

Este documento ha sido descargado de:
This document was downloaded from:



**Portal *de* Promoción y Difusión
Pública *del* Conocimiento
Académico y Científico**

<http://nulan.mdp.edu.ar>

**DISPOSICIÓN A PAGAR Y ADOPCIÓN DE INNOVACIONES GENÉTICAS: EL CASO DEL ARROZ
RESISTENTE A HERBICIDAS**

Karina Casellas²²⁷, Daniel Lema²²⁸, Víctor Brescia²²⁹, Miriam Berges²³⁰

RESUMEN

El desarrollo de innovaciones en genética vegetal y en particular las vinculadas con la resistencia a herbicidas en plantas, ofrece ventajas económicas y de producción muy relevantes. El caso del arroz es particularmente interesante ya que es el cultivo comestible más importante del mundo y porque existen variedades de arroz con resistencia a herbicidas (HR) que se han desarrollado en Argentina. El trabajo presenta un análisis de los determinantes de adopción y la disposición a pagar (DAP) por la variedad de arroz HR Gurí INTA CL que se comercializa desde la campaña 2011/12. Los resultados de las estimaciones muestran que la DAP media por arroz HR se encuentra en un rango entre 2 kg. y 2.1 kg de arroz cáscara por kg. de semilla HR mientras que el precio de mercado es de 2.5 kg. Nuestros resultados, y la comparación con otros casos, sugieren que este diferencial es pequeño y que una adecuada estrategia de precios y comercialización es clave para facilitar la disseminación de la semilla legal.

Palabras Clave: Adopción de tecnología, disposición a pagar, arroz, resistencia a herbicidas

ABSTRACT

The availability of new plant varieties with herbicide resistance (HR) present well documented economic and agronomic advantages. Rice is an interesting case since it is the most important food crop in the world and also because there are HR rice varieties developed in Argentina. The paper presents an analysis of adoption and willingness to pay (WTP) for the HR rice Guri INTA CL that has been released to the market in the year 2011. The estimation results show that the mean WTP for HR rice is in a range of 2 to 2.1 kg. paddy rice per kg of HR rice seed, while the market price is 2.5 kg. Our results suggest the price differential is relatively small, and that an appropriate pricing and marketing strategy is the key to increase the dissemination of the new seeds.

Keywords: Technology adoption, willingness to pay, rice, herbicide-resistant

²²⁷ Investigadora Instituto de Economía y Sociología. INTA

²²⁸ Investigador Instituto de Economía y Sociología. INTA

²²⁹ Investigadora Instituto de Economía y Sociología. INTA

²³⁰ Prof. Adjunto Microeconomía I y II. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. UNMDP.

INTRODUCCIÓN.

El desarrollo de innovaciones en genética vegetal y en particular las vinculadas con la resistencia a herbicidas en plantas, ofrece ventajas económicas y de producción muy importantes que han sido ampliamente documentadas en la literatura. La adopción e impacto de la soja RR es seguramente el caso más difundido y estudiado en Argentina (Penna y Lema 2003, Trigo y Cap 2004, Trigo y Cap 2006). Sin embargo, también en otros cultivos (algodón, maíz, arroz) se ha logrado este tipo de resistencia mediante el uso de diversas técnicas de investigación agronómica y genética, con importantes impactos económicos y productivos.

El caso del arroz es particularmente interesante ya que es el cultivo comestible más importante del mundo y existen variedades de arroz con resistencia a herbicidas (HR) lograda por transgénesis y también por mejoramiento tradicional. Sin embargo, debe notarse que la siembra de arroz transgénico resistente a herbicidas es reducida, dado que su liberación comercial ha sido limitada por las preocupaciones acerca de la respuesta que puedan ofrecer el mercado y los consumidores a este tipo de arroz. Así, las variedades de arroz resistente a herbicidas que se siembran comercialmente de manera creciente en los últimos años (en particular aquellas resistentes a herbicidas imidazolinonas) no son transgénicas sino producidas por inducción de mutaciones y mejora genética convencional.

El control de malezas es muy importante en el cultivo de arroz ya que normalmente la producción se ve restringida por la presencia de una clase de maleza que florece en campos de arroz comercial. Esta maleza denominada "arroz colorado" pertenece a la misma especie que el arroz cultivado. La similitud genética del arroz colorado y del arroz comercial hace que el control sea difícil debido a la sensibilidad que tienen las variedades cultivadas de arroz a los herbicidas usualmente aplicados. El desarrollo de líneas de arroz comercial con resistencia a herbicidas que son eficaces en el arroz colorado permite controlar mejor las infestaciones con reducción de costos y mejoras potenciales de la eficiencia productiva.

En el mundo existen tres tecnologías para inducir la resistencia a herbicidas en arroz: Clearfield® (resistencia imidazolinona), comercializado por la empresa BASF, Roundup Ready® (resistencia al glifosato), comercializados por Monsanto, y la Libertad Link® (resistencia al glufosinato), comercializado por Bayer CropScience. Las dos primeras fueron desarrollados con tecnología transgénica mientras que Clearfield® no es transgénico ya que se desarrolló por mutagénesis inducida químicamente.

En Argentina se han desarrollado y se comercializan dos variedades de arroz HR con tecnología Clearfield: "Puitá INTA CL" y "Gurí-INTA CL". Estas variedades son resistentes a herbicidas del grupo de las Imidazolinonas y han sido obtenidas por el programa de mejoramiento genético en arroz del INTA de la Estación Experimental de Concepción del Uruguay. El cultivar "Gurí-INTA CL" fue inscripto en el INASE en febrero del 2011 y se desarrolló con el objetivo de mejorar el rendimiento de su antecesor "Puitá INTA CL" combinando las características de HR con las de alta calidad industrial y culinaria de la variedad Camba INTA ProArroz, también desarrollada por el INTA.

Dadas las potencialidades de las nuevas variedades de arroz HR, resulta interesante estudiar como los productores, tanto los usuarios como los no usuarios de la variedad HR, perciben sus beneficios así como la relación que existe entre el precio de mercado, la adopción y la demanda potencial para esta tecnología. Generalmente, en los estudios de adopción de una nueva tecnología, el precio de la misma se toma como un dato. Sin embargo, información adicional sobre la demanda de una nueva tecnología puede obtenerse analizando las preferencias declaradas de los no adoptantes ante un cambio hipotético en el costo de la tecnología. Combinando la información sobre preferencias reveladas (adopción o uso actual) y preferencias declaradas (adopción esperada a un precio hipotético) se obtiene una caracterización más completa de la demanda potencial de la nueva tecnología (Hubbel et al, 2000).

