2009/10 a 2018/19) a partir de datos de la Comisión Sectorial del Arroz (CSA). Mientras que en la segunda columna se presenta la evolución del área total del país, en hectáreas, en las siguientes se presenta el área por zona geográfica, en hectáreas y en porcentaje respecto al área total.

La zona Este es la de mayor historia y tradición en el cultivo. Anualmente concentra casi 61% del área total con alrededor de 100 mil hectáreas cultivadas, tomando en cuenta que el 60% del área arrocería de Cerro Largo se ubica en esta zona. La zona norte representa 21% del área total con un promedio anual de casi 36 mil hectáreas, mientras que la zona Centro representa el 19% restante con unas 30 mil.

El proyecto estudia los factores que explican las diferencias en rendimientos entre productores y las brechas existentes con respecto a los potenciales de rendimiento obtenibles a nivel comercial.

<sup>1</sup>Ver F. García-Suárez, B. Lanfranco y G. Hareau (2012) "Efecto sobre el comercio y bienestar de distintas estrategias tecnológicas para el arroz uruguayo." INIA Serie Técnica 197. Pág. 8.

**Cuadro 1** - Área sembrada de arroz total y por zona geográfica (últimas 10 zafras)

Zafra	Área Total ha	Zona Este		Zona Centro		Zona Norte	
		ha	%	ha	%	ha	%
2009/10	160.298	98.668	61,8%	27.718	17,4%	33.912	20,9%
2010/11	194.001	119.628	61,9%	33.119	17,1%	41.254	21,0%
2011/12	174.118	104.217	60,0%	33.906	19,5%	35.995	20,5%
2012/13	171.320	100.234	58,5%	34.961	20,4%	36.125	21,1%
2013/14	172.551	101.540	58,8%	34.004	19,7%	37.007	21,4%
2014/15	162.000	95.156	58,7%	32.063	19,8%	34.782	21,5%
2015/16	162.800	98.890	60,7%	29.310	18,0%	34.600	21,3%
2016/17	164.457	96.875	58,9%	30.946	18,8%	36.636	22,3%
2017/18	159.209	94.818	59,6%	28.940	18,2%	35.451	22,3%
2018/19	146.864	87.971	59,9%	28.624	19,5%	30.269	20,6%
Promedio	166.762	99.800	59,9%	31.359	18,8%	35.423	21,3%

Fuente: ACA hasta zafra 2013/14 y elaboración propia de 2014/15 en adelante, en base a datos de CSA.

## VARIETADES SEMBRADAS

En Uruguay, el número de variedades utilizadas en el cultivo de arroz es relativamente reducido. Aunque el listado de materiales plantados en las últimas cinco zafras llega a 35, tan solo seis o siete explican 90% del área sembrada año tras año, todas ellas de grano largo. Desde hace ya algunas décadas, INIA domina ampliamente el mercado de variedades de arroz.

No obstante, la participación de materiales de otros orígenes se ha visto incrementada en los últimos 10 años. En 2008/09 las variedades INIA<sup>2</sup> ocuparon 95% de las 167.488 ha sembradas, con tres de ellas, El Paso 144

(66,6%), Olimar (14,8%) y Tacuarí (12,4%) concentrando casi 94% del total. Diez años más tarde, en la campaña 2017/18, las variedades de INIA, incluyendo sus materiales CL, participaron con algo menos del 74% de un total de 159.209 ha. Tal como se observa en el Cuadro 2, aunque el orden de importancia ha venido cambiando en los últimos años, estas tres variedades continúan liderando el ranking, en términos del área ocupada.

