
EFECTO SOBRE EL COMERCIO Y BIENESTAR DE DISTINTAS ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS PARA EL ARROZ URUGUAYO

Autores: Federico García*
Bruno Lanfranco**
Guy Hareau***

* Ingeniero Agrónomo, MS, Facultad de Agronomía (UDELAR). Actualmente candidato al doctorado (PhD) en el Department of Agriculture Economics, University of Nebraska, Lincoln, NE.

** Ingeniero Agrónomo, MSc, PhD, Investigador Principal en Economía Agrícola y Aplicada. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.

*** Ingeniero Agrónomo, PhD, Ex técnico de INIA. Actualmente Economista del Centro Internacional de la Papa (CIP).

Título: EFECTO SOBRE EL COMERCIO Y BIENESTAR DE DISTINTAS ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS PARA EL ARROZ URUGUAYO

Autores: Federico García
Bruno Lanfranco
Guy Hareau

Serie Técnica N° 197

© 2012, INIA

Fotos de portada: Edison Bianchi (INIA) y PLA SRL.

El presente estudio sirvió de base para el trabajo de tesis presentado por el Ing. Agr. Federico García ante la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de la República Oriental del Uruguay, para la obtención del título de Maestría en Economía Internacional. La tesis se realizó bajo la dirección de Bruno Lanfranco y Guy Hareau, siendo defendida el 29 de diciembre de 2008. Los resultados más relevantes fueron presentados en congresos internacionales de economía agraria en Uruguay, Chile, Brasil y Argentina. También se publicaron a través de artículos científicos y de difusión en Uruguay e Italia.

Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología de INIA
Andes 1365, Piso 12. Montevideo - Uruguay
<http://www.inia.org.uy>

Quedan reservados todos los derechos de la presente edición. Esta publicación no se podrá reproducir total o parcialmente sin expreso consentimiento de INIA.

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

Integración de la Junta Directiva

Ing. Agr., MSc., PhD. Álvaro Roel - Presidente

Ing. Agr., Dr. Mario García



Dr. Álvaro Bentancur

Dr. MSc. Pablo Zerbino



Ing. Agr. Joaquín Mangado

Ing. Agr. Pablo Gorriti



CONTENIDO

	Página
1 INTRODUCCIÓN	1
2 MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN	6
2.1 Los sistemas de producción de arroz y su relación con el comercio	6
2.1.1 <i>La producción de arroz en Uruguay</i>	6
2.1.2 <i>Estructura y organización del sector arrocero en Uruguay</i>	9
2.1.3 <i>Relación del sector arrocero con la investigación y la tecnología</i>	11
2.1.4 <i>La adopción de buenas prácticas de manejo (BPM)</i>	14
2.1.5 <i>El uso de organismos genéticamente modificados (OGM)</i>	18
2.1.6 <i>Sistemas alternativos no transgénicos (Clearfield®)</i>	24
2.2 El mercado mundial de arroz y el posicionamiento de Uruguay	26
2.2.1 <i>Producción, consumo y comercio mundial</i>	26
2.2.2 <i>Uruguay, productor arrocero orientado al mercado mundial</i>	33
3 MATERIALES Y MÉTODOS	38
3.1 Teoría y práctica del equilibrio general en los modelos de comercio	38
3.1.1 <i>El concepto de equilibrio general</i>	38
3.1.2 <i>El modelo de equilibrio general GTAP</i>	39
3.1.3 <i>Comportamiento básico del modelo GTAP</i>	40
3.1.4 <i>El cambio técnico en el modelo GTAP</i>	41
3.2 Construcción del modelo empírico de comercio del arroz	42
3.2.1 <i>Consideraciones generales</i>	42
3.2.2 <i>Regionalización del modelo</i>	43
3.2.3 <i>Agregación de sectores y factores</i>	46
3.2.4 <i>Simulación del impacto de adopción de BPM</i>	46
3.2.5 <i>Modelación de las preferencias sobre el consumo de arroz GM</i>	48
3.2.6 <i>Estimación de los cambios en el bienestar</i>	51
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	54
4.1 Impacto esperado de la adopción de BPM en arroz	54
4.1.1 <i>Escenarios modelados</i>	54
4.1.2 <i>Resultados de la simulación</i>	54
4.2 Impacto esperado de la adopción de variedades de arroz GM	56
4.2.1 <i>Escenarios modelados</i>	56
4.2.2 <i>Resultados de la simulación</i>	57

	Página
5 PRINCIPALES CONCLUSIONES	59
ANEXO 1 – COMISIÓN SECTORIAL DEL ARROZ	61
ANEXO 2 – NORMAS DE COMERCIALIZACIÓN DE ARROZ EN URUGUAY	62
ANEXO 3 – ARROZ: ESTRUCTURA DEL GRANO Y PRODUCTOS DE LA MOLIENDA.....	64
6 BIBLIOGRAFÍA	67

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1 - Etapas de desarrollo del cultivo de arroz en el Uruguay	6
Cuadro 2 - Rendimiento de arroz según tamaño de de chacra (kg/ha)	9
Cuadro 3 - Uruguay: precio al productor de la bolsa de arroz cáscara (02/03 a 10/11).	11
Cuadro 4 - Porcentaje de área sembrada con cada variedad en cada zafra	12
Cuadro 5 - Valores de arrendamiento para arroz y precio promedio de la tierra en Uruguay (en bolsas/ha y US\$/ha)	13
Cuadro 6 - Esquema básico de manejo del cultivo en las BPM1 y BPM2.	16
Cuadro 7 - Área tratada con herbicidas, fungicidas e insecticidas, por zafra	17
Cuadro 8 - Mayores productores de arroz cáscara a nivel mundial (2008)	27
Cuadro 9 - Principales países consumidores de arroz (2007-2011)	28
Cuadro 10 - Ranking de exportadores netos de arroz (2008)	30
Cuadro 11 - Ranking de importadores netos de arroz (2008)	32
Cuadro 12 - Uruguay: Principales productos de exportación (2007-2011).	34
Cuadro 13 - Uruguay: exportaciones de arroz total y por producto (1996-2011)	34
Cuadro 14 - Uruguay: exportaciones de arroz por destino, en toneladas (2007-2011)	36
Cuadro 15 - Consumo, producción y comercio de arroz por región (2010)	44
Cuadro 16 - Estructura comercial del arroz uruguayo en millones de dólares	45
Cuadro 17 - Rendimiento y costos de las distintas tecnologías.	46
Cuadro 18 - Variación de rendimientos y costos entre alternativas tecnológicas	47
Cuadro 19 - Escenarios OGM: definición de los cambios en las preferencias	55
Cuadro 20 - Cambios en el bienestar (VE) estimados para las regiones involucradas	56
Cuadro 21 – Uruguay: cambios relativos (%) en cantidades y precios (4 escenarios)	57
Cuadro 22 - Estimaciones de bienestar proyectadas por el modelo (4 escenarios)	57
Cuadro 23 - Uruguay: VE y cambios relativos en cantidades y precios (4 escenarios)	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1 - Área sembrada, producción y rendimientos del arroz en Uruguay	6
Figura 2 - Zonas arroceras en el Uruguay	8
Figura 3 - Evolución del número de productores arroceros (1994/95-2010/11)	9
Figura 4 - Organigrama de la cadena arroceras en el Uruguay	10
Figura 5 - Participación de los 10 mayores productores mundiales de arroz.	26
Figura 6 - Participación de los 10 mayores consumidores mundiales de arroz	27
Figura 7 - Participación de los 10 mayores exportadores netos de arroz	30
Figura 8 - Brasil: Balance entre producción y consumo, últimas 11 zafas	31
Figura 9 - Principales importadores netos de arroz en el mundo	33
Figura 10 - Uruguay; Evolución de las exportaciones de arroz (1996-2011)	35
Figura 11 - Uruguay: exportaciones de arroz por región (2011)	36
Figura 12 - Participación de la UE en el valor del arroz uruguayo exportado.	37
Figura 13 - GTAP: Instituciones y flujo de pagos (economía abierta multiregión) ...	39
Figura 14 - Estructura tecnológica del modelo GTAP	41
Figura 15 - Efectos sobre las preferencias de diferentes elasticidades de sustitución entre productos transgénicos (GM) y no transgénicos (No GM)	49
Figura 16 - Efectos del desplazamiento de la curva de indiferencia en el consumo de productos transgénicos (GM) y no transgénicos (No GM)	50
Figura 17 - Pérdidas en el bienestar social por un efecto impositivo.	52
Figura 18 - Reducción de la pérdida de bienestar por reducción en la carga impositiva.	53
Figura 19 - Efectos del cambio técnico en el bienestar en presencia de distorsiones	54
Figura 20 - Arroz: estructura del grano y rendimiento promedio en la molieda.	64
Figura 21 - Arroz: productos obtenidos mediante procesamiento del grano.	65
Figura 22- Proceso de molienda del arroz; lavado, descascarillado, precocido	66

GLOSARIO DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

ACA – Asociación de Cultivadores de Arroz del Uruguay.

ALS – Enzima acetolactato sintasa.

BASF – Fábrica Badense de Bicarbonato de Sodio y Anilina, empresa química fundada en 1865 en Ludwigshafen, Alemania (*Badische Anilin und Soda Fabrik*).

BCU – Banco Central del Uruguay.

BPA – Buenas Prácticas Agrícolas.

BPM – Buenas Prácticas de Manejo.

BROU – Banco de la República Oriental del Uruguay.

CAR – Consejo Asesor Regional (INIA)

CES – Elasticidad de Sustitución Constante (*Constant Elasticity of Substitution*).

CDE – Elasticidad en Diferencias Constante (*Constant Difference Elasticity*).

CFI – Consejo Canadiense de Fertilizantes (*Canadian Fertilizer Institute*)

CIAAB – Centro de Investigaciones Agrícolas «Alberto Boerger» (actualmente INIA).

CIF – Costo, Seguro y Flete o Puerto de Destino Convenido (*Cost, Insurance and Freight*).

CNC – Consejo de Cultivos Nutritivos de Canadá (*Crop Nutrients Council*).

CONAB – Compañía Nacional de Abastecimiento de Brasil (*Companhia Nacional de Abastecimento*).

CSA – Comisión Sectorial del Arroz.

CTNBio – Comisión Técnica Nacional de Bioseguridad (*Comissão Técnica Nacional de Biossegurança*).

CUS – Cámara Uruguaya de Semillas.

DIEA – Dirección de Investigaciones Económicas Agropecuarias.

EEE – Estación Experimental del Este.

EEUU – Estados Unidos de América.

FAGRO – Facultad de Agronomía, UDELAR.

FAO – Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (*Food and Agriculture Organization*).

FAOSTAT – Base de datos estadísticos de la FAO.

FCE – Fondo Clemente Estable.

FCRMA – Federación de Asociaciones de Molineros de Arroz del Reino de Camboya (*Federation of Cambodian Rice Millers Association*).

FOB – Franco a Bordo o Puerto de Carga Convenido (*Free On Board*).

GBPA – Guía de Buenas Prácticas Agrícolas.

GM – Genéticamente Modificados (referido a productos o variedades).

GMA – Gremial de Molinos Arroceros.

GTA – Grupo de Trabajo Arroz (INIA-Treinta y Tres).

GTAP – Proyecto de Análisis del Comercio Mundial (*Global Trade Analysis Project*).

INIA – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.

IRRI – Instituto Internacional de Investigación en Arroz (*International Rice Research Institute*).

ISAAA – Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones Agro-biotecnológicas (*International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications*).

ISIS – Instituto de Ciencia en Sociedad (*Institute of Science in Society*).

LATU – Laboratorio Tecnológico del Uruguay.

LSU – Universidad Estatal de Louisiana (*Louisiana State University*).

MEGC – Modelo de Equilibrio General Computable.

MGAP – Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.

MEF – Ministerio de Economía y Finanzas.

MERCOSUR – Mercado Común del Sur.

MGAP – Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.

MIEM – Ministerio de Industria, Energía y Minería.

MRE – Ministerio de Relaciones Exteriores.

MTOP – Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

MVOTMA – Ministerio de de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente.

NAFTA – Tratado de Libre Comercio de América del Norte (*North American Free Trade Agreement*).

OGM – Organismo Genéticamente Modificado.

OMAF – Ministerio de Agricultura y Alimentación del estado de Ontario (*Ontario Ministry of Agriculture and Food*).

OPP – Oficina de Planeamiento y Presupuesto.

PAC – Política Agrícola Común de la Unión Europea.