El caso de estudio que se presenta en este trabajo es la adopción de variedad Gurí en la provincia de Entre Ríos, donde esta variedad se comercializa desde la campaña 2011/12. Este dato es importante ya que la tecnología tiene una prueba de mercado que nos permite conocer la respuesta de los productores a la innovación. Los productores que utilizan arroz HR deben comprar semillas y pagar un precio que incluye un *fee* por la tecnología. Por lo tanto, el precio de las semillas es un elemento muy importante en la decisión de adoptar. Los productores pueden haber decidido comprar la variedad al precio de mercado, o no, y por lo tanto, revelan sus preferencias por la variedad HR Gurí INTA-CL al precio de mercado actual (2.5 por kilo de arroz cáscara). Sin embargo, es probable que algunos adoptantes hubieran estado dispuestos a pagar algo más por la variedad. Y también que algunos no adoptantes la habrían comprado a un precio menor que el de mercado. Con la información de mercado de los adoptantes y las preferencias del grupo de no usuarios, declaradas a través una encuesta diseñada para tal fin, es posible estimar de manera adecuada la disposición a pagar (DAP) por la tecnología para el conjunto de productores.

El objetivo general del trabajo es analizar el proceso de adopción de innovaciones con especial interés en el rol de los precios y su impacto sobre la determinación de la demanda potencial de nueva tecnología. En particular, se presenta una estimación de la DAP para el caso de la variedad Gurí INTA CL combinando los datos sobre preferencias declaradas y reveladas. Dado que las respuestas de los productores a cambios en el precio de la tecnología no pueden ser observadas a partir de datos de mercado, utilizamos el enfoque de valuación contingente (VC) para la estimación de la DAP y de la demanda potencial. El Trabajo está organizado de la siguiente manera: la primera sección describe brevemente la producción de arroz en Argentina, el uso de variedades y el caso del arroz HR. Las siguientes dos, describen la metodología del estudio y el conjunto de datos utilizados. Después de esto, se presenta brevemente el proceso de adopción de las variedades que dan origen a Gurí. Luego, se analizan los resultados del análisis de VC. La última sección discute los hallazgos y presenta las principales conclusiones.

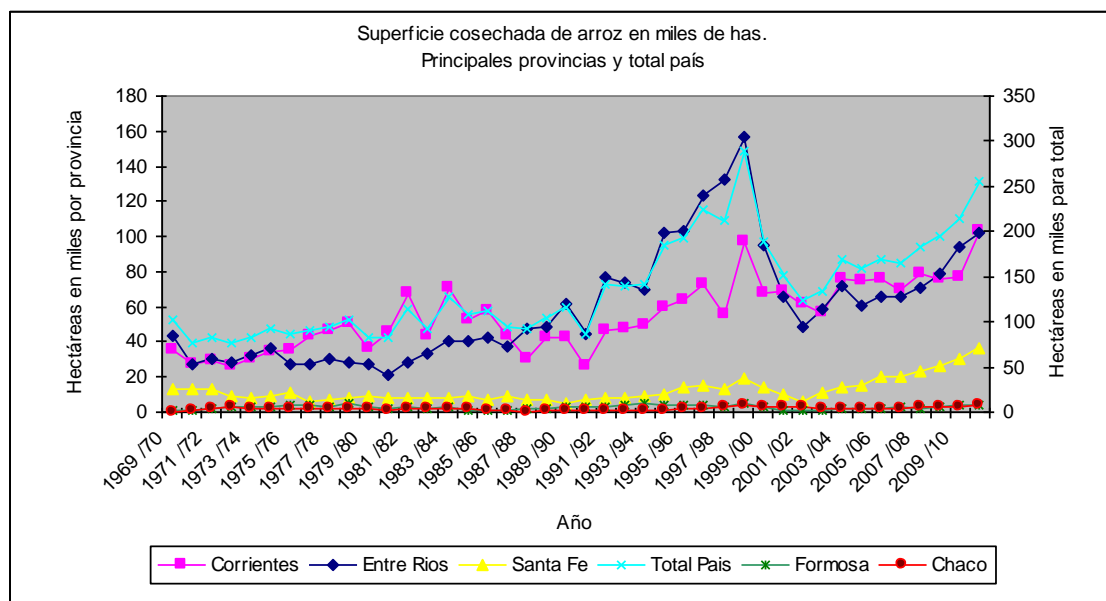
La producción de arroz en Argentina

La Argentina es uno de los cuatro países de América Latina, junto con Uruguay, Guyana y Surinam que exportan arroz. Argentina es el octavo exportador mundial de arroz elaborado con 822.000 toneladas, mientras que Uruguay se ubica en el sexto lugar (ACA, 2011).

En la campaña 2010/11 la superficie destinada a arroz alcanzó las 255.500 ha, con una producción de 1.738.520 TN y un rendimiento promedio levemente superior a las 6.800 kg/ha. La actividad se desarrolla en la región Litoral, en las provincias de Entre Ríos, Corrientes, Santa Fe, Chaco y Formosa, pero con una fuerte concentración en el Centro Sur de Corrientes y Norte de Entre Ríos. Las tres primeras provincias concentran el 93.5% de la superficie cosechada de arroz del país.

En Entre Ríos, la escala de producción es menor a la del resto del país, con una mayor diversificación agrícola (soja, trigo, maíz) y/o una ganadería más intensiva. En toda la provincia el nivel tecnológico adoptado y el grado de mecanización de los procesos de producción son elevados.