Otro cambio relevante observado en las últimas 10 campañas del cultivo es el crecimiento en la participación de variedades CL o Clearfield®. Virtualmente inexistentes en el país hasta la zafra 2008/09 (no así en Brasil donde hace más tiempo que son utilizados)

**Cuadro 2** - Área sembrada de arroz total y por zona geográfica (10 zafras, excepto la última)

Zafra	Variedades Comunes						Variedades CL (Clearfield®)					
	INIA				No INIA	TOTAL No-CL	Riceteclnov CL	INTA Gurí CL	INIA CL212/CL244	Otras CL	TOTAL CL	
	EP144	Olimar	Tacuarí	Otras								
2008/09	66,6	14,8	12,4	1,1	5,1	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2009/10	60,3	15,0	17,3	0,0	5,4	98,0	0,0	0,0	0,0	2,1	2,1	
2010/11	61,9	11,4	14,8	0,0	8,7	96,8	0,0	0,0	0,0	3,2	3,2	
2011/12	49,6	16,8	18,2	0,0	8,5	93,1	3,0	0,0	0,0	4,0	7,0	
2012/13	44,3	22,1	17,0	1,0	6,8	91,1	5,0	1,3	0,0	2,6	8,9	
2013/14	38,6	23,2	16,8	1,9	6,0	86,4	8,9	2,0	0,0	2,7	13,6	
2014/15	29,0	27,7	13,1	2,9	7,4	80,0	14,2	3,2	0,0	2,5	20,0	
2015/16	24,7	25,7	14,0	5,7	9,3	79,3	13,5	3,6	3,6	0,1	20,7	
2016/17	23,0	27,0	17,0	4,3	4,0	75,2	12,0	5,0	2,9	5,0	24,8	
2017/18	18,6	25,4	16,9	7,2	6,2	74,3	10,8	9,0	5,7	0,2	25,7	

Nota: Dentro de las variedades comunes o no CL, "INIA-Otras" incluye Merín, Caraguatá, Parao y Selección 404. Pese al gran crecimiento observado en el área de Merín en 2018/19, al no disponerse de datos para esa zafra dicha variedad no se reportó en forma separada. Fuente: Elaboración propia sobre datos de varias fuentes.

<sup>2</sup>El Paso 144 es una variedad de uso público generada en el Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger" (CIAAB) perteneciente al Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) que dio origen a INIA.

Desde hace ya algunas décadas, INIA domina el mercado de variedades de arroz. En la campaña 2017/18 las variedades de INIA, incluyendo sus materiales CL, participaron con algo menos del 74% de un total de 159.209 ha.

los sistemas empezaron a crecer a partir de 2009/10, donde marcaron presencia con 2,1% del área total. En 2017/18, los sistemas CL ocuparon casi 26% del área total (40 mil hectáreas).

## ESTUDIO SOBRE INCIDENCIA DE LA ZONA Y LA VARIEDAD EN EL RENDIMIENTO

Los datos utilizados para el análisis provienen de la Comisión Sectorial del Arroz (CSA). Los datos recabados anualmente por la CSA incluyen información del productor (nombre o razón social), variedad sembrada, área cosechada, producción, molino receptor y departamento.

Los datos de las cuatro zafra consideradas (2014/15, 2015/16, 2016/17 y 2017/18) se agruparon en una sola base de datos, agregándose una variable identificadora de la zafra. Como variable dependiente se tomó el logaritmo natural del rendimiento (en kg/ha), calculado a partir de los datos de área y producción registrados por la CSA.

Debido a la inconsistencia de muchos registros, con importantes errores de digitación, se optó por trabajar con observaciones cuyo dato de rendimiento que cayeran dentro de un rango razonable definido en forma arbitraria. Aunque posibles, rendimientos por debajo de los siete mil kilos podrían considerarse como deprimidos para las condiciones tecnológicas promedio en el país. De la misma forma, rendimientos por encima de los 14.000 serían muy excepcionales. Buscando un balance razonable que permitiera eliminar observaciones con valores atípicos (outliers) sin incurrir en una pérdida de información demasiado alta, se descartaron las observaciones con rendimientos por debajo de 6.000 o superiores a 15.000 kg/ha.