RMA – Agencia para la Gestión de Riesgo del USDA (*Risk Management Agency*).

SAM – Matriz de Contabilidad Social (*Social Accounting Matrix*).

SSL – Arroz Sano, Seco y Limpio.

STIP – Segregación, Trazabilidad y Preservación de Identidad (*Segregation, Traceability and Identity Preservation*).

TDI – Términos de Intercambio.

TMS – Tasa marginal de sustitución (en inglés, MRS, *Marginal Rate of Substitution*)

UE – Unión Europea.

UDELAR – Universidad de la República.

UNCTAD – Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (*United Nations Conference on Trade and Development*).

USDA – Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (*United States Department of Agriculture*).

VE – Variación Equivalente.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al Fondo Clemente Estable (FCES/C/FC/54/) por el apoyo financiero recibido para la ejecución del proyecto de investigación (FCE-69) que dio origen a este trabajo. Desean también expresar su profundo agradecimiento a los ingenieros agrónomos Álvaro Roel, Pedro Blanco, Enrique Deambrosi, Andrés Lavecchia y Fernando Pérez de Vida, del Programa Nacional de Investigación en Arroz de INIA, por el tiempo dedicado a apoyar con información y sugerencias. Se agradece también el aporte y las críticas recibidas de los distintos revisores anónimos que evaluaron sucesivamente los aspectos metodológicos y los resultados, para su publicación en revistas científicas y presentación en congresos de la disciplina. Todos estos aportes contribuyeron a mejorar la calidad de toda la investigación. Los errores de cualquier índole que puedan subsistir en esta publicación son de exclusiva responsabilidad de los autores.

IMPACTO ECONÓMICO POTENCIAL DE DISTINTAS ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS EN EL ARROZ URUGUAYO

RESUMEN

El principal objetivo de este trabajo fue la evaluación del impacto económico potencial generado por diferentes alternativas tecnológicas de producción de arroz en el Uruguay: adopción de buenas prácticas de manejo agronómico en el cultivo (BPM) e incorporación de variedades transgénicas (GM), en el marco de un mercado internacional segmentado por cambios en las preferencias de los consumidores de algunos países importadores del cereal. Se analizaron los cambios en el comercio del arroz a través de un modelo de equilibrio general computable. Se cuantificaron los flujos de comercio internacional para arroz cáscara y arroz procesado, entre las doce regiones consideradas: Uruguay, Brasil, NAFTA, Resto de América, Europa, África, Tailandia, China, Japón, Medio Oriente, Resto de Asia y Resto del Mundo. La simulación se llevó a cabo sobre la base de escenarios que consideraron distintos tipos de BPM y de cambios en las preferencias por productos GM, por parte de los consumidores en Brasil y la Unión Europea. Los resultados sugieren que la adopción de BPM en el cultivo de arroz, realizada hasta el momento en el país, produjo mejoras en el bienestar de la economía, en tanto la incorporación de GM supondría un riesgo de pérdida de las mejoras obtenidas.

Palabras clave: GTAP, cambio técnico, equilibrio general, comercio, variación equivalente.

SUMMARY

The main objective of this research study was the assessment of potential economic impacts generated by different technological alternatives for rice production in Uruguay: the adoption of best crop management practices (BMP) and the introduction of transgenic rice varieties (GM), under a framework of international market segmentation due to changes in consumers' preferences of main rice importers. The changes in global trade were analyzed using a computed general equilibrium model. International trade flows for paddy and processed rice were quantified for twelve selected regions: Uruguay, Brazil, NAFTA, Rest of America, Europe, Africa, Thailand, China, Japan, Middle East, Rest of Asia, and Rest of the World. The simulation analysis was carried out by building scenarios that considered different BMP alternatives as well as changes in consumer preferences for GM products in two key import markets: Brazil and the European Union. The results obtained in this study suggest that the BMP adopted in the last decade by the rice industry in Uruguay have already produced net welfare gains. On the other hand, the adoption of GM varieties in this country would represent a risk of producing net welfare losses, derived from consumers' unwillingness to buy GM rice products in these markets.

Keywords: GTAP, technical change, general equilibrium, trade, equivalent variation.

JEL: D6, D58, F17

CARIS-AGRIS: E70, E90

IMPACTO SOBRE EL COMERCIO Y BIENESTAR DE DISTINTAS ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS EN EL ARROZ URUGUAYO

1 INTRODUCCIÓN

La producción de arroz en Uruguay se encuentra íntimamente vinculada a los mercados internacionales. Como resultado de su dinámica tecnológica, el sector arrocero uruguayo se ha convertido en uno de los diez mayores exportadores mundiales de este cereal, con un nivel de productividad que se ubica entre los más altos del mundo. La obtención de dichos niveles se logró a través de una exitosa trayectoria tecnológica que combinó la adopción de sucesivas mejoras en el manejo agronómico del cultivo y el uso de variedades de alto potencial de rendimiento y calidad.

Tradicionalmente, los agentes del sector arrocero han estado altamente involucrados en el proceso productivo, existiendo un grado de coordinación muy importante entre productores e industria para la toma de decisiones tecnológicas y de mercado. Tal vez el aspecto más visible y significativo es el hecho de que el precio al productor se ha venido fijando mediante acuerdo privado entre productores arroceros y molineros, desde hace ya medio siglo. Pero también se refleja en el alto grado de adopción de prácticas agrícolas sostenibles en el manejo del cultivo y de tecnologías de producción y procesamiento en toda la cadena.

Tanto la Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA) como la Gremial de Molinos Arroceros (GMA) han mantenido siempre una estrecha relación con la investigación nacional, primero con el Centro de Investigaciones Agrícolas «Alberto Boerger» (CIAAB) a partir de la creación de la Estación Experi-

mental del Este (EEE) en 1969 y luego con su sucesor a partir de 1990, el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). Desarrollada en múltiples direcciones, esta relación ha permitido una constante retroalimentación entre investigación y producción. Las demandas del sector productivo por nueva genética y nuevas estrategias de manejo del cultivo son rápidamente levantadas por la investigación, en tanto que la tecnología generada por INIA queda disponible inmediatamente para el sector, que acompaña de cerca su desarrollo.

Esta suerte de alianza tripartita es ampliamente reconocida en el país y constituye un motivo de orgullo nacional. El 26 de noviembre de 2011, la ACA, la GMA y el INIA recibieron en forma conjunta el premio *Morosoli* de la Fundación Lolita Rubial de la ciudad de Minas. Dicho premio es otorgado anualmente a las personalidades de la cultura y a instituciones que con su aporte hayan desempeñado o desempeñen un «papel trascendente en el desarrollo de una cultura e identidad nacional y hoy honran al Uruguay en el concierto internacional»¹.

La entrega del *Morosoli* reconoce particularmente a ACA, GMA e INIA como actores relevantes en la integración de toda la cadena arrocera permitiéndole al sector tener un desarrollo con crecimiento sostenido y ordenado, con el fin común de la mejora permanente de todos los involucrados. Según se expresa en la exposición de motivos, esta distinción fue otorgada a las tres instituciones: «*Por defender y fomentar el cultivo y las industrias derivadas, negociando la fijación de un precio único, definiendo*

¹http://www.aca.com.uy/index.php?option=com_content&view=article&id=64:destacable-reconocimiento-a-la-cadena-arrocera&catid=45:otros-temas-de-interes.

las variedades de arroz a sembrar como resultado de una investigación nacional y una política de semillas utilizando sólo categorías certificadas, demostrando al mercado internacional la inocuidad de nuestro arroz como libre de residuos agroquímicos y, estratégicamente, no proveniente de variedades genéticamente modificadas, elaborando un Manual de Buenas Prácticas Agrícolas, estableciendo un Convenio de Cooperación Técnico-Económica con el Ministerio de Ganadería y Agricultura para fortalecer la investigación en la Estación Experimental del Este, lo que posteriormente fue tomado por el INIA, logrando generar un paquete tecnológico de producción adaptado a nuestras condiciones, con variedades de alta calidad industrial y productividad adecuadas a la demanda del mercado, y logrando en la última zafra un rendimiento promedio nacional de producción similar al de los países que están a la vanguardia mundial en tecnología arroceras».

Es así que, productores e industria han mantenido tradicionalmente una visión conjunta en muchos temas estratégicos. Esto se advierte, por ejemplo, en el esfuerzo que culminó con el lanzamiento conjunto, en noviembre de 2009 de la Guía de Buenas Prácticas Agrícolas (GBPA) para el cultivo de arroz², junto al INIA, la Facultad de Agronomía (UdelaR) y el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU). Otro ejemplo ha sido la posición monolítica que el sector mantiene, desde hace tiempo, respecto al uso de organismos genéticamente modificados en este cultivo.

La discusión internacional sobre seguridad e inocuidad alimentaria ha generado en el Uruguay una preocupación a nivel de la producción, dado el impacto que sobre las exportaciones y los mercados de destino pueda tener el uso incorrecto de los agroquímicos o de la biotecnología. El sector arrocerero no ha sido ajeno a esta preocupación. Desde hace ya muchos años ha venido concentrando esfuerzos en acceder a mercados de mayor exigencia por calidad que, a su vez, puedan reportar mayores pre-

cios para el cereal uruguayo. Todo esto ha determinado una mayor exigencia y cuidado de los aspectos vinculados a la seguridad e inocuidad del producto.

El desafío actual consiste en seguir diversificando los destinos para el arroz uruguayo, consolidando el acceso a los mercados de mayor valor con volúmenes significativos, manteniendo e incrementando los niveles de productividad sin causar impactos ambientales de significación en el largo plazo. A esto apunta precisamente la GBPA impulsada por el sector. Su adopción puede contribuir a una diferenciación del arroz uruguayo que sea reconocida a nivel global, haciendo posible su entrada en aquellos nichos que estén dispuestos a pagar un premio por productos de mejor calidad, ambientalmente amigables. La colocación de un mayor volumen de arroz en dichos mercados, en virtud del cumplimiento de los más altos estándares de calidad, redundaría en mejores valores promedios para todo el arroz.

Por otro lado, la biotecnología ha hecho posible la creación de variedades resistentes a la aplicación de herbicidas y facilitando el control de malezas. Su aplicación en el cultivo de arroz es inminente, pudiendo representar una importante reducción de costos en la aplicación de agroquímicos para muchos países productores, fundamentalmente en el Asia. El uso de esta alternativa tecnológica en el Uruguay, sin embargo, podría poner en riesgo el mantenimiento de algunos mercados renuentes a consumir este tipo de productos.

Desde la aparición de los eventos transgénicos en la agricultura y, en especial, desde que surgió la posibilidad de la incorporación de eventos en el cultivo de arroz, el sector arrocerero uruguayo ha mostrado una posición contraria a los mismos. El rechazo por parte de algunos mercados, probablemente los mismos que estarían dispuestos a reconocer al arroz uruguayo como un producto diferenciado, podría resultar en un balance neto negativo, desde el punto de vista comercial.

²<http://www.aca.com.uy/>.

Sumado a esto, el cultivo de arroz en el Uruguay utiliza una menor cantidad de agroquímicos en comparación con muchos otros países, siendo justamente esa una de las características que el sector quiere destacar como característica diferencial del arroz uruguayo. En función de esto, es probable que la reducción de costos por el uso de variedades GM resistentes al uso de herbicidas no sea de la magnitud que podría esperarse en sistemas de producción característicos de otros países.

De modo que, más allá de los reparos y consideraciones de orden ético o ideológico que en algunos círculos académicos o empresariales puedan prevalecer con respecto al uso de variedades transgénicas, se trata de estrategias tecnológicas cuyas consecuencias económicas de enorme relevancia para el país no pueden ser soslayadas. Es fundamental conocer y cuantificar sus posibles impactos, sean estos positivos o negativos, con el mayor nivel de aproximación posible. La adopción de cualquier estrategia relativa a la forma de producir arroz en el país trae aparejado costos y beneficios que conviene sopesar, a los efectos de conocer su impacto neto sobre el bienestar; aun aquellas que prioricen un sistema ambientalmente amigable y sostenible en el uso de los recursos naturales y en los aspectos de seguridad alimentaria e inocuidad.

En los últimos 10 años, Uruguay ha venido produciendo anualmente un promedio algo superior a 1,2 millones de toneladas de arroz cáscara, con un rendimiento promedio que supera los 7.100 kg/ha. La zafra 2010/11 marcó un record histórico de producción que llegó a 1,64 millones de toneladas con un rendimiento de 8.400 kg/ha a nivel nacional. Más del 90% de la producción es normalmente exportada, por lo que los cambios tecnológicos adoptados o que potencialmente se puedan introducir en el sector deben evaluarse a través del impacto sobre la economía en su conjunto y sobre el comercio internacional.