Gráfico 1. Superficie cosechada de arroz en miles de hectáreas



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de Agricultura (2011)

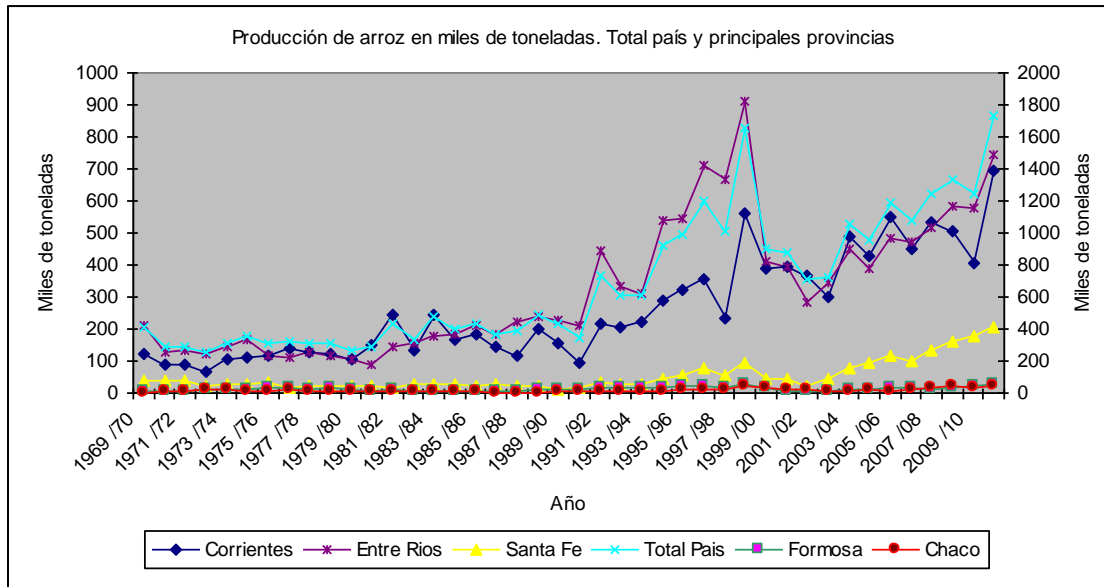
El gráfico 1 muestra la evolución de la superficie cosecha de arroz en las principales provincias y para el total país de los últimos 40 años. En el eje vertical izquierdo se observa la superficie cosechada de arroz en miles de ha por provincias y en el derecho el total de superficie cosechada en Argentina.

El sistema de producción se caracteriza por un nivel de alta escala, cercano o superior a las 800 ha por unidad en las provincias de Corrientes, Chaco, Formosa y Santa Fe donde los productores generalmente se especializan en la producción de arroz como única actividad agrícola, complementada (en muchos casos) con ganadería de cría. Por el contrario, en Entre Ríos se produce en una menor escala, aproximadamente 400 has

por unidad con una mayor diversificación agrícola (soja, trigo, maíz) y/o una ganadería más intensiva. En toda la provincia el nivel tecnológico adoptado y el grado de mecanización de los procesos de producción son elevados.

En el mismo sentido, en el Gráfico 2 se muestra la evolución de la producción de arroz para las principales provincias productoras desde la década del '70. Hasta la década del '90 el comportamiento de la producción de arroz fue bastante estable, donde los incrementos en la producción son reflejo de los incrementos en la superficie cosechada.

Gráfico 2. Producción de arroz en miles de toneladas



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de Agricultura (2011)

El incremento de la producción en Santa Fe a partir del 2005 se debe a la recuperación de tierras para el cultivo que estaban abandonadas por problemas de arroz colorado (aproximadamente 20.000 ha recuperadas hasta el año 2011). Un comportamiento similar se observa en las provincias de Chaco y Formosa en las que, partiendo de valores inferiores, 3.500 y 4.000 ha respectivamente, el área implantada con arroz se duplicó entre el 2005 y 2011.

Según un relevamiento de ACPA (Asociación Correntina de Plantadores de Arroz) y la Bolsa de Cereales de Entre ríos que se realiza anualmente sobre superficie, cosecha y rendimientos, la superficie cosecha a nivel nacional para la campaña 2011/12 disminuyó aproximadamente un 10% respecto al año anterior. Entre Ríos es la provincia con la mayor disminución en el área cosecha, 26.24%, lo que representa alrededor de 26.000 ha. Le siguen Corrientes y Chaco con disminuciones del 7.5% y 5.7% respectivamente.

Santa Fe continúa con la tendencia de incremental, 14.6% respecto al año anterior. La disminución en Entre Ríos está explicada por la falta de disponibilidad y el alto costo de combustible necesario para el riego (70% del área se abastece del agua por pozo) y la posibilidades de sembrar otros cultivos con mayor rentabilidad. La superficie con sorgo, por ejemplo, se incrementó un 75%.

La producción nacional de arroz para la campaña 2011/12 superó las 1.500.000 toneladas. Corrientes participa un 41% en la producción nacional, Entre Ríos un 35%, Santa Fe el 18% el 5% restante lo comparten Chaco y Formosa.

Variedades utilizadas y el arroz HR

Las variedades de arroz más utilizadas en Argentina son: Puitá 29%; Cambá 23%. Solo estas dos variedades sumaban el 52% de la superficie implantada en la campaña 2009/10. Le siguen en importancia, pero con una participación relativamente inferior, Taim (12%) y Yerúa (6%). La distribución cambia entre provincias. Por ejemplo, Cambá en el 2010 representaba el 23% nacional su uso se concentraba en Entre Ríos (47%). En cambio, Puitá tiene una participación 29% disminuye al 13% en Entre Ríos pero alcanza el 81% en Santa Fe. La

magnitud del problema con el arroz colorado (*Oryza sativa var sudanensis*²³¹) explica parcialmente los diferentes niveles de adopción. Según estimaciones, el 25% del área sembrada con arroz en Corrientes y Entre Ríos tiene problemas con arroz colorado, pero la superficie afectada se incrementa al 80 % del área cultivada en Chaco, Formosa y Santa Fe. (Arguissain y Kraemer, 2011).

Tabla 1. Variedades utilizadas en Entre Ríos campañas 2009/10 y 2010/11.