Como regresoras se incluyeron tres variables cualitativas o categóricas: zafra, variedad y zona. Al utilizarse un modelo de análisis transversal que integra datos de cinco años diferentes es conveniente incluir una variable para controlar el efecto zafra. De haber estado los datos disponibles, el análisis hubiera incluido la zafra 2018/19. Al no ser esto posible, se optó por trabajar con las cuatro anteriores (2014/15, 2015/16, 2016/17 y 2017/18).

El análisis se focalizó exclusivamente en variedades de grano largo, de las que se seleccionaron 16, ocho variedades y ocho CL. Para reducir el número de variables, las cinco variedades consideradas individualmente fueron El Paso 144, Olimar, Tacuarí, Inov CL y Gurí CL. Las otras cinco variedades comunes se agruparon en la categoría "Otras Variedades Comunes"; las restantes seis CL se agruparon como "Otras CL".



Foto: Jacob Segger

Figura 2 - Descascarillado del arroz. Remoción de la cáscara.

**Cuadro 3** - Características de la base de datos analizada (zafras 2014/15 a 2017/18 inclusive)

Zafra	Obs.	Total		Zona					
				Este		Centro		Norte	
		Área ha	Rend. kg/ha	Área ha	Rend. kg/ha	Área ha	Rend. kg/ha	Área ha	Rend. kg/ha
2014/15	763	143.432	8.606	89.976	8.754	20.616	8.162	32.840	8.618
2015/16	706	140.964	8.420	96.245	8.702	17.609	7.951	27.110	7.809
2016/17	855	154.705	8.621	100.104	8.665	21.252	8.489	33.349	8.592
2017/18	802	136.725	8.337	88.121	8.385	18.800	8.128	29.804	8.396
Total	3.126	575.826	8.499	374.446	8.624	78.277	8.194	123.103	8.381

Nota: Solamente se consideraron áreas reportadas con rendimiento promedio en entre 6.000 y 15.000 kg/ha.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de CSA.

La localización original por departamento se redujo a las tres zonas de producción arroceras del país: Este, Centro y Norte. Tras la eliminación de observaciones atípicas y la confección de las variables categóricas, el número definitivo de observaciones quedó definido como N = 3.126, como se observa en el Cuadro 3.

El análisis empírico de los datos se realizó utilizando un modelo semi-logarítmico en el cual, la variable dependiente, cuantitativa y continua, se incluye mediante su transformación logarítmica, en tanto que las variables independientes son cualitativas y multicategóricas. Un modelo cuyas variables explicativas son exclusivamente dicótomas, constituye una forma general de los llamados modelos de análisis de varianza (ANOVA).

Los modelos ANOVA se utilizan para medir la significancia estadística de la relación entre una variable dependiente

(regresada) cuantitativa y un número de variables independientes (regresoras) cualitativas representadas, cada una de ellas, por dos o más variables binarias o dicótomas (1 = presencia del factor; 0 = ausencia del mismo). Las especificaciones técnicas del procedimiento de análisis estadístico se omiten a los efectos de hacer más ágil la lectura. Alcanza con decir que, con algunos ajustes, el modelo se estimó mediante el procedimiento conocido como mínimos cuadrados ordinarios (MCO).

Los resultados de la estimación se observan en el Cuadro 4. La primera columna lista las variables independientes incluidas en forma explícita. La variable de base representa la situación del cultivo de arroz en la zona Este, sembrado con la variedad El Paso 144 en la zafra 2014/15, siendo justamente las categorías representadas por las variables dicótomas omitidas en modelo empírico.