El objetivo general de este trabajo de investigación fue evaluar el impacto económi-

co potencial de algunos cambios tecnológicos de esta naturaleza en el cultivo de arroz, en el Uruguay. El trabajo buscó aportar elementos cuantitativos para la definición de posibles trayectorias tecnológicas a ser desarrolladas por el sector arrocerero y la investigación. El impacto potencial del cambio técnico derivado de la adopción de las diferentes opciones tecnológicas consideradas se evaluó utilizando un *modelo de equilibrio general computable* (MEGC) aplicado al comercio. Esto permitió visualizar, mediante simulación, las posibles consecuencias sobre la economía y sobre los patrones de comercio del país. El análisis de equilibrio general se realizó a través del modelo GTAP³.

Por un lado, en la primera parte del estudio se analizó el impacto de la adopción de un conjunto de prácticas de manejo del cultivo de arroz que, al tiempo de asegurar una alta productividad, permitiera una reducción en el uso de insumos y un mayor cuidado de los recursos naturales. A los efectos de este estudio, los paquetes tecnológicos de este tipo fueron definidos en forma genérica como de Buenas Prácticas de Manejo (BPM). Las BPM son entendidas como aquellas que determinan el mayor rendimiento del cultivo reduciendo el uso de insumos y logrando aprovechar las ventajas del manejo agronómico del cultivo.

Una de las hipótesis centrales adoptadas en este trabajo fue que las BPM permiten un incremento del bienestar a nivel del país, a través de aumentos de rendimientos y reducción de costos. La reducción de costos se debe al menor uso de agroquímicos, en tanto los costos totales no necesariamente se reducen dado que algunos están asociados a los rendimientos, tal como el arrendamiento de tierra y la compra de agua para riego. Para evaluar comparativamente su impacto, se plantearon dos tecnologías alternativas dentro de esta categoría. Estas alternativas se denominaron respectivamente como BPM1 y BPM2.

Las tecnologías de BPM se contrastaron con lo que se denominó tecnología «conven-

³ *Global Trade Analysis Project* – Modelo de análisis de equilibrio general ampliamente usado para la evaluación de impacto económico y tecnológico a nivel de comercio (Hertel, 1997).

cional», la cual intentó recrear la situación productiva de fines de la década de los 90' y principio de los 2000, previo a la adopción generalizada de las nuevas prácticas. Las tecnologías definidas dentro de la categoría BPM consideran las alternativas de manejo actuales a nivel de investigación y de los productores de mayor grado de adopción de tecnología⁴. Para la evaluación, se consideraron distintas alternativas para modelar la reducción de costos asociada a la incorporación de tecnología.

Un aspecto fundamental detrás de la definición adoptada, es que la implementación de este conjunto de prácticas al cultivo ha permitido acceder a mercados que normalmente pagan mejores precios, levantando posibles barreras no arancelarias establecidas bajo las exigencias de cumplimiento de determinados estándares de calidad. En caso de existir mejoras a través de la biotecnología, éstas podrían eventualmente ser castigadas en los mercados de destino, dando lugar, entonces, a la postura contraria de productores e industriales a la adopción de éstas. En forma adicional, considerando que para que el arroz uruguayo pueda ser reconocido como producido bajo un conjunto de buenas prácticas requeriría su certificación como tal, el impacto (shock) se modeló incluyendo los costos de esa certificación.

Para completar el análisis, se consideró relevante estimar el impacto potencial de una eventual introducción de variedades genéticamente modificadas (GM) en el cultivo de arroz. Los cambios en los sistemas de producción fueron analizados en relación a los impactos que se originarían en los mercados de destino. En particular, se procedió a evaluar el impacto económico potencial a partir de un cambio en las prefe-

rencias de los consumidores ante la presencia de arroz transgénico uruguayo en el mercado⁵.

Como ya fue señalado, hasta el presente, el sector arrocero uruguayo ha tenido una posición definida, contraria al uso de variedades GM comerciales. Por este motivo, esta investigación procuró aportar evidencia económica que permitiera determinar si dicha decisión tiene realmente un sustento económico racional. Una de las hipótesis manejadas por parte de productores y técnicos es que la adopción de variedades transgénicas podría ir en contra de la adopción de un conjunto de prácticas asociadas a un manejo sostenible del cultivo.

La hipótesis teórica adoptada en este trabajo consideró que el uso de variedades transgénicas en el país induciría un cambio en las preferencias de los consumidores localizados en algunos mercados compradores del arroz uruguayo. Esto ocasionaría una reducción en las exportaciones uruguayas hacia esos destinos, con la consecuencia de una reducción del bienestar en el país exportador. Otro supuesto utilizado fue que el rendimiento del cultivo se incrementaría debido a un aumento en la eficiencia de control de malezas. En el caso del arroz, la variedad transgénica adoptada aportaría resistencia a herbicidas de acción total. Su adopción permitiría modificar el uso actual de herbicidas y ajustar los momentos de su aplicación sin considerar el estado del cultivo.

Esta serie técnica consta de cinco capítulos, organizados de tal forma que no tienen por que ser leídos en secuencia ni en su totalidad. El lector interesado simplemente en los resultados e implicancias prácticas del trabajo pero no en los aspectos metodológicos puede saltar parte o la tota-

⁴Al momento de iniciarse este proyecto de investigación, en 2007, no existía una definición formal consensuada para una tecnología de BPM para el sector arrocero en Uruguay (la GBPA recién fue lanzada en diciembre de 2009). Por tanto, la definición de BPM, cuyos detalles se presentarán en el capítulo correspondiente, es exclusiva de este trabajo. Más que presentar un paquete tecnológico nuevo, la intención fue definir bajo el título de BPM, a una serie de prácticas que el sector ha venido incorporando efectivamente en la última década, con apoyo de la investigación. Si bien el corte temporal elegido para separar la tecnología «tradicional» de las BPM es arbitrario, ya que el proceso de adopción de estas prácticas fue gradual, se lo consideró adecuado a los fines de esta investigación.

⁵Si bien en este trabajo se hace referencia, naturalmente, a las controversias generadas acerca del uso de cultivos transgénicos, no pretende abordar ni tomar partido en las discusiones de orden ético que las circundan. Se limita únicamente a analizar los posibles efectos económicos de su adopción en el cultivo de arroz en el Uruguay, ni más ni menos.

lidad del marco teórico y los métodos de análisis. El presente capítulo introduce al lector en la temática de estudio, exponiendo la relevancia del tema y la necesidad de ofrecer algunas respuestas, por parte de la investigación, a la serie de interrogantes planteadas. Se presentan los objetivos del trabajo, ofreciéndose un primer pantallazo acerca de los métodos de análisis y los resultados esperados. En la parte final, se pautan aspectos organizativos de la publicación, tal como aquí se presentan.

El capítulo 2 establece el marco teórico que respalda el análisis empírico. En la primera sección, se pasa revista a los sistemas de producción de arroz preponderantes en el Uruguay y sus potenciales consecuencias sobre el comercio del cereal. Se establecen los vínculos entre las decisiones estratégicas que se realizan a nivel productivo y sus consecuencias en el mercado internacional. Se pone de manifiesto la estructura y organización de su sector primario e industrial, dada la orientación eminentemente exportadora de esta producción en el Uruguay.

En otro apartado de la misma sección se definen las opciones tecnológicas estudiadas en el cultivo de arroz: adopción de buenas prácticas de manejo (BPM) y uso de organismos genéticamente modificados (OGM) y se discuten los principales aportes encontrados en la bibliografía acerca de las mismas. Asimismo, se analiza la importante relación existente entre el sector arrocero uruguayo con la investigación y la tecnología. Todo esto permite contextualizar y dimensionar la magnitud de los efectos potenciales que la adopción de determinadas tecnologías al cultivo podría alcanzar.

En la discusión también se aprovecha la oportunidad para pasar una breve revista al estado actual de la investigación en el uso de la tecnología Clearfield® en el país. Si bien no se trata de tecnología transgénica y puede ser una opción muy conveniente para el control de malezas en el cultivo, como el

arroz rojo, puede acarrear algunos de los mismos problemas de los OGM si no se la utiliza correctamente. En la segunda sección del capítulo 2 se destaca la relevancia del sector arrocero uruguayo en la economía del país y en el mercado mundial del cereal, concentrando la discusión en el tipo de productos exportados y sus principales destinos.

En la primera sección del capítulo 3 de materiales y métodos, se discuten los conceptos fundamentales proporcionados por la teoría económica acerca del equilibrio general y su aplicación en el análisis empírico de las relaciones del comercio mundial. La segunda sección describe el funcionamiento general del modelo GTAP, seguida de las modificaciones realizadas para adaptarlo a las necesidades del estudio, incluyendo la regionalización del comercio mundial considerada en el modelo para el arroz uruguayo, la apertura de sectores o productos específicos y la segmentación de los mercados compradores a través de la modelación de cambios en las preferencias de los consumidores. Se describe la forma de inclusión de los datos y de las variables utilizadas en el modelo empírico, así como el concepto de variación equivalente utilizado para estimar los cambios en el bienestar.

Los resultados de la investigación se discuten en detalle en el capítulo 4. En la primera sección se presentan los resultados de la simulación del impacto del cambio técnico originado por la adopción de las BPM en el cultivo de arroz sobre el comercio y el bienestar. En la segunda, se presentan las respuestas del modelo de simulación frente a distintos escenarios que incluyeron la adopción de BPM y de OGM. Finalmente, en el capítulo 5 se presentan las principales conclusiones de todo el trabajo, así como sus implicancias prácticas para el sector arrocero y para la economía del país, en general.

2 MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Los sistemas de producción de arroz y su relación con el comercio

2.1.1 La producción de arroz en Uruguay

En su reseña histórica del cultivo de arroz en Uruguay, la ACA hace referencia a ensayos del cultivo ya en 1869, datando el primer plantío de arroz en Santa Rosa del Cuareim (hoy Bella Unión) hacia el año 1919.

En 1926 se habría plantado la primera chacra en el departamento de Paysandú, en tanto que el año 1927 marca un momento decisivo en el futuro del cultivo con el establecimiento de arroceras en la zona Este (Laguna Merín). La evolución del cultivo en los últimos 80 años en Uruguay (área, producción y rendimiento) se ilustra en la Figura 1 a partir de datos estadísticos publicados por la ACA⁶.

Los primeros datos concretos se remontan a la década de 1930 y a partir de allí, el desarrollo del cultivo comienza a consolidarse en forma lenta pero segura. En forma arbitraria, es posible diferenciar distintas etapas de desarrollo en el cultivo (Cuadro 1).

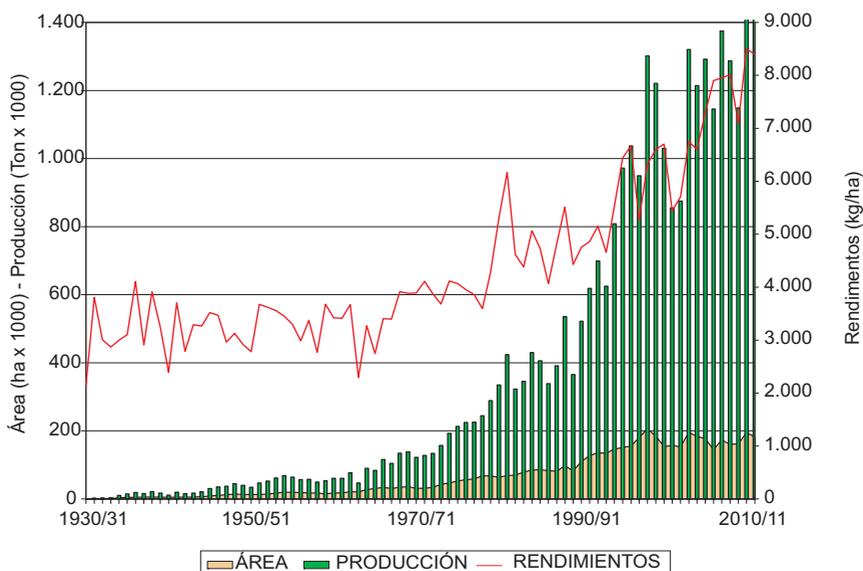


Figura 1. Área sembrada, producción y rendimientos del arroz en Uruguay.