(en % sobre superficie arroceras provincial)

Variedad	Campaña2009/10	Campaña2010/2011
Cambá	47,71	36,50
Puitá	12,9	11,95
Yeruá	11,86	10,54
El Paso 144	10,85	14,12
RP2	7,12	15,67
IC105	2,06	0,44
Fortuna	1,93	1,76
Otras	5,57	9,02

Elaboración propia en base al Censo al Censo Productores de Arroz de Entre Ríos y el Relevamiento Nacional Campaña 2009/2010 ACPA y Bolsa de Cereales de Entre Ríos

El problema con el arroz rojo es que reduce los rendimientos y la calidad del arroz, generando importantes pérdidas económicas. Smith (1981) encontró que tres plantas de arroz rojo por metro cuadrado reducen el rendimiento del arroz en un 10%, por otra parte Fisher y Ramírez (1993) encontraron que una densidad de cinco por ciento del arroz rojo reduce los rendimientos en un 40%. Estos efectos impactan finalmente de manera negativa sobre el valor de las tierras potencialmente cultivables (Fuller, Annou y Wailes, 2003).

Gurí INTA CL es un cultivar no transgénico con alto rendimiento y calidad, con adaptación a climas subtropicales y tropicales para ser usado con la tecnología Clearfield®²³² (CL) lo cual la transforma en una herramienta eficaz para el control del arroz colorado. En síntesis, el arroz colorado produce los siguientes efectos negativos:

- Reduce el rendimiento;
- Desmejora la calidad industrial del grano;
- Aumenta los costos de producción;
- Se acumula en el banco de semillas del suelo y crea una mayor probabilidad de cruzamientos indeseados.

Como se mencionó previamente, la tecnología HR contribuye al control del problema de las malezas y otras gramíneas que no pueden ser controladas selectivamente con un impacto mínimo sobre el medio ambiente. El uso de esta tecnología permite a los productores un amplio período de aplicación ajustando las dosis a la presión real de las malezas permitiendo un manejo del cultivo más flexible y con un menor número de aplicaciones de herbicidas (Rodenburg y Demont, 2009). Esto reduce los efectos negativos sobre el medio ambiente y facilita el manejo de las malezas lo que genera importantes beneficios a los productores tanto de carácter no monetario como monetario (Marra y Piggott, 2006; Hurley et al., 2009). Sin embargo, a pesar de sus potencialidades, hay una serie de limitaciones y riesgos que intervienen en el uso de esta tecnología. Una de las principales preocupaciones, identificada por muchos estudios, es la probabilidad de que las malezas incorporen la resistencia por el flujo de genes, motivo por el cual en general se adoptan medidas o programas de custodia para tener control del arroz maleza y evitar la reproducción de plantas que sobreviven.

²³¹ El arroz colorado florece y fructifica hasta mediados de otoño pero más precozmente que el arroz cultivado y se propaga por semilla que suelen conservar hasta aproximadamente unos 8 años su poder germinativo en tierras no trabajadas. El arroz colorado se individualizado con diversas variedades de esta especie (por ejemplo var. Savannae Koern., var. sundensis Koern., var. fatua Prain, etc.)

²³² Tecnología Clearfield®: se denomina al uso conjunto de herbicidas de la familia de las imidazolinonas y variedades resistentes a estos herbicidas.

La tecnología HR es potencialmente compatible con la siembra directa o labranza mínima, prácticas que no solo contribuyen a la conservación de los recursos sino que son ahorradora de mano de obra. Por lo tanto, el arroz RH permite reducir costos de producción, aumentar la productividad y proporciona la oportunidad de incorporar a la producción tierras antes infestadas con malezas. En el caso particular de las tecnologías con resistencia a las Imidazolinonas, como Clearfield®, puede prevenir el daño en los cultivos causado por los cultivos por herbicidas remanentes de rotación anterior o por la interacción de insecticidas y herbicidas (Rodenburg y Demont, 2009).

A nivel de los productores, los principales beneficios de la adopción de una variedad resistente a herbicidas (HR) incluyen la disminución en las aplicaciones de herbicidas, un mayor control de las malezas y una menor contaminación de la producción. Además, los sistemas de producción asociados variedades HR son frecuentemente más simples de implementar que los programas convencionales de control de malezas y son compatibles con prácticas conservacionistas de labranza. La adopción de variedades HR representan una estrategia de disminución de costos y riesgos. Los beneficios de los productores provienen de una disminución en los costos para controlar las malezas y un incremento en la calidad del grano cosechado por la menor contaminación con arroz colorado.

En consecuencia, en función de disponer de un cultivo libre de malezas desde el inicio del mismo, se logra una mejora en todas las prácticas de manejo. Esa condición "libre de malezas" permite realizar todas las tareas de manejo en tiempo y forma, logrando un uso más eficiente de todos los recursos e insumos. El beneficio generado por esta optimización es de tanta o mayor importancia que el control de malezas en sí mismo ya que, todos los inconvenientes que surgen de una situación inicial con malezas reducen en forma sucesiva y multiplicativa el potencial de rendimiento de las variedades²³³.

METODOLOGÍA

Los métodos para estudiar el comportamiento potencial de un comprador de un bien frente a variaciones de precios u otras variables exógenas pueden clasificarse en Revealed Preference (RP) o Stated Preference (SP). El enfoque de la Preferencia Revelada se centra en la observación del comportamiento en el mercado para estimar la disposición a pagar ex-post. El supuesto fundamental de este enfoque es que la información obtenida proviene de un hecho observado, que verdaderamente ha ocurrido en el mercado. El segundo enfoque, de la Preferencia Declarada (SP), utiliza datos hipotéticos a fin de estimar ex-ante la disposición a pagar respecto a ciertos atributos no disponibles en el mercado. Los métodos de estimación de SP más utilizados son el de valoración contingente (VC), el diseño de experimentos y las subastas experimentales.

El formato de pregunta binaria en las encuestas de VC, introducido por Bishop y Heberlein (1979) ha tenido una gran aceptación y se recomiendan sobre las preguntas abiertas. El encuestado debe responder *si/no* en relación con una determinada cantidad *A* requerida, y no un valor exacto de cuanto pagaría. La encuesta incluye además una segunda pregunta (follow up) que indaga, para los individuos que rechazan la propuesta original, si está dispuesto a pagar algo por el producto, con el propósito de detectar a los individuos con valoración nula.

El modelo básico que se utiliza para analizar las respuestas dicotómicas en la encuesta de valoración contingente es un modelo de utilidad aleatoria. Hanemann (1984) y Cameron y James (1987) desarrollaron formulaciones teóricas del método de VC con formato binario que permiten estimar cambios en el bienestar de las personas. La idea original de Hanemann es conocida como el modelo de diferencia de la función indirecta de utilidad, mientras que el modelo propuesto por Cameron se conoce como función de variación, y se centra en la diferencia de funciones de costos.