**Cuadro 4** - Resultados del modelo de regresión ANOVA

Variables Independientes	Coefficiente Estimado	Error Estándar	Estadístico t	Valor-p y significancia	Variación Porcentual	Mediana Rendimiento
Base <sup>(1)</sup>	9,0521	0,0067	1358,12	0,000**	---	8.536
Zafra 2015/16	-0,0285	0,0078	-3,6584	0,000**	-2,81%	8.297
Zafra 2016/17	-0,0031	0,0071	-0,4352	0,663	-0,31%	8.510
Zafra 2017/18	-0,0408	0,0077	-5,2756	0,000**	-4,00%	8.195
Olimar	-0,0225	0,0095	-2,3728	0,018*	-2,22%	8.346
Tacuarí	-0,0016	0,0085	-0,1872	0,852	-0,16%	8.523
Inov CL	0,0783	0,0091	8,5787	0,000**	8,14%	9.231
Gurí CL	0,0215	0,0126	1,7153	0,086	2,18%	8.722
Otras Variables (no CL)	0,0438	0,0099	4,4150	0,000**	4,48%	8.918
Otras Variedades CL	-0,0032	0,0113	-0,2830	0,777	-0,32%	8.509
Zona Centro	-0,0381	0,0081	-4,6877	0,000**	-3,73%	8.217
Zona Norte	-0,0019	0,0094	-0,2046	0,838	-0,19%	8.520

Nota: El número de asteriscos refiere al nivel de significancia estadística: (\*\*) 1% y (\*) 5%. (1) La variable Base (El Paso 144, zona Este, zafra 2014/15) representa la situación frente a la cual comparan los cambios representados por el resto de las variables.

De la segunda a la quinta columna, se presentan los resultados de la estimación (coeficiente estimado, error estándar, valor del estadístico t, valor de probabilidad y significancia estadística).

Aparte del coeficiente estimado para la variable de base, los únicos que mostraron diferencias significativas son, en el caso de los que identifican la zafra, los correspondientes a 2015/16 y 2017/18. Ambos registraron rendimientos inferiores a 2014/15. En el caso de la variedad utilizada, las únicas que mostraron diferencias con respecto a la base (El Paso 144) fueron Olimar (rendimiento inferior), Inov CL (superior) y la variable agregada correspondiente a otras variedades comunes o no CL (también superior). Para el caso de la zona geográfica, la zona Centro mostró rendimientos inferiores a la zona Este, en tanto que la zona Norte no mostró diferencias significativas con esta última.

La variación porcentual de un cambio en los factores de base se exhibe en la penúltima columna. Así por ejemplo, sustituyendo la variedad El Paso 144 por Inov CL, todo lo demás constante (*ceteris paribus*), explicó un aumento de 8,14% en el rendimiento promedio. Por el contrario, manteniendo la variedad de base, al igual que todo lo demás, pero con la zafra 2017/18, se advierte una caída del -4%. Finalmente, la última columna representa la mediana de los rendimientos esperada, según zafra, variedad y zona. El valor obtenido para la línea de base (El Paso 144 en zona Esta en la zafra 2014/15) fue

de 8.536 kg/ha. Si en vez de la zona Este se considera idéntico cultivo en la zona Centro, *ceteris paribus*, la mediana de los rendimientos se ubica en 8.217 kg/ha.

### CONCLUSIONES Y COMENTARIOS FINALES

Los resultados presentados en este artículo constituyen un primer paso para establecer metas de rendimientos potenciales económicamente eficientes en el cultivo de arroz. Determinar el mejor camino para reducir las actuales brechas entre los rendimientos actuales y los potencialmente alcanzables a nivel comercial, en forma rentable, es un objetivo clave de este proyecto. La evidencia obtenida sugiere que, aun cuando los insumos se apliquen en forma satisfactoria al cultivo para que el mismo pueda expresar al máximo su potencial, existen algunos factores como la variedad sembrada y la zona geográfica que afectan los rendimientos.

El efecto año, que engloba las condiciones agro-ecoclimatológicas prevalentes durante el desarrollo del cultivo, también es un factor relevante.

Aunque los datos disponibles no incluían un factor importante como la época de siembra, la evidencia surgida a través de los trabajos de experimentación ameritan la búsqueda de una forma de considerarla en forma explícita dentro de este modelo. Lo mismo puede decirse con respecto al factor “manejo del cultivo”.



Foto: Nathan Smith

**Figura 2** - Descarga del arroz salido de chacra para secado, limpieza y posterior procesamiento en el molino.