Fuente: Elaborado en base a datos publicados por la Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA).

Cuadro 1. Etapas de desarrollo del cultivo de arroz en el Uruguay

Período (zafras)	Duración (años)	Área (hectáreas)	Producción (toneladas)	Rendimiento (kg/ha)	Variación
1930/31 a 1944/45	15	3.974	12.889	3.170	---
1945/46 a 1965/66	20	17.111	54.898	3.238	2%
1966/67 a 1980/81	15	45.848	183.906	3.955	22%
1981/82 a 1990/91	10	84.220	408.102	4.854	23%
1991/92 a 2000/01	10	157.494	926.364	5.820	20%
2001/02 a 2010/11	10	170.310	1.215.230	7.114	22%

Fuente: Elaborado en base datos de ACA.

⁶<http://www.aca.com.uy>.

Desde la zafra 1946/47 el área anual sembrada superó las 10 mil hectáreas, con una producción de más de 35 mil toneladas de arroz cáscara (*paddy*). La zafra 1962/63 marcó otro mojón al superarse definitivamente las 20 mil hectáreas, con una producción de 77 mil toneladas. A partir de la década de 1970, el incremento del área arrocerá continúa acelerándose rápidamente. Otro indicador de la evolución del cultivo, en términos de área y producción, puede establecerse en la zafra 1975/76. A partir de la misma, el arroz supera definitivamente las 50 mil hectáreas de cultivo y las 200 mil toneladas de producción.

Pero es en los siguientes 30 años en que la producción sigue incrementándose casi sin pausa y a ritmo acelerado, no solo ya debido al crecimiento del área sino a través de un incremento en la productividad por hectárea. Durante la década de 1970, el rendimiento promedio se estabiliza en el entorno de los 3.900 kg/ha pero a partir de la zafra 1980/81, la productividad del cultivo comienza también a crecer en forma acelerada. En los últimos 20 años, el área media del cultivo alcanzó las 164 mil hectáreas, con un rendimiento promedio de algo más de 6.400kg/ha y una producción total promedio de poco más de un millón de toneladas de arroz cáscara. La superficie máxima se registró en la zafra 1998/99 con 206 mil hectáreas.

Durante la última década, la superficie sembrada con arroz promedió las 170 mil hectáreas. El área máxima durante el período referido superó las 195 mil hectáreas, en la zafra 2003/04, superficie que fue prácticamente empadada en la última campaña finalizada (2010/11). La mínima se dio durante la zafra 2005/06, cuando se sembraron solamente 145 mil hectáreas. La producción total promedio durante los últimos 10 años superó 1.2 millones de toneladas de arroz cáscara, oscilando entre 856 mil y 1.658 mil toneladas.

Durante este período, la variación anual del área final sembrada osciló en alrededor de 25 mil hectáreas respecto de la media. La variación en superficie cultivada cada año

se explica, básicamente, por la variación en la disponibilidad de chacras y de agua para riego. La primera restricción es producto de la necesidad de alternar el cultivo con un período de descanso, bajo la forma de rotación. La segunda obedece a que toda el área cultivada se hace bajo riego, elemento sin el cual el cultivo no es viable. Factores vinculados a la expectativa de precios, disponibilidad de créditos o acceso a tierra, también generan variaciones en la superficie sembrada año a año. Una cosecha con rendimientos menores a los esperados o precios bajos puede derivar en una reducción en la intención de siembra de los productores para el año siguiente.

Por su parte, los rendimientos han venido mostrando una tendencia creciente desde los años 70 del siglo pasado. Afectados por las variables climáticas, dichos rendimientos han registrado una alta variabilidad en algunos años sin que esto implicara un estancamiento en su evolución. El rendimiento promedio durante los primeros 15 años de registro de datos del cultivo (1930/31 a 1944/45) apenas alcanzaba los 3.170 kg/ha. No fue muy pronunciado el incremento durante las siguientes 2 décadas (1945/46-1965/66), ubicándose el rendimiento promedio en 3.238 kg/ha (+2%). Sin embargo, en los 15 años siguientes (1966/67 a 1980/81), la productividad media creció un 22% hasta alcanzar 3.955 kg/ha.

Crecimiento similar (+23%) aunque obtenido en menos tiempo se registró en la década de los 80. El rendimiento promedio de chacra entre las zafras 1981/82 y 1990/91 se ubicó en 4.854 kg/ha. En última década del siglo XX alcanzó a 5.820 kg/ha y subió a 7.114 kg/ha en la primera del siglo XXI. El máximo promedio a nivel nacional se obtuvo en la zafra 2010/11, cuando se llegó a 8.400 kg/ha. En las últimas cuatro décadas, el rendimiento promedio nacional ha venido creciendo más de un 20% cada 10 años. Las limitantes de agua para riego registradas previo a siembra de la nueva zafra arrocerá trajeron como consecuencia una reducción del 7% en el área sembrada para 2011/12, alcanzándose las 182.000 ha.



Figura 2. Zonas arroceras en el Uruguay.

Fuente: Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA).

El cultivo de arroz se realiza en tres zonas del país: este, centro y norte (Figura 2). La zona este reúne más de la mitad de las tierras arrozables, ubicadas en los departamentos de Rocha, Llavalleja, Treinta y Tres y este de Cerro Largo. Abarca las planicies de la Laguna Merín y del Atlántico, abarcando una superficie relativamente continua y concentrada de topografía muy plana y contando con fuentes de agua muy abundantes. La zona centro abarca fundamentalmente la cuenca del Río Negro, estando confirmada por áreas discontinuas que, en general, requieren de represa para el riego. Comprende los departamentos de Rivera, Tacuarembó, oeste de Cerro Largo y norte de Durazno. Finalmente, la zona norte corresponde a tierras comprendidas en los departamentos de Artigas y Salto. Ocupa parte de la cuenca del río Cuareim y del 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.

Si bien con altibajos, el número de productores de arroz ha venido disminuyendo en los últimos 15 años⁷, como se observa en la Figura 3. Luego de promediar alrededor de 700 productores en la última mitad de los 90, esta cantidad cayó hasta un mínimo de 480 en los primeros años del nuevo siglo, recuperándose fuertemente en los tres años siguientes (2004 al 2006) en el entorno de los 500 productores. Una nueva caída en el ejercicio 2006/07 trajo nuevamente el número de productores arroceros a poco menos de 500 para estabilizarse en las últimas dos zafas en alrededor de los 550. En la zafa 2010/11 se registró un nuevo incremento, llegando a la cifra de 627 productores arroceros. El promedio para el período de 17 años para el que se cuenta con información (94/95 a 2010/11) de ACA es de 602 productores.

El tamaño medio del área por productor fue algo menor a las 290 ha durante el período referido. El reducido número de cultivadores y su fuerte integración con la indus-

⁷http://www.aca.com.uy/productores_numeros.html

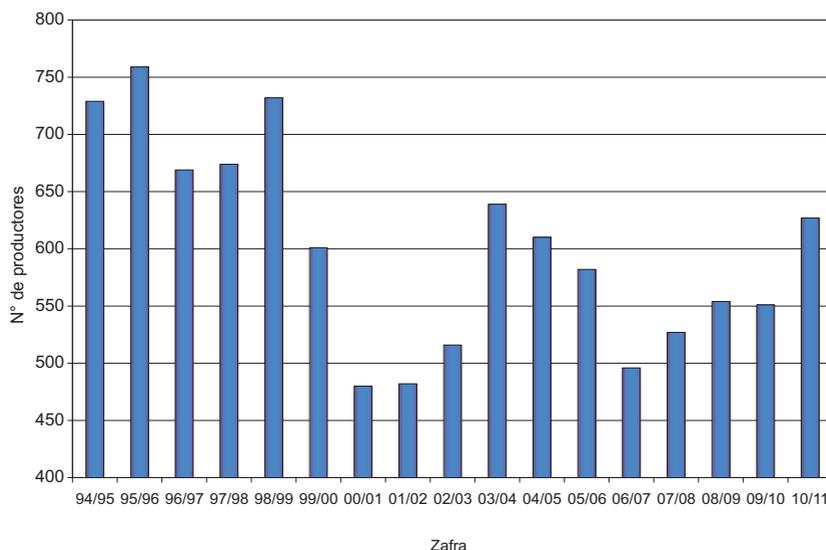


Figura 3. Evolución del número de productores arroceros (1994/95-2010/11).

Fuente: Elaborado en base a datos publicados por ACA.

tria y la investigación ha determinado que el grado de adopción tecnológica haya sido alto. Esto se refleja en el dato de rendimiento del cultivo según la escala de tamaño de los productores que se presenta en el Cuadro 2. El rendimiento según tamaño de chacra no ha variado sustancialmente entre los distintos estratos, durante los últimos seis ejercicios disponibles.

La razón de que la brecha tecnológica entre cultivadores e investigación sea reducida obedece, entre otros factores, a la integración del sector. Esta integración se refleja, por ejemplo, en la discusión de resultados de la fase agrícola que hacen las industrias, en conjunto con los productores y el INIA. Por otro lado, la investigación se apoya fuertemente en el sector productivo para

definir y discutir los lineamientos que debe tener, facilitando la devolución a los productores de los resultados obtenidos.

2.1.2 Estructura y organización del sector arrocero en Uruguay

La mayor parte de los productores arroceros se encuentran integrados a la Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA), entidad fundada en 1947. Esta institución representa a los productores, haciendo el vínculo directo con los molinos y las instituciones públicas. A su vez, es el vehículo a través del cual se difunde la tecnología disponible y se canalizan las demandas hacia la investigación y el Estado. La ACA tiene su propia revista de divulgación, a través de la cual llega a los productores y se plasma la

Cuadro 2. Rendimiento de arroz según tamaño de de chacra (kg/ha)

Tamaño de Chacra	Rendimiento de Arroz por Zafra					
	2009/10	2008/09	2007/08	2006/07	2005/06	2004/05
Total	7.094	8.012	7.901	7.881	7.290	6.600
Hasta 200	6.863	8.071	7.661	7.573	7.085	6.670
200 a 500	6.988	7.982	7.997	8.193	7.204	6.612
500 a 1000	7.123	8.100	8.045	7.722	7.418	6.564
Más de 1000	7.407	7.916	7.792	7.863		

Fuente: Elaborado sobre la base de encuestas arroceras (DIEA, 2006; 2007; 2008; 2009; 2010b).

posición de la gremial. Por su lado, la Gremial de Molinos Arroceros (GMA) agrupa desde 1950 a los molinos más importantes, lo que les permite coordinar acciones frente a las demandas de los cultivadores. Actualmente participan de la GMA las empresas Saman S.A. Molinos Arroceros Nacionales, Casarone Agroindustrial S.A. y Coopar S.A., responsables de alrededor del 70% del arroz exportado por Uruguay.

Al esfuerzo conjunto de estos dos actores se suma el INIA. Esta coordinación ha sido determinante en el devenir del sector, sobre la base de una coordinación que ha permitido llegar rápidamente a todos los agentes con la innovación tecnológica. El esquema se completa con la participación del Banco República (BROU) en la parte crediticia, el que constituye el cuarto pilar sobre el cual se desarrolla la producción y comercialización del cultivo de arroz en el Uruguay (Figura 4).

Si bien no todos los productores ni toda la industria están agrupados en las respectivas gremiales, existiendo productores que comercializan su producción en forma independiente y molinos que compran, industrializan y venden su producto por fuera del sistema de precio convenido, la mayor parte del volumen de arroz comercializado entre productores e industria se realiza a través de este sistema que cuenta ya con medio siglo de funcionamiento.

En 1959, el Estado dejó de fijar el precio al productor (fijado por el Poder Ejecutivo desde 1950), el que pasó a definirse a través de un acuerdo de carácter privado entre las dos entidades. Actualmente, la participación pública se encuentra focalizada en la llamada Comisión Sectorial del Arroz (CSA), cuyo cometido es asesorar al Poder Ejecutivo en materia arroceras (Anexo 1). El proceso de negociación del precio que se paga al cultivador cuenta ya con medio siglo de aplicación y se encuentra validado por todos los agentes, siendo uno de los aspectos que los propios integrantes de la cadena resaltan como punto fuerte de la integración. El precio acordado que surge de la negociación busca tomar en cuenta los costos de producción, el precio interno y de exportación y la proporcionalidad de cada destino.