Dado que la variable dependiente toma el valor de 1 si el individuo está dispuesto a pagar la cantidad de dinero *A* sugerida en la encuesta y toma el valor de 0 en caso contrario, la estimación econométrica se efectúa a través de un procedimiento de máxima verosimilitud. Generalmente, se asume que los errores de la regresión se distribuyen en forma normal o logística dando lugar a un procedimiento de estimación probit o logit. Los productores que declaran no usar la variedad, es decir que no la adoptaron al precio de mercado, se les preguntó el módulo de VC sobre su disposición a pagar por Gurí a un precio hipotéticamente más bajo. El rango de variación del precio hipotético es entre el 5% y 30% de descuento sobre el precio de mercado.

Sin embargo, si solo se usan la información sobre la disposición a pagar de los no adoptantes se ignora información potencialmente útil que es la que proviene de los adoptantes al precio de mercado. Combinando la información sobre preferencias declaradas (adoptantes) y reveladas (no adoptantes), contamos con datos que son similares a aquellos obtenidos en encuestas de VC acotadas superior e inferiormente.

²³³ Alberto Livore, comunicación personal 2012.

La decisión de los productores de usar o no la variedad HR Gurí INTA CL fue modelada usando un marco de utilidad aleatoria. Un productor adopta cuando la utilidad derivada del uso de la tecnología es, al menos, tan grande como sin ella, esto es, si

$$U(1, \bar{y}^1 - P; \mathbf{x}) \geq U(0, \bar{y}^0; \mathbf{x}) \quad (1)$$

donde 1 indica la variedad Gurí y 0 cualquier otra variedad. y_1 y y_0 representan las ganancias esperadas con Gurí INTA CL y convencional, respectivamente, y P es el precio de la tecnología. \mathbf{x} es un vector de características contextuales, familiares y de la explotación que pueden afectar las percepciones del productor acerca de la tecnología y por ende su disposición a pagar

La función de utilidad solo puede observarse parcialmente, lo que implica que

$$V(i, y_i; \mathbf{x}) + \varepsilon$$

Donde $V(i, y_i; \mathbf{x})$ es la porción observable de la función de utilidad asociada con la tecnología i y ε es la variable aleatoria con media cero.

La disposición a adoptar al precio P se puede expresar:

$$V(1, \bar{y}^1 - P; \mathbf{x}) + \varepsilon^1 \geq V(0, \bar{y}^0; \mathbf{x}) + \varepsilon^0 \quad (2)$$

donde V es la parte determinística de la función de utilidad, y ε^1 y ε^0 son variables aleatorias idénticas e independientemente distribuidas (i.i.d.) con media cero. Como es común en estudios de VC, se supone que $V(\cdot)$ es lineal, esto es

$$V_i = \beta_i x + \alpha(\bar{y}_i - \delta_{i1}P) \quad (3)$$

donde $i = 0, 1$, α es la utilidad marginal de ingreso, y δ_{i1} toma el valor 1 cuando $i=1$ y cero cuando $i=0$. Entonces la ecuación puede escribirse como

$$\beta^* x + \alpha(\Delta \bar{y} - P) \geq \varepsilon \quad (4)$$

Donde $\beta^* x = \beta_1 x - \beta_0 x$, $\Delta \bar{y} = \bar{y}_1 - \bar{y}_0$ y $\varepsilon = \varepsilon_0 - \varepsilon_1$

Como no es posible observar los cambios esperados en los beneficios atribuibles a la tecnología, suponemos que puede ser explicada por otras características de la explotación. Entonces, $\Delta \bar{y}$ está implícitamente incluida en el vector \mathbf{x} .

Si ε está distribuida $N(0, \sigma^2)$ la probabilidad de la decisión de usar la variedad HR Gurí INTA CL al precio P es igual a:

$$\text{Prob}(DAP \geq P) = \text{Prob}[\varepsilon \leq \beta^* x - P] = \Phi\left(\frac{\beta^* x - P}{\sigma}\right) = 1 - \Phi\left(\frac{P - \beta^* x}{\sigma}\right) \quad (5)$$

De esta manera se estiman la disposición a pagar (DAP) para los no adoptantes, en base a las respuestas obtenidas sobre los precios hipotéticos (P^*). Sin embargo, la respuesta al precio hipotético está condicionada por una contestación negativa al precio de mercado (P^m). Por lo tanto si se incluyen la información sobre los

adoptantes actuales es decir, los que están usando la variedad y pagan el precio de mercado, existen tres grupos de respuestas posibles.

$$\begin{aligned} \text{Prob}(s_i) &= \text{Prob}(dap \geq P^m) \\ \text{Prob}(n^o/s_i) &= \text{Prob}(dap \leq P^m) - \text{Prob}(dap \leq P^*) \\ \text{Prob}(n^o/n^o) &= \text{Prob}(dap \leq P^*) \end{aligned} \quad (6)$$

El logaritmo de la función de máxima verosimilitud del modelo es

$$\text{Ln L} = \sum_{i=1}^n I^{s_i} \ln \left[1 - \phi \left(\frac{P^m - \beta'x}{\sigma} \right) \right] + I^{n^s} \ln \left[\phi \left(\frac{P^m - \beta'x}{\sigma} \right) - \phi \left(\frac{P^* - \beta'x}{\sigma} \right) \right] + I^{n^n} \ln \left[\phi \left(\frac{P^m - \beta'x}{\sigma} \right) \right] \quad (7)$$

Donde I^{s_i} , I^{n^s} y I^{n^n} son indicadores binarios para cada uno de los tres grupos de respuesta de los productores. Los coeficientes de la ecuación (7) pueden interpretarse como el efecto marginal de las variables x sobre la DAP, expresados en equivalente kilos de arroz cáscara²³⁴.

La Base de Datos

Para estimar la DAP de los productores por la variedad HR Gurí INTA CL, se realizó una encuesta que incluyó un módulo de valuación contingente con un formato de pregunta binaria o dicotómica. La encuesta se realizó durante los meses de abril y mayo de 2012 en la provincia de Entre Ríos. Fue diseñada para que la información recolectada sea complementaria a la que proporciona el Censo a Productores de Arroz de Entre Ríos realizado en el 2010/2011. En ambos casos, el operativo de campo lo realizó la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Entre Ríos en el marco de las actividades pautadas con la Fundación ProArroz para el censo arrocero²³⁵ y con el Instituto de Economía y Sociología del INTA para la encuesta.

Se realizaron 241 encuestas lo cual representa el 70% de los productores censados en el 2011²³⁶. El formulario está dividido en tres módulos, el primero indaga sobre acceso al crédito, modalidades de compra de los insumos y uso de semillas certificada (identificada o fiscalizada). El segundo informa sobre las características de la variedad Gurí INTA CL y la disposición a pagar por la misma y el tercer y último módulo recaba información socioeconómica del productor. Al unir las dos fuentes de información se excluyeron 3 productores por inconsistencias en los datos.

La muestra total está conformada por 47 productores que declaran usar la variedad Gurí en el período de referencia (20%) y 191 que no la adoptan.

En la tabla 1 se presentan las medias y desvíos estándar de algunas características de los productores usuarios y no usuarios de la variedad. La mayoría de los encuestados combinan las variedades de semillas, ninguno de los adoptantes de Gurí la usa en forma exclusiva. Los productores que declaran usar la variedad tienen explotaciones más grandes, con más cantidad de tierras propias como arrendadas. El rendimiento promedio es superior y también la proporción sobre el total de hectáreas destinadas a arroz.

Para estimar la DAP se le preguntó a los no usuarios si estarían dispuestos a usar la variedad Gurí CL, resistente a herbicida, a un precio hipotéticamente más bajo que el precio actual del mercado (2.5 kilos de arroz cáscara) Las propuestas de precios variaban aleatoriamente entre productores hasta un descuento máximo del 30%. No resulta sencillo definir entre adoptante y no adoptantes dado que, los productores toman la decisión de usar una determinada semilla todos los años, En nuestro caso, como el 2011 es el primer año en que Gurí estuvo

²³⁴ Aquí radica la diferencia con la maximización de un función común de probit de máxima verosimilitud genera parámetros estimados solo hasta un factor de proporcionalidad, es decir β/σ

²³⁵ El Censo se efectuó durante la campaña arrocera 2010-2011, las entrevistas a los productores se realizaron en el período diciembre de 2010 y abril de 2011 y se relevaron 343 productores arroceros. Mediante el cotejo de los lotes en el territorio con el SIG-A y la consulta a profesionales que asesoran en la provincia, se identificaron y censaron el 99 % de los productores de arroz en Entre Ríos. La superficie total sembrada de arroz declarada por estos 343 productores fue de 91.297 hectáreas, mientras que la estimada por imágenes de satélite, fue de 103.600 hectáreas.

²³⁶ La representatividad de la encuesta probablemente sea superior ya que la superficie sembrada en la campaña 2011/12 disminuyó en 25% aproximadamente pasando de 100.000 a 75.000 ha

disponible en el mercado, la tarea resultó más sencilla. Se definió como adoptante a todo productor que declaró usarla, independientemente de la cantidad de hectáreas sembradas o la forma de adquisición de la misma.

Tabla 2. Características de las explotaciones

Características	No usuarios (n=191)		Usuarios (n=47)	
	Media	Des. estándar	Media	Des. estándar
Total de Hectáreas	706,7	1079,6	1.394,8	2.514,6
Total Ha. Propias	355,5	940,9	658,9	1.855,4
Total Ha. Arrendadas	351,9	538,31	735,9	1.548,9
Total Ha. de arroz	214,3	312,7	406,3	528,5
Cantidad de arroceras	2	1,4	2,3	1,3
Rendimiento	56	22,5	63,9	20,14
% del total de Ha.con arroz	46,3	--	56,5	--
Edad	51(n=137)	12	49 (n=30)	11

Fuente: Censo de productores de arroz de Entre Ríos. Campaña 2010/11. UNER y Fundación ProArroz. Encuesta IES-INTA.

En la encuesta no se indagó sobre las características socioeconómicas del productor si la explotación era una sociedad, independientemente del tipo. Por lo tanto, para la estimación del modelo se utilizaron dos submuestras, según los datos faltantes para las variables edad y educación.

En la Tabla 3 se presentan las variables explicativas consideradas en los modelos econométricos de adopción y disposición a pagar. Se considera solo el total de hectáreas en propiedad como activo productivo ya que, el resto de los activos está fuertemente correlacionado con esa variable (Qaim y Cap, 2002).

Tabla 3. Descriptivos de las variables explicativas

Variable	Descripción	Media	D.S	Obs
Hatotal	Total de Hectáreas de la EAP	842,60	1.495,7	238
Haprop	Total Ha. Propias	415,44	1.180,	238
Haarend	Total Ha. Arrendadas	427,15	848,42	238
Haarroz	Total Ha. de arroz	842,60	1.495,7	238
qarroceras	Cantidad de arroceras	2,07	1,44	238
Proparroz	Prop. sobre total de Ha. con arroz	0,38	0,39	238
Percepneg	Dummy. Si tiene opinión desfavorable sobre el sector =1; 0 en caso contrario	0,15	0,35	238
Semcertif	Dummy. Si usa semilla certificada=1: 0en caso contrario	0,48	0,36	238
Aspub	Dummy. Si recibe asesoramiento público	0,33	0,18	238
Edad	Edad del productor	50	11	167

Estimación del Modelo de Adopción

Se estimo la probabilidad de adoptar Gurí INTA CL usando un modelo probit para el total de la muestra. Para este modelo de probabilidad de adopción, los coeficientes tienen el signo esperado. Las variables edad y educación del productor no resultaron significativas y se decidió no incluirlas dado que su número de observaciones es menor y por lo tanto disminuye la cantidad de observaciones para estimar el modelo.

Tabla 4. Resultados del modelo Probit de adopción. Efectos Marginales estimados sobre la probabilidad de adopción.