El proceso anual comienza con una negociación al inicio de la cosecha del cultivo, en el mes de marzo. El primer hito importante es el acuerdo de un precio provisorio, que refleja las expectativas de precio para la comercialización de la cosecha de ese año. El precio provisorio se fija entorno a los meses de junio o julio, cuando la cosecha ya finalizó y parte de la misma comenzó a ser comercializada. Luego de comercializada toda la cosecha, sobre el mes de febrero del año siguiente y cuando está por comenzar una nueva cosecha, se arriba al precio definitivo para la zafra anterior. Este precio

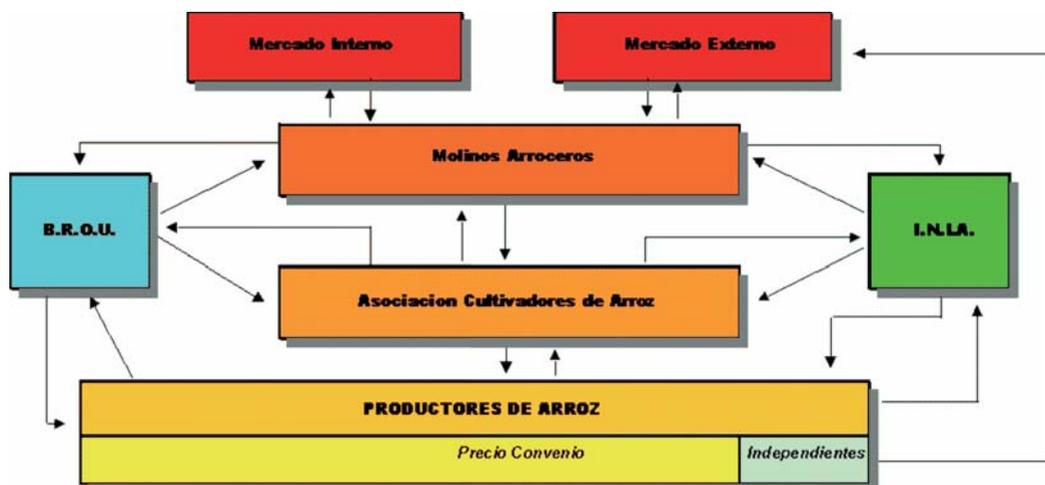


Figura 4. Organigrama de la cadena arroceras en el Uruguay.

Fuente: Asociación de Cultivadores de Arroz.

Cuadro 3. Uruguay: precio al productor de la bolsa de arroz cáscara (02/03 a 10/11)

Zafra	US\$ por bolsa de 50 kg, SSL, puesto en boca de recibo				Relación Dev. Imp./ Total
	Provisorio	Definitivo	Dev. Impuesto	Total Recibido	
2002/03	8,50	8,70	0,35	9,05	3,87%
2003/04	-	7,65	0,35	8,00	4,38%
2004/05	-	6,70	0,36	7,06	5,10%
2005/06	7,20	7,36	0,40	7,76	5,15%
2006/07	8,25	8,67	0,35	9,02	3,88%
2007/08	16,85	16,00	0,41	16,41	2,50%
2008/09	11,77	11,72	0,32	12,04	2,66%
2009/10	11,95	12,15	0,35	12,50	1,43%
2010/11	12,00	No definido	0,20	(*)12,20	1,64%

(*) – Al momento de finalizar este trabajo aun no había precio definitivo para la zafra 2010/11 por lo que el total recibido por el productor es en base al precio provisorio, fijado el 1/9/2011 con fecha valor 30/6/2011.

Fuente: Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA).

refleja el resultado de la comercialización en el mercado internacional. Por lo general, aunque no siempre, ha resultado superior al provisorio, como se observa en el Cuadro 3.

Una medida instrumentada inicialmente para los períodos en que los precios no colmaban las expectativas de molinos y cultivadores, fuera porque fueran bajos, los costos resultasen altos o ante la ocurrencia de malos rendimientos, fue la integración al precio final de un monto por concepto de devolución de impuestos indirectos. El fundamento de esta práctica, que se ha vuelto cada vez más frecuente, se centra en que existen impuestos específicos para el mercado interno que no sería lógico trasladar a aquellos productos que apuntan al mercado internacional (ACA, 2007).

Mirada desde una perspectiva amplia, la importancia de la negociación de precios radica fundamentalmente en el estrecho vínculo que se ha formado entre la ACA y la GMA, que ha permitido avanzar en otras relaciones. Los molinos han oficiado históricamente como agentes de retención del BROU y, más reciente en el tiempo, como fuente de financiación para la producción. A

su vez, los molinos proveen de asesoramiento técnico a los productores. Esto redundante en que constituyan un vínculo muy importante entre la investigación y los cultivadores. Además, son demandantes de investigación puesto que es a través de éstos que se vinculan las demandas del mercado y la investigación.

2.1.3 Relación del sector arrocero con la investigación y la tecnología

Formalmente, el vínculo del sector con INIA se da con la integración de representantes de la ACA y la GMA al Consejo Asesor Regional (CAR) del arroz. Establecidos en la ley de creación de INIA, se los define como órganos de apoyo, consulta y asesoramiento de las Direcciones Regionales de dicha institución. Como tales, a los CAR les corresponde «colaborar con el Director Regional para establecer las bases del plan regional, promover acciones de integración zonal o local y coadyuvar en la búsqueda de recursos adicionales»⁸. El INIA es un instituto público que se rige por el derecho privado, con una junta directiva integrada por re-

⁸Artículo 15 de la Ley N° 16.065 del 6 de octubre de 1989. Nótese que los CAR no se organizan por rubro sino por regional. En cada CAR operan distintos grupos de trabajo, estos sí por rubro.

presentantes del Poder Ejecutivo y de los productores. Su financiamiento se basa en aportes del Estado y a través de un impuesto específico a la producción.

En su misión, INIA se plantea «contribuir al desarrollo integral de los productores y del sector agropecuario nacional»⁹. En la decisión de las líneas de investigación específicas de cada sector hay un peso importante de los productores que se expresa a través de su integración en la Junta Directiva. En el caso específico del arroz, se expresa también directamente en la integración del CAR de la EEE de INIA-Treinta y Tres.

El número de variedades utilizado actualmente en el cultivo de arroz es reducido. Las más utilizadas fueron todas generadas en el INIA¹⁰ y han venido concentrando bastante más del 90% del área sembrada año tras año. Las tres más utilizadas actualmente representaron alrededor del 88% del área arrocera en 2010/11 (Cuadro 4). El Paso 144 es la más antigua de las tres y continúa siendo la dominante. En la zafra 2010/11 cubrió aproximadamente el 62% del área.

La variedad INIA Olimar comenzó a ser sembrada en la zafra 2003/04. Año a año se disputa el segundo lugar con INIA-Tacuarcí al tercer lugar en importancia. INIA Olimar es de ciclo más corto que las otras dos y admite un período de siembra algo más tardío. Cuando se siembra luego de la primera quincena de noviembre, logra rendimientos similares a los de El Paso 144. Esto permite ampliar la fecha de siembra, con una variedad de similar rendimiento y misma calidad que la dominante.

La existencia de un integrado y fuerte programa nacional de mejoramiento genético en INIA, el cual evalúa y genera nuevos cultivares explica en buena medida dicha concentración. Esto, junto al compromiso de los agricultores que siembran semilla certificada en la mayor parte del área, permite que la producción sea homogénea y que el tipo de arroz que produce el país disfrute de un merecido reconocimiento en los mercados de destino como de alta calidad¹¹.

Actualmente, el cultivo de arroz en el Uruguay no se realiza en forma continua sino

Cuadro 4. Porcentaje de área sembrada con cada variedad en cada zafra

Zafra	El Paso 144	INIA-Olimar	INIA-Tacuarcí	Blue Belle	Otras
2010/11	62,0	11,0	15,0	-	12,0
2009/10	58,4	19,7	14,7	-	7,2
2008/09	63,1	11,7	20,6	-	4,6
2007/08	65,2	15,5	14,4	-	4,9
2006/07	71,7	14,5	10,5	-	3,3
2005/06	66,5	17,4	12,5	-	3,6
2004/05	64,0	13,9	17,8	-	4,3
2003/04	74,2	1,8	17,8	-	6,2
2001/02	62,0	-	32,0	-	6,0
1997/98	59,7	-	35,2	1,1	4,0

Fuente: En base a encuestas arroceras hasta zafra 2009/10 inclusive (DIEA, 2002; 2003; 2004; 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010b); los datos de la zafra 2010/11 surgen del GTA (Molina, Cantou y Roel, 2011).

⁹<http://www.inia.org.uy/online/site/227811.php>

¹⁰La variedad El Paso 144 fue generada en el CIAAB, institución de investigación del Ministerio de Ganadería (MGAP) que dio origen al INIA. Es una variedad de uso público, en tanto INIA Tacuarcí y Olimar fueron patentadas por INIA.

¹¹Este reconocimiento ha sido constatado en diversas ocasiones por los autores de este trabajo a través del contacto con industriales, distribuidores e importadores de arroz de diversas partes del mundo en congresos internacionales dedicados al comercio mundial de arroz en América Latina, América del Norte y Asia.

que requiere de una rotación. El incremento de malezas y la compactación de suelos que se produce con el paso de los ciclos de cultivo reduce el rendimiento, lo que obliga a dejar la chacra en descanso durante 3 ó 4 años (si se implanta una pradera) o 6 años (si se deja regenerar el campo natural). La alternativa de hacer pradera o dejar la chacra en barbecho depende de varios factores, entre los que se puede mencionar: propiedad de la chacra, año, contrato de arrendamiento. Entre las zafras 03/04-09/10 el porcentaje de pradera sobre chacras de salida varió entre 55 y 69% (DIEA, 2010b).

Durante el período de descanso el uso del suelo se dedica a la producción ganadera. La necesidad de rotar en la chacra el cultivo dejando un período de barbecho o pradera de 4 años determina que la superficie disponible sea variable a lo largo de los años. A su vez, el cultivo puede ser realizado dos o tres años seguidos, siendo lo más frecuente la realización de dos cultivos previo al descanso de la chacra.

La rotación de arroz con ganadería implica que el área total manejada sea tres a cuatro veces mayor a la de cultivo. Esto permite reducir el impacto de los agroquímicos sobre el mismo campo, comparado con una situación de siembra de arroz continua. Este es uno de los aspectos manejados por la asociación de cultivadores para defender

su posición de agricultura ambientalmente responsable (Battello, 2007).

La necesidad de rotar chacras es un factor muy importante en la decisión de muchos arroceros de no ser dueños de la tierra o de la totalidad de las tierras que manejan. Entre las zafras 1997/98¹² y 2003/04, el porcentaje del área arrocera sembrada en campo arrendado varió entre el 60 y 70%, mostrando una tendencia creciente (DIEA, 2005; 2006). A partir de la zafra 2004/05 y de ahí en adelante en las últimas 6 zafras, más de las tres cuartas partes del arroz fue sembrado en tierra arrendada (DIEA, 2010b).

Para la zafra 2007/08 el costo promedio de arrendar una hectárea para plantar arroz fue de 10,5 bolsas/ha¹³, para todo el país (Cuadro 5). El arrendamiento se paga con producto, lo que transfiere la incertidumbre de precios al dueño de la tierra, dado que la cantidad que se paga no ha tenido grandes variaciones (menos de 17% entre 1997/98 y 2007/08). En realidad, si se compara la evolución del arrendamiento frente a la del precio promedio de la tierra en el mismo período, en términos monetarios, se observa que en los últimos años el arrendamiento pasó de representar alrededor de un 20% del valor de la tierra a prácticamente un 10%. Esto, aún cuando dicho precio se multiplicó por alrededor de una vez y media. En síntesis, el valor del arrendamiento no cambió

Cuadro 5. Valores de arrendamiento para arroz y precio promedio de la tierra en Uruguay (en bolsas/ha y US\$/ha)

Arrendamiento para Arroz y Precio de la Tierra	Zafra			
	1997/98	2002/03	2005/06	2007/08
Arrendamiento (bolsas/ha)	9,0	9,4	9,4	10,5
Precio final de la bolsa (US\$)	12,25	9,05	7,76	16,41
Arrendamiento (US\$/ha)	110,25	85,07	72,94	172,31
Precio prom. de la tierra (US\$/ha)	607,41	408,45	824,20	1.639,24
Arrendamiento/Precio (%)	18,15%	20,83%	8,85%	10,51%

Fuente: Tanto los precios de arrendamiento de arroz (en bolsas/ha) como los precios de la tierra se tomaron de DIEA (2003, 2006, 2008, 2010a), excepto para 97/98 (base de datos SERAGRO). Los precios de la bolsa de arroz son los publicados como finales por la ACA.