Variables independientes	Coefficiente dF/dx	Error Estándar
Hatotal	$8.95 \times e^{-106}$	$1.8 \times e^{-105}$
Semcertif	0.3397***	0.0598
Haarrend	$4.39 \times e^{-106}$	$3.0 \times e^{-105}$
Proparroz	0.1529	0.07460
Rendimiento	0.0018**	0.0010
Aspub	0.3675**	0.2194
Percepneg	-0.1328**	0.0359
Pseudo R ²	0.3150	
Log likelihood	-80.404781	
No. De Observaciones	234	

Notas: (*) (**) (***) significativo al 10%, 5% y 1% respectivamente. Para las variables binarias dF/dx representa el efecto marginal para un cambio de 0 a 1.

El tamaño de la explotación y el número de hectáreas arrendadas no tienen un efecto estadísticamente significativo sobre la adopción, sugiriendo que la escala parece no afectar la decisión de manera relevante. El rendimiento promedio del cultivo en el año anterior se asocia de manera positiva y significativa con la probabilidad de adopción de la variedad, aunque su efecto marginal es bajo. La proporción de hectáreas dedicadas a arroz, como es de esperar, afecta positivamente la probabilidad de adoptar la variedad, es significativa estadísticamente. La percepción del productor de un entorno de poco favorable para la producción de arroz (incremento en el precio de los insumos, disminución en la oferta de combustible) disminuye la probabilidad de adoptar con un impacto marginal importante. El impacto marginal positivo más relevante se asocia con los productores que tienen asesoramiento de fuentes públicas (INTA, Cambio Rural, Ministerios) que claramente tienen mayor probabilidad de adoptar la tecnología.

En la tabla 4 se muestran los resultados del modelo de adopción reportando los efectos marginales sobre probabilidad y sus errores estándares.

Disposición a pagar por la variedad Gurí INTA CL

Para estimar la DAP se utilizó el el modelo presentado en la ecuación (7). La función de verosimilitud se estimó utilizando SHAZAM 7 y el comando *doubleb* de STATA.

Se estimaron cinco especificaciones que se presentan en la Tabla 5. La especificación más simple incluye sólo la variable precio para obtener la DAP media y luego se incluyeron covariables para controlar por distintas características cualitativas y cuantitativas.

Tabla 5. Resultados de los modelos econométricos de disposición pagar

Variables	Modelo	Modelo DAP2	Modelo	Modelo DAP4	Modelo
-----------	--------	-------------	--------	-------------	--------

	DAP1(n=238)	(n=238)	DAP3(n=167)	(n=238)	DAP5(n=167)
	Coef.	Coef.	Coef.	Coef.	Coef.
Const	2,1098*** (57,89)	1,8027*** (25,27)	2,0846*** (10,12)	1,9234*** (28,45)	2,2906*** (11,20)
Haprop	--	0,0000554* (1,78)	0,00022*** (2,86)	0,0000417 (1,40)	0,00019** (2,64)
Haarend	--	0,0001228*** (2,65)	0,00023*** (2,76)	0,0000876** (2,20)	0,00017** (2,16)
Proparroz	--	0,1809* (1,73)	0,2452* (1,87)	0,1436 (1,43)	0,1549 (1,21)
Educsec	--	--	0,1784* (1,87)	--	0,1124 (1,2)
Educter	--	--	0,0112 (0,09)	--	-0,0790 (-0,67)
Edad	--	--	-0,0079** (-2,21)	--	-0,0091*** (-2,61)
Semcertif		0,4258*** (6,23)	0,350*** (4,35)	0,4065*** (6,29)	0,3754*** (4,79)
Percepneg	--	--	--	-0,7941*** (-5,30)	-0,8520*** (-3,87)
LogL	-264,339	-233,055	-156,7852	-208,3695	-142,7094
DAP (en kilos arroz cáscara)²³⁷	2.10	2.119	2.062	2.074	2.015

Las variables que incrementan la DAP de manera significativa son el uso previo de semillas certificadas y en menor medida el nivel de educación de los productores. Esto sugiere que la experiencia previa en el uso de semilla legal y tal vez la mejor capacidad de acceso o procesamiento de información que induce la educación son factores importantes para facilitar la decisión de compra de la nueva variedad. Al mismo tiempo, el impacto negativo de la percepción acerca de la actividad arrocera es considerable, ya que reduce significativamente la disposición a pagar.

La última fila de la tabla presenta la estimación de la DAP media en cada caso y se observa que los valores varían entre 2.11 y 2.01 kg de arroz cáscara por kilo de semilla. En síntesis, si se tiene en cuenta que el precio de mercado es de 2.5 kg de arroz cáscara por kilo de semilla, nuestros resultados muestran que la DAP media estaría levemente por debajo del precio de mercado.

Los coeficientes del modelo DAP pueden ser interpretados directamente como efectos marginales sobre la DAP evaluados en los valores medios de las variables independientes.

Estadísticos z entre paréntesis. (*) (**) (***) significativo al 10%, 5% y 1% respectivamente.

CONCLUSIONES

El desarrollo y difusión de semillas HR en diversos cultivos ha generado importantes avances de productividad en la agricultura. En particular para la Argentina el caso de la soja RR es emblemático. En el trabajo se

²³⁷ El precio a agosto de 2012 es de 22 centavos de dólar por kilo. La cotización del arroz permanece 10% encima de la media histórica desde hace tres campañas.

analizaron los determinantes de la adopción del arroz HR que puede proporcionar ventajas particularmente relevantes para las zonas donde la presencia de la maleza conocida como arroz colorado es problemática. Investigaciones previas y también los resultados encontrados en este trabajo sugieren que el precio de mercado y la disposición a pagar de los productores son elementos importantes en la decisión de adopción de este tipo de tecnologías. Las estimaciones presentadas muestran que la DAP media por arroz HR se encuentra en un rango entre 2 kg. y 2.1 kg de arroz cáscara por kg. de semilla HR. El precio de la nueva variedad de arroz HR es de 2.5 kg. de arroz cáscara por kg. de semilla. En consecuencia, estos resultados sugieren que la demanda potencial podría estar limitada por el precio inicial de la semilla de arroz HR.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el diferencial entre el valor de mercado y la DAP estimada es relativamente bajo y que la encuesta se realizó meses después de que la variedad fuera liberada al mercado y utilizada por primera vez. En el primer año de liberación de la variedad los productores pueden no haber percibido totalmente los beneficios asociados. Asimismo, por parte de los vendedores la estrategia de precios puede que se ajuste para converger a valores que induzcan una mayor probabilidad de compra en la medida en que se adquiera información de mercado. Es interesante comparar esta evidencia por ejemplo con los resultados de DAP obtenidos para los primeros años de difusión del algodón Bt en Argentina donde la DAP media estimada para los productores era menos de la mitad del precio vigente (Quaim y Cap 2002). Los autores argumentaban que este desajuste de precio para el mercado local induciría potencialmente la aparición de un mercado paralelo de semilla ilegal, cuestión que hoy parece verificarse.