¹²Primer año con datos disponibles.

¹³Tanto el arrendamiento de la tierra como el pago del agua se realiza utilizando como unidad la tradicional bolsa de 50 kg de arroz cáscara sano, seco y limpio, unidad en la que se fija también el precio al productor.

sustancialmente en términos de producto, en tanto que en valores monetarios disminuyó su precio relativo debido a que el precio del cereal evolucionó por debajo del precio de la tierra.

Por otro lado, no puede dejarse de lado la creciente especialización de la producción arrocera, dejando de lado una actividad ganadera que facilita el manejo de la empresa. Para acceder a las chacras, los arroceros deben negociar con los propietarios que, en general, son productores ganaderos. Este aspecto cobra importancia cuando se piensa en alargar la presencia del arrocero sobre un campo para ajustar ciertas prácticas. Puede ocurrir que haya diferencias en los intereses de cada uno de los actores. Mientras el arrocero puede tener interés en ingresar al campo el verano anterior y permanecer durante tres años, al ganadero le interesa obtener la renta del arroz en el período de tiempo más corto posible. Este aspecto genera dificultades a la hora de aplicar las buenas prácticas de manejo que se discuten en la sección siguiente.

2.1.4 La adopción de buenas prácticas de manejo (BPM)

El término *buenas prácticas de manejo* (BPM) admite diversas definiciones que obedecen a realidades diferentes. Así, el *Crop Nutrients Council* (CNC) de Canadá¹⁴ utiliza una definición impulsada por el Ministerio de Agricultura y Alimentación del estado de Ontario (OMAF, 2003), la cual considera las BPM como un «enfoque asequible y práctico para conservar el suelo y los recursos hídricos en los predios rurales sin sacrificar la productividad»¹⁵. En particular, refiere como BPM a aquellas que «aseguran un balance completo de los nutrientes para el cultivo y aseguran que el manejo de nutrientes es seguro para el medio ambiente y permite lograr una producción económicamente rentable».

Brethour y otros (2007) citan una variedad de definiciones existentes en la literatura, adoptando finalmente la de la CNC, debido a que aplica específicamente a las BPM que refieren a cultivos alimenticios, foco de su estudio. Estos autores resaltan la importancia de los objetivos ambientales, económicos y sociales de las BPM, en la forma en que son definidos por el Instituto Canadiense de Fertilizantes (CFI)¹⁶. La definición utilizada por la *Risk Management Agency* del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, USDA (RMA, 2003) enfatiza «el manejo de los insumos que permiten la eficiencia económica y agronómica de la producción agropecuaria».

Por su parte, La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO, define el concepto de buenas prácticas agrícolas (BPA) en términos de la aplicación del conocimiento disponible a la utilización sostenible de los recursos naturales básicos para la producción, en forma benévola, de productos agrícolas alimentarios y no alimentarios inocuos y saludables, a la vez que se procuran la viabilidad económica y la estabilidad social (FAO, 2002).

Las BPA son un conjunto de prácticas que abarcan una serie de elementos más amplios que las BPM de un cultivo, ya que incluyen aspectos vinculados a manejo de residuos, manejo del agua, etc. En efecto, la GBPA publicada para el cultivo de arroz en Uruguay establece que las BPA «implican un conjunto de principios y recomendaciones técnicas aplicables a la producción, procesamiento y transporte de alimentos, que permiten alcanzar altos niveles productivos y generan valor agregado al producto final. Su implementación en el cultivo de arroz está orientada a asegurar la calidad e inocuidad del producto, el uso adecuado y eficiente de los recursos naturales involucrados en el proceso de producción (suelo, agua y biodiversidad), y brindar garantías para la salud y seguridad a

¹⁴<http://www.cropnutrientscouncil.ca/>. Último acceso: 25/02/2011.

¹⁵<http://www.omafr.gov.on.ca/english/environment/bmp/series.htm>. Último acceso: 25/02/2011.

¹⁶<http://www.cfi.ca/>. Último acceso: 25/02/2011.

las personas que participan en el mismo» (ACA-GMA- INIA-FAGRO-LATU, 2009).

En principio, puede decirse que la utilización del término BPM en este estudio es un poco más acotada ya que la definición de la GBPA, al no establecer en forma explícita objetivos ambientales o sociales. Sin embargo, al procurar un mayor rendimiento mediante una reducción en el uso de insumos y un aprovechamiento de las ventajas de su manejo agronómico, puede considerarse que la definición de BPM aquí utilizada puede inscribirse perfectamente dentro de las definiciones de la GBPA, con muy pequeños ajustes. Es así que el término BPM utilizado en este trabajo implicará también, de alguna manera, el concepto de BPA.

Para que el cultivo de arroz se considere BPM hay ciertas prácticas que son necesarias. Este manejo hace posible lograr rendimientos que, además de cubrir los costos y remunerar los factores de producción involucrados en el sistema, mantengan una interacción adecuada con el ambiente y aseguren la sostenibilidad del sistema. A lo largo de los años, la investigación nacional ha permitido definir momentos y formas de manejo adecuadas para lograr rendimientos superiores, con la menor variabilidad posible. Este ajuste en el manejo del cultivo, que no ha sido publicado como tal, es definido en este trabajo como BPM.

Según Nozar (2007), la innovación tecnológica en el cultivo de arroz en el Uruguay no ha respondido a la introducción de paquetes o sistemas de producción como tales, sino a la incorporación de técnicas o innovaciones individuales. El conjunto de innovaciones identificado en dicho trabajo se puede asimilar a lo que investigadores y agentes del sector identifican generalmente como BPM.

En Uruguay, el cultivo de arroz no suele hacerse bajo la forma de agricultura continua, entre otras razones, por la dificultad en el manejo de las malezas y la alteración en la estructura y compactación que produce en el suelo. Esto lleva a que se incluya en una rotación con pasturas o se deje la chacra en barbecho con regeneración del tapiz natural luego de 2 ó 3 ciclos de cultivo. La

regeneración del tapiz esta siendo dejada de lado por parte de los productores, ya que alarga el tiempo de retorno a la fase de cultivo en 2 años y tiene un rendimiento en kilos de carne por hectárea menor al que se obtiene al integrar la actividad ganadera mediante la implantación de praderas.

El fundamento agronómico detrás de las BPM es el ajuste del manejo del cultivo a los períodos que, de acuerdo a la investigación, permiten obtener mayores rendimientos y simultáneamente permiten reducir la variabilidad de los mismos. El manejo recomendado como BPM comienza por un laboreo primario del suelo en el verano previo a la implantación del cultivo. Esto permite evitar la preparación del suelo en invierno en épocas en que los días aptos para laboreo son menores y asegura la siembra en el período óptimo.

Hacia finales del invierno y principio de primavera las labores a realizar son menos demandantes de maquinaria. Estas fechas permiten reducir costos a través de un dimensionamiento más apropiado del parque de maquinaria, aspecto que no está debidamente relevado por la investigación. Una limitante importante para la adopción de este manejo del suelo en el 100% del área de cultivo está dada por los contratos de arrendamiento de tierra, ya que implicaría un ingreso a chacra entre 6 y 8 meses antes de lo habitual. Para los productores que no son dueños de la tierra y que no pueden concretar el acceso a la chacra en el verano previo, el manejo del laboreo debe ser ajustado en forma tal que permita ser considerado como de BPM.

En términos generales, las labores de verano consideradas como BPM incluyen una pasada con excéntrica pesada, dos pasadas con disquera y luego una pasada con niveladora, cuando la chacra viene de pastura o campo regenerado. Cuando el laboreo se realiza entre dos cultivos no hay necesidad de utilizar la excéntrica pesada. Las labores a realizar en la primavera previo a la siembra son una disquera más una niveladora o solo una disquera si el manejo del pastoreo fue realizado con categorías livianas.

Existe una alternativa de manejo que consiste en no realizar laboreos de primavera, recurriendo a la siembra directa. Esta práctica tiene un resultado similar en rendimiento para algunos tipos de suelo e historias de chacra. Mediante esta alternativa se podría definir otro sistema de BPM alternativo. Un aspecto a considerar para esta alternativa, es el manejo que se hace del pastoreo del cultivo de raigrás que se recomienda instalar entre el laboreo de verano y la siembra.

Otro aspecto, es el momento de aplicación de herbicida previo a la siembra. Cuando ambos puntos son considerados, los rendimientos son estadísticamente iguales a los que se obtienen con laboreo en primavera (Méndez y otros, 2001). En general por tratarse de procesos biológicos, el manejo de los sistemas agrícolas difícilmente pueda ser ajustado en forma estricta generándose cierto grado de flexibilidad en la combinación de prácticas que determinan al conjunto como BPM.

En relación al esquema de rotación a incluir en las BPM, una de las alternativas manejadas por INIA (Bonilla y Zorrilla, 2000) incluye un año de cultivo con laboreo de verano previo, seguido de un año de verdeo de invierno y laboreo de verano, para hacer arroz nuevamente al tercer año. Luego del segundo cultivo de arroz se implanta una pradera durante 3 años, como se observa en el Cuadro 6. A los efectos de este trabajo, dicho esquema de rotación se definió como BPM 1.

Otra alternativa manejada por los productores, en virtud de la característica de muchos contratos de arrendamiento, es que el cultivo de segundo año sea realizado en siembra directa o con mínimo laboreo en forma consecutiva al de primer año, dejándose luego una pradera por cuatro años (Batello, 2007). Este esquema se define como BPM 2. Desde una perspectiva global, se ha argumentado que esta práctica generaría una menor estabilidad del sistema agrícola-ga-

nadero, ya que el rendimiento de la ganadería sería menor en esta situación.

Esto último no está del todo claro, siendo actualmente un punto de discusión y análisis por parte de la investigación; su cuantificación escapa al alcance de este trabajo. De hecho, también puede haber dificultades para el manejo del raigrás sembrado después del laboreo de verano. Este verdeo debe ser pastoreado con animales livianos, corderos o novillos de sobreño, lo que implica que el productor ganadero tenga disponibilidad de estas categorías en el momento oportuno. De lo contrario, las huellas dejadas por los animales pueden reducir las posibilidades de usar laboreo cero en la primavera en la que realiza la siembra, ya que el riego perdería efectividad.

El manejo general del cultivo descrito a continuación es válido tanto para las BPM 1 como para las BPM 2. La fecha de siembra en época u óptima es aquella realizada entre los primeros días de octubre y la primera quincena de noviembre. La utilización de variedades de ciclo corto permite extender la siembra hasta el 30 de noviembre.

La fertilización del cultivo se realiza en dos o tres etapas. A la siembra se recomienda utilizar fertilizantes binarios del tipo 18-46-0 o similares en dosis de 120-130 kg/ha. La aplicación de urea debe ser realizada al macollaje previo a la inundación de la chacra. Esta aplicación conviene que sea hecha con el suelo seco y luego se inunde la chacra para evitar pérdidas por lixiviación o volatilización. La segunda aplicación de urea se realiza en la fase de aparición del primordio floral.

El uso de nitrógeno en el cultivo debe ser ajustado de acuerdo a las condiciones del tiempo. Veranos con baja radiación solar (alta nubosidad) y/o con temperaturas mínimas por debajo de 15 °C pueden redundar en mayores pérdidas por esterilidad. Las dosis de urea a manejar son del orden de

Cuadro 6. Esquema básico de manejo del cultivo en las BPM1 y BPM 2

Rotación	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
BPM 1	Arroz	Raigrás	Arroz	Pradera	Pradera	Pradera
BPM 2	Arroz	Arroz	Pradera	Pradera	Pradera	Pradera

Cuadro 7. Área tratada con herbicidas, fungicidas e insecticidas, por zafra

Zafra	Hectáreas Sembradas	Hectáreas Relevadas	Siembra Directa (%)	% del área relevada tratada con		
				Herbicida	Fungicida	Insecticida
2005/06	177.300	132.653	25,9	95,1	s/d	10,9
2006/07	145.000	112.053	39,1	96,7	60,1	5,5
2007/08	172.959	141.317	32,6	94,2	59,1	5,9
2008/09	160.670	140.409	34,0	96,2	67,3	4,4
2009/10	161.939	141.441	29,9	97,6	80,6	8,4
2010/11	195.000	173.180	29,6	98,6	98,6	3,8
Promedio	168.811	140.176	31,9	96,4	73,1	7,8

Fuente: El área sembrada corresponde a datos de las Encuestas Arroceras (DIEA-MGAP) publicados por ACA; los datos restantes provienen de los resúmenes anuales presentados en el GTA de INIA (Molina y Roel, 2006; 2007; Molina, Cantou y Roel, 2008; 2009; 2010; 2011).