Nuestros resultados sugieren que en el caso del arroz HR la estrategia de precios está mucho más cerca del nivel medio de DAP de los productores, situación que hace pensar que una estrategia de ajuste y aproximación sucesiva al óptimo sea probable. Contrastando con el caso de algodón, el hecho de que el desarrollo de la variedad de arroz HR haya sido realizado en conjunto por instituciones públicas y privadas locales, en asociación la compañía proveedora de la tecnología CL, puede contribuir seguramente a una adecuada estrategia de precios y comercialización, lo cual es clave para facilitar la diseminación de la semilla legal.

REFERENCIAS

- Annou, M., Thomsen, M., & Wailes, E. (2001). Impacts of herbicide resistant rice technology on rice-soybeans rotation. *AgBioForum*, 4(2), 79-86. Available on the World Wide Web: <http://www.agbioforum.org>.
- Arguissain, G y Kraemer, A. Impacto ambiental de la adopción del arroz resistente a las imidazolinonas en sistemas contrastes de América Latina. Argentina. *Revista ARROZ*. Publicación de la Asociación Cultivadores de Arroz del Uruguay. Julio de 2011. Año XV Nº 66. Pag.31.
- Bishop, R and Heberlein, T. 1979. Measuring Values of Extra-Market Goods; Are Indirect Measures Biased? *American Journal of Agricultural Economics* 61:926-30.
- Cameron, T and James, M. 1987. Efficient Estimation Methods for Use with Closed-Ended Contingent Valuation Survey Data. *Review of Economics and Statistics*. 69:269-76.
- Cooper Joseph. 1997. Combining Actual and Contingent Behavior Data to Mode Farmer Adoption of Water Quality Protection Practices. *Journal of Agricultural and Resource Economics* 22(1):30-43
- Fisher, A. and Ramirez, A. 1993. Red rice (*Oryza sativa*): Competition studies for management decisions. *International Journal for Pest Management*, 39(2), 133-138.
- Fuller, F., Annou, M. and Wailes E. Market Impacts of Adopting Herbicide-Resistant Rice in the Southern United States. *Journal of Agricultural and Applied Economics*. 35,1 Abril 2003. 185-193.
- García M.L. y Casellas K. 2011. Retorno económico de la investigación en mejoramiento en arroz. El caso de la variedad PUITÁ-INTA CL. XLII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria y 3º Congreso Regional de Economía Agraria. 9-11/11/2011. Valdivia. Chile.
- Haab, T. and McConnell, K. 1998. Referendum Models and Economic Values: Theoretical, Intuitive, and Practical Bounds on Willingness to Pay. *Land Economics*. 74:216-29.
- Haab, T. and McConnell, K. 2002. Valuing Environmental and Natural Resources. *The Econometrics of non-market valuation*. Edward Elgar Publishing. UK.
- Hanemann, W. M and Kanninen, B. 1998. The Statistical Analysis of Discrete-Response CV Data. Working Paper Nº 798, Department of Agricultural and Resource Economics and Policy. Division of Agricultural and Natural Resources. University of California at Berkeley.

- Hanemann, W.M. 1984. Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses. *American Journal of Agricultural Economics*. 66: 332-41.
- Hanemann, W.M. 1989. Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Response Data: Reply. *American Journal of Agricultural Economics*. 71: 1057-61.
- Hubbell, B.J., Marra M.C y G.A. Carlson, G.A. 2000. Estimating the Demand for a New Technology: Bt Cotton and Insecticide Policies. *Amer. J. Agr. Econ.* 82 118-32.
- Hurley T., Mitchell, P. & Frisvold G. 2009. Characteristics of Herbicides and Weed-Management Programs Most Important to Growers Corn, Cotton, and Soybean Growers. *AgBioForum*, 12(3&4): 269-280
- Marra, M.C., & Piggott, N.E. 2006. The value of non-pecuniary characteristics of crop biotechnologies: A new look at the evidence. In R.E. Just, J.M. Alston, & D. Zilberman (Eds.), *Regulating agricultural biotechnology: Economics and policy* New York: Springer.pp. 145-178.
- Marra, M.C., Piggott, N.E., & Carlson, G.A. 2004. The net benefits, including convenience, of Roundup Ready® soybeans: Results from a national survey (Technical Bulletin 2004-3). Raleigh, NC: NSF Center for IPM
- Penna, Julio and Daniel Lema, 2003 "Adoption of herbicide tolerant soybeans in Argentina: An economic analysis" Chapter 11 in "The Economic and Environmental impacts of Agbiotech: a Global Perspective" edited by Nicholas Kalaitzandonakes (University of Missouri, Columbia, USA). Kluwer Academic Publishers 2003.
- Qaim Matin y Cap Eugenio, 2002. Algodón BT en Argentina: un análisis de su adopción y la disposición a pagar de los productores. Documento de Trabajo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Instituto de Economía.
- Rodenburg J. y Demont M. 2009 Potential of Herbicide-Resistant Rice Technologies for Sub-Saharan Africa. *AgBioForum*, 12(3&4), 313-325. Available on the World Wide Web: <http://www.agbioforum.org>.
- Smith, R. Jr. 1981. Control of red rice in water-seeded rice. *Weed Science*, 29, 663-666.
- Trigo, Eduardo; Cap, Eugenio, 2004 The Impact of the Introduction of Transgenic Crops in Argentine Agriculture. *AgBioForum*, 6(3): 87-94. 2003. Disponible en <http://www.agbioforum.org>.
- Trigo, Eduardo. y Cap, Eugenio, 2006: Diez Años de Cultivos Genéticamente Modificados en la Agricultura Argentina. *Argenbio*. (disponible en www.inta.gov.ar/ies)