50 kg por aplicación. En cualquier caso el ajuste de momento y dosis de fertilización varía de acuerdo a diversos factores, por ejemplo, tipo de suelo e historia de chacra.

En el Cuadro 7 se presenta información acerca del uso de herbicidas, fungicidas e insecticidas en el cultivo de arroz, para las últimas seis campañas (2005/06 a 2010/11 inclusive). La información se presenta como porcentaje del área relevada que recibió aplicación de estos productos. La misma fue generada en base a datos proporcionados por las empresas arroceras y presentada en junio de cada año en la reunión del Grupo de Trabajo Arroz que se lleva a cabo en la Estación Experimental del Este (INIA-Treinta y Tres. Adicionalmente, se incluyó una columna con el porcentaje del área arroceras desarrollada bajo siembra directa, información que es proveniente de la misma fuente.

En el Uruguay, el control de malezas se realiza combinando el uso de herbicidas y el manejo del riego. En caso de ser factible, una aplicación de herbicida preemergencia (*clomazone + glifosato*) reduce las necesidades de una segunda aplicación. En los casos en los que la aplicación es post-emergencia conviene realizar un baño para incentivar la actividad de las malezas y así lograr un mejor control. En este caso no se utiliza *glifosato*, siendo sustituido por *propanil* o *quinclorac*. A continuación de la aplicación post-emergencia se debe realizar la aplicación de fertilizante al macollaje para luego

inundar la chacra en forma permanente. El período siembra a emergencia varía de 15 a 7-8 días de acuerdo a la fecha de siembra. La espera desde la emergencia hasta inundación debe ser de 30 días a un máximo de 35. En términos promedios, la aplicación de herbicidas se realiza en más del 95% de las chacras de arroz, en el Uruguay.

La aplicación de fungicidas esta asociada al momento de la floración, como preventivo. En el caso de ser el segundo año de cultivo su utilización es recomendada. A modo de ejemplo, el área tratada con fungicidas llegó al 60% del total en la zafra 2006/07. Dicho porcentaje se mantuvo en la zafra siguiente, incrementándose a 67% durante la campaña 2008/09. En la zafra 2009/10, la aplicación de fungicida alcanzó al 82% del área arroceras en tanto que en 2010/ 11 cubrió prácticamente la totalidad del área arroceras. En las últimas 6 zafras de arroz, la aplicación de fungicidas alcanzó en promedio al 73% del área arroceras del país

El uso de insecticidas no es recomendado como parte de las BPM, no habiéndose superado, en promedio, el 8% del área en las últimas seis zafras, teniendo en cuenta que en las zafras 2005/06 y 2009/10 se dio un nivel de aplicación extraordinaria debido a problemas puntuales de insectos ocurridos en ambas campañas. Dejando de lado estos dos años, la aplicación no ha llegado al 5% del área.

Cabe aclarar que la definición de BPM para cualquiera de las dos rotaciones escogidas no es excluyente de otros sistemas actuales o que puedan surgir en el futuro tendientes a mejorar aun más el manejo del cultivo en relación al cuidado del medio ambiente. La investigación en esta área está comenzando y el propósito de este trabajo es evaluar el impacto que han tenido hasta ahora. Este trabajo no pretende ni puede abarcar toda la temática referida a este tema. Las BPM presentadas son dos grandes esquemas que fueron utilizadas con la intención de valorar su impacto en los costos productivos.

No hay evidencia directa que permita asegurar que los consumidores de arroz de los países desarrollados estén dispuestos a pagar un premio por un tipo de «arroz natural» o proveniente de sistemas de producción que utilizan BPM. Sin embargo, la adopción generalizada de este tipo de prácticas podría representar, al menos, la diferencia entre vender o no arroz a dichos mercados. Si bien relativa a otros cultivos, sí existe evidencia empírica en el sentido de la existencia de una importante relación entre las BPM de los sistemas e producción y la demanda por los productos así generados, en los mercados desarrollados (Scarpa, Spalatro y Canavari, 2003).

2.1.5 El uso de organismos genéticamente modificados (OGM)

La denominación de cultivos transgénicos hace referencia a la incorporación de genes de otras especies en el material genético de una especie. Esta tecnología es una parte de la ingeniería genética que permite además de la transgénesis, la eliminación o alteración de genes de la propia especie. El uso de la biotecnología¹⁷ permite mejorar características agronómicas del cultivo como son la resistencia a plagas, sequías o herbicidas o mejorar la calidad del mismo para beneficio de los consumidores, la industria procesadora o la producción animal. Estas características de calidad pueden incluir

mejoras en la calidad nutricional, mayor vida útil o una mejora en las características de procesamiento (Nielsen y Anderson, 2000).

El último informe publicado por el *International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications* (ISAAA) sobre la situación mundial de la comercialización de cultivos biotecnológicos GM señaló que el año 2010 se cumplieron 15 años de comercialización de cultivos biotecnológicos, plantados por primera vez en 1996 (James, 2010). De acuerdo al mismo, la superficie sembrada con cultivos biotecnológicos/GM acumuló mil millones de hectáreas entre 1996 y 2010, lo que estaría demostrando «que no hay vuelta atrás en la producción de cultivos biotecnológicos». El informe expresa que «tuvieron que pasar 10 años para llegar a los primeros 500 millones de hectáreas en 2005, pero ha bastado la mitad de ese tiempo para plantar otros 500 millones y alcanzar un total de mil millones de hectáreas en 2010». Los 1,7 millones de hectáreas agro-biotecnológicas de 1996 se multiplicaron por 87, hasta alcanzar los 148 millones de hectáreas en 2010.

De acuerdo al mismo informe, el número de países productores de cultivos biotecnológicos se elevó a 29 en 2010, 4 más que en el año anterior. El número de países que han decidido plantar cultivos GM ha ido en constante aumento desde los 6 de 1996 hasta los 18 de 2003, los 25 de 2008 y los 29 de 2010. Destaca asimismo que por primera vez, los diez primeros países en el ranking cultivaron más de 1 millón de hectáreas cada uno. Uruguay aparece en el ranking. Estos son EE.UU. (66,8 millones de hectáreas), Brasil (25,4), Argentina (22,9), India (9,4), Canadá (8,8), China (3,5), Paraguay (2,6), Pakistán (2,4), Sudáfrica (2,2) y Uruguay (1,1 millones de hectáreas).

Todos estos, junto a los 19 restantes que componen el listado total (8 europeos, 6 latinoamericanos, 3 asiáticos, 1 africano y 1 de Oceanía), son catalogados como «mega» productores de transgénicos al superar las 50 mil hectáreas de cultivos. De los 29 países agro-biotecnológicos, 19 son países en

¹⁷Una definición amplia de biotecnología refiere a la manipulación de organismos vivos para producir bienes y servicios que sean de utilidad para el ser humano (Roy-Macauley 2002, citado por Falck-Zepeda, J. 2006).

desarrollo y sólo 10 son países industrializados. Finalmente, el informe estima que el número de países productores de cultivos GM se elevará a 40 en 2015, el último año de cumplirse la segunda década de comercialización (James, 2010).

Los cultivos transgénicos autorizados en Uruguay son la soja con resistencia al glifosato (evento MON 40-3-2 de *Monsanto*, autorizado en octubre de 1996) y el maíz con gen de acción insecticida (evento MON 810 de *Monsanto* y Bt11 de *Syngenta*, aprobados en junio de 2003 y mayo de 2004, respectivamente)¹⁸. La intención de siembra con estos cultivos en la zafra 2009/10 con estos cultivos fue de 863 mil hectáreas de soja y de 96 mil hectáreas de maíz (DIEA, 2010c). Mergen y Yankelevich (2010) señalaron que el 99% del área de soja plantada en Uruguay es «RoundUp Ready®»¹⁹; para el maíz, la proporción de OGM ha ido aumentando desde 2,6% en 2003 hasta 82% en las últimas dos zafras (2008/09 y 2009/10). De acuerdo a estos datos, Uruguay no habría alcanzado aún el millón de hectáreas atribuidas por James (2010) para esa última zafra aunque sí lo habría hecho en la zafra 2010/11, donde la soja habría superado esa cifra por sí sola, en tanto que el maíz habría alcanzado las 100 mil hectáreas²⁰.

Aunque a nivel global el número de especies registradas con eventos transgénicos es de doce, son solo cuatro las especies que se cultivan a una escala registrada. James (2010) señaló que la soja siguió siendo el principal cultivo biotecnológico en 2010, ocupando el 50% del área de transgénicos (73,3 millones de hectáreas), seguido por el maíz (46,8 millones) con el 31%, el algodón (21 millones) con 14% y la canola o colza (7 millones) con el 5%. Estos cultivos tienen como destino la industrialización (producción de aceite o fibras) o la alimentación animal.

En el cultivo de arroz, uno de los problemas más importantes en lo que se refiere a

malezas es la infestación por «arroz rojo» (*Oriza sativa*), maleza que afecta significativamente tanto el rendimiento del cultivo como la calidad del grano. Al compartir muchas propiedades fisiológicas con el arroz comercial, los herbicidas que controlan arroz rojo también dañan a este último. Como señala Pazos (2007), hasta hace unos años no existían herbicidas que controlaran selectivamente el arroz rojo, por lo que, buscando soluciones a este problema, la industria desarrolló tres sistemas de tolerancia a herbicidas en arroz comercial: «RoundUp Ready®», «Liberty Link®» y «Clearfield®».

El arroz Clearfield®, perteneciente a la compañía alemana BASF, tiene resistencia adquirida a los llamados herbicidas IMI, de la familia de las *imidazolinonas*. Su utilización permite alcanzar el control químico del arroz rojo y de un amplio espectro de malezas (Blanco y otros, 2009). Al no tratarse de materiales transgénicos, los sistemas Clearfield® no levantan las mismas resistencias que los primeros²¹. Su adopción no presenta, en principio, efectos significativos sobre el comercio, que es lo que se pretende cuantificar en esta investigación, por lo que no estarían incluidos en el alcance de este trabajo. No obstante, comparten con las variedades transgénicas un problema potencial, a saber, el riesgo de flujo génico entre los cultivares comerciales y el arroz rojo. En la próxima sección de este capítulo se amplía la discusión sobre esta alternativa tecnológica, poniendo el énfasis en su desarrollo en Uruguay.

El arroz RoundUp Ready® es un arroz transgénico, resistente al glifosato. Según Pazos (2007), *Monsanto* no habría llegado a comercializar este arroz previendo los grandes cuestionamientos de los que sería objeto. El sistema Liberty Link® es otro arroz transgénico, resistente al *glufosinato de amonio*, mediante la introducción de una secuencia de genes proveniente de una bac-

¹⁸Cámara Uruguaya de Semillas (CUS). URL: <http://www.cus.org.uy/es/biotecnologia/cultivos-aprobados>.

¹⁹RoundUp® y RoundUp Ready® son marcas registradas de la empresa *Monsanto*. Los eventos MON 40-3-2 y MON 810 son RoundUp Ready®.

²⁰Cifras manejadas por el Ing. Agr. Daniel Bayce, Gerente de la CUS, en entrevista radial con el periodista Lic. Leonardo Bolla en el programa «Contacto Rural» de CX4 Radio Rural AM 610, el día 18 de marzo de 2011.

²¹Algunos críticos alegan que los peligros que representan los cultivos no transgénicos resistentes a herbicidas son prácticamente los mismos que representa cualquier cultivo transgénico (Pazos, 2007).

teria. Algunas líneas ya han sido aprobadas en distintas partes del mundo y otras aun no han logrado esa aprobación (Lima y Abreu, 2009). El sistema Liberty Link® pertenece a la compañía *Bayer CropScience*.

Según Pazos (2007), el transgénico Liberty Link® ha sido protagonista de varios casos de contaminación genética con serias consecuencias a nivel comercial. En 2006, se encontraron trazas de este transgénico (LL601) en semillas de arroz Clearfield® en Estados Unidos, provocando la prohibición temporaria, por parte del gobierno, de plantar arroz Clearfield® y la destrucción de las plantas ya sembradas. Gómez (2008) señaló que este incidente llevó a una activación de los controles en Europa, donde se descubrió el LL601 en 15 países europeos²². Estos controles evidenciaron también la presencia ilegal del arroz transgénico chino Xianyou BT63 en Reino Unido, Francia, Alemania y Austria.

Más cerca en el tiempo, el 18 de marzo de 2009 se llevó a cabo en Brasilia una audiencia pública²³ promovida por la Comisión Técnica Nacional de Bioseguridad, CTNBio (*Comissão Técnica Nacional de Biossegurança*) a fin de discutir la solicitud de autorización formulada por Bayer CropScience, para la liberación comercial de la variedad Bayer LL62 en Brasil. El proceso debía culminar durante el segundo semestre de 2009 pero quedó sin resolver durante casi un año. En mayo de 2010, la CTNBio retomó el debate a través de «mesas de discusión técnica», buscando aportar nueva luz a la discusión, frente al escepticismo de grupos ambientalistas como Greenpeace.

En junio de 2010, Bayer CropScience anunció el retiro temporal de la solicitud, alegando la «necesidad de ampliar el diálogo con los miembros clave de la cadena de producción en Brasil». Fuentes ambientalistas, en cambio, atribuyeron la decisión de la empresa a las protestas de grupos ambientales y de consumidores y a las objeciones planteadas por el sector agricultor, luego que

desde la academia se señalara que podrían existir cruzamientos de la nueva variedad con arroz rojo²⁴. Annou, Wailes y Kramer (2000) destacaron el riesgo potencial de polinización cruzada entre el arroz cultivado y el rojo como uno de los principales desafíos que enfrenta la liberación comercial de variedades transgénicas de arroz.

El Instituto Internacional del Arroz (IRRI) ha venido trabajando en la incorporación al arroz un gen de *Bacillus thuringiensis* que produce una enzima con acción insecticida (arroz Bt). Esta tecnología esta diseñada para atacar plagas en el cultivo, específicamente un coleóptero. Esta variedad de arroz aun no se encuentra disponible comercialmente y además ataca un problema que no está presente en Uruguay. Fue introducida en Irán con el objetivo de multiplicarla para obtener semilla (James, 2005). A su vez, China tiene un programa para desarrollar arroz Bt con el objetivo de incorporar resistencia a insectos. Según Gómez (2008), este arroz no está aprobado para consumo humano.

En una dirección completamente diferente, un equipo liderado por los investigadores Ingo Potrykus y Peter Beyer comenzó a trabajar a principios de 1990 en un proyecto auspiciado por la Fundación Rockefeller y la Unión Europea (UE), que culminó con la creación del llamado «Arroz Dorado» (*Golden Rice*). El arroz dorado ha sido referido como el primer organismo modificado genéticamente destinado a incrementar los aportes de vitamina A en la dieta. En particular, es un arroz modificado genéticamente para acumular en su embrión betacaroteno y otros carotenos precursores de la vitamina A (Fernández Guidal, 2001).

Subsanados los obstáculos científicos y legales iniciales, que concluyeron con un acuerdo firmado con la compañía Syngenta, la liberación comercial de esta variedad transgénica se ha encontrado con la fuerte oposición de algunas organizaciones como *Greenpeace* (Hernández y Ezcurra, 2001) y

²²Como consecuencia directa de la pérdida del mercado europeo por parte del arroz estadounidense, Uruguay logró incrementar sensiblemente las exportaciones de este cereal a la UE, la que a partir de esa fecha se convirtió en un importante destino de exportación para el sector arrocero nacional.

²³Processo CTNBio 01200.003386/2003-79. <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/13289.html>

²⁴<http://wakeup2010.blogspot.com/2011/01/bayer-gmo-rice.html>. Último acceso: marzo 2011.

el *Institute of Science in Society*, ISIS (Ho, 2009). Potrykus (2001) ha insistido que el arroz dorado satisface todas las exigencias expresadas por las organizaciones críticas con los OGM. Desde entonces ha estado en debate permanente con los detractores de esta tecnología (García-González, 2004).

Nielsen y Anderson (2003) se han referido a los GMO enfocados a características deseadas por los consumidores, tal el caso del Arroz Dorado, como transgénicos de segunda generación. Dichos autores reconocieron que el comercio de alimentos genéticamente modificados implica una serie de problemas que pueden derivar en verdaderas controversias comerciales. Haciendo referencia directa al Arroz Dorado, alertaron sobre el riesgo de que la segunda generación de los alimentos transgénicos, los cuales tienen el potencial de beneficiar directamente a los consumidores, nunca se materialice.

La controversia causada por la adopción de OGM ha llevado a discutir su impacto en la producción y la economía en su conjunto. Mientras algunos trabajos sostienen que la adopción de OGM produce ganancias para los agricultores, derivadas de incrementos de rendimiento o reducción de costos (Anderson, Jackson y Nielsen, 2004), otros han sugerido que la adopción de OGM no redundará en beneficios para los países en desarrollo, debido a que estos serían capturados por parte de las empresas de biotecnología (Anderson y Jackson, 2006).

Un punto importante en la discusión, al menos para el Uruguay, es qué posibilidades tiene un país pequeño y en desarrollo de participar en el diseño de las mismas. Al respecto, Anderson y Jackson (2006) presentan tres argumentos por los que la aparición de los transgénicos no redundará en beneficio de los países en desarrollo. El primero es que hay solo un pequeño número de empresas de biotecnología que van a capturar los beneficios de esta innovación. Un segundo argumento es que estas empresas no van a invertir en países en desarrollo ya que los beneficios en los mismos son pequeños y tienen sistemas de protección para los derechos de propiedad intelectual poco efectivos, así como mercados de semillas pequeños. El tercer aspecto es la

posición contraria de Europa y otros mercados por motivos vinculados al medio ambiente y de seguridad alimentaria.

En el caso de Uruguay, el problema que podría ser abordado con la incorporación de biotecnología al cultivo de arroz es el manejo de malezas. Sin embargo, desde el inicio el sector arrocero uruguayo ha mostrado una posición contraria a los mismos. Uno de los temores expresados por la ACA y los representantes de la industria es que las ventajas potenciales del uso de la biotecnología finalmente no compensarán las potenciales pérdidas derivadas de mayores restricciones al acceso a algunos mercados de importancia para el Uruguay (Aguerre y Battello, 2002).

Al respecto, Hareau, Mills y Norton (2005) argumentaron que en Uruguay, el problema trasciende al mero cumplimiento de un marco regulatorio y se ubica a nivel del posicionamiento estratégico del país. Esto es debido a que dicha decisión se relaciona directamente con la mejora de la competitividad, las condiciones de acceso a los mercados y la promoción de una imagen comercial en el concierto mundial.

Al analizar los beneficios potenciales de la introducción de una variedad de arroz resistente a herbicidas y la distribución de estos beneficios entre productores y propietarios de la innovación, los autores concluyeron que las multinacionales no invertirían recursos significativos en el desarrollo de una variedad transgénica adaptada a las condiciones locales, debido a lo reducido de los beneficios económicos a obtenerse en un pequeño país en desarrollo y de reducida base productiva.

Según Annou, Wailes y Kramer (2000), otro desafío se plantea con la resistencia creciente de los consumidores y la industria procesadora de alimentos hacia los cultivos GM y la dificultad para mantener un sistema de segregación adecuado a lo largo de la cadena. Utilizando un modelo multirregión, Lapan y Moschini (2004) encontraron que los costos de verificación y administración de un sistema de etiquetado de productos GM, tal como lo sugieren los países europeos, pueden resultar en la negativa de algunos países productores a incorporar OGM. Esto puede ocurrir especialmente en Sudamérica,

ya que es una región en la que no se retiene la renta monopólica de la venta de semillas GM.

En tanto se mantiene una moratoria en muchos países industrializados, la Unión Europea (UE) sustituyó la moratoria para transgénicos por una nueva regulación, a partir de mayo de 2004. Esta nueva regulación incluye laboriosos y onerosos requerimientos de segregación, preservación de identidad y etiquetado, que la tornan al menos tan restrictiva para el comercio como la moratoria anterior. Anderson y Jackson (2006), han sugerido que la UE tendría ganancias si permitiera la adopción e importación de OGM, en términos de bienestar.

Sheldon (2001) ha afirmado que las preocupaciones expresadas por el público en Europa son básicamente un movimiento popular en lugar de una tentativa explícita de introducir barreras al comercio: los consumidores consideran que estarían enfrentando fuertes riesgos sin que, en contrapartida, implique la captura de beneficios que, por otro lado, serían pocos. Otra explicación de la posición contraria sostenida por la UE puede encontrarse en Evenson (2006), quien ha sostenido que «la mayor parte de los países de la UE obtendrían poco o ningún beneficio de la reducción de costos que los cultivos OGM introducen. Esto se debería a que no producen algodón, en tanto que producen un área muy reducida de canola, soja y arroz. El único cultivo que se produce en un área relevante es el maíz. Por tanto, aun con un 80% de adopción de cultivos OGM la reducción de costos sería de 1-2%».

Knight, Mather y Holdworth (2005) no hallaron evidencia que indique que la presencia de cultivos GM en un país provoque una percepción negativa sobre los alimentos no-GM importados desde ese país. Esto puede explicar la mayor presencia de arroz uruguayo en Europa a pesar de que en el país se cultivan granos y oleaginosos GM. Estos autores estudiaron la percepción de los distribuidores y no de los consumidores. Encontraron que el rechazo a los alimentos provenientes de cultivos GM se debe a la percepción de que se altera un principio central de la cultura occidental, como es el vínculo entre la familia y la seguridad en relación al alimento como símbolo sustancial. Los dis-

tribuidores consultados indicaron que es poco factible que los consumidores europeos admitan alimentos de origen GM en el mediano plazo, aun cuando estos hayan permitido una reducción en el uso de agroquímicos.

Según Nielsen, Thierfelder y Robinson (2003), los organismos reguladores de la UE ven a las variedades GM y convencionales como productos diferenciados debido al riesgo que se percibe. Así, la UE estableció el etiquetado obligatorio para todos los alimentos o ingredientes de alimentos que posean más de 1% de ADN/proteínas genéticamente modificadas. Por este motivo, los autores plantearon que la segmentación de los mercados con variedades GM y no-GM etiquetadas puede ser una alternativa para superar estas trabas. Bajo estas condiciones, existiría un mercado para los productos no-GM, en el que los consumidores podrían mostrar una mayor disposición a pagar, dada una mayor preferencia por éstos.

Otro aspecto considerado en la literatura sobre la posición de la UE respecto a esta tecnología es aportada por van Meijl y van Tongeren (2004). Estos autores indican que dicha posición obedece a la Política Agrícola Común (PAC). El mercado europeo está parcialmente aislado de las variaciones de precios en los mercados internacionales. Como consecuencia de esto, es difícil que las variaciones en productividad de otras regiones tengan efecto sobre la producción agrícola europea.

Esto se contrapone con algunos análisis, donde se sugiere que los incrementos en la productividad llevarían a pérdidas en los mercados para los agricultores europeos, debido a que omiten los efectos de la PAC. Un ejemplo de lo anterior es el trabajo de Nielsen y Anderson (2001). Con la incorporación de los efectos de la PAC, estos autores concluyeron que la UE puede aislarse de los efectos de incrementos de productividad internacionales y de los precios. A su vez, la UE puede afectar los mercados internacionales con su propio incremento de productividad. Estos autores concluyen que la única forma por

la cual se produciría una pérdida de bienestar en la UE sería con una prohibición de importar granos GM. Esto incrementaría la producción interna y produciría una reasignación de recursos en la economía que resultaría negativa en términos de bienestar.

En relación a lo anterior, un aspecto en el que se pone atención especial es la posición de los consumidores. Sobre todo se ha estudiado la posición de los consumidores de los países desarrollados. Nielsen, Thierfelder y Robinson (2003) consideran que los consumidores podrían elegir los productos no-GM y pagar un precio más alto por ellos. Encuentran que un mercado segmentado sin restricciones al comercio en las regiones críticas a los GM permite ajustar libremente los cambios en la demanda.

Cuando el consumidor crítico requiere de un descuento en el precio para consumir productos GM, la producción de GM en países que adoptan la tecnología no se expande tanto como lo haría en el caso de que los consumidores vieran ambos tipos de alimento como sustitutos. El resultado final depende de que rechacen las variedades GM y del impacto en la productividad de los GM sobre los no-GM, que tienen un precio superior. En este sentido, en este tipo de análisis siempre se confrontan los beneficios y costos derivados de los incrementos de productividad versus las señales transmitidas por el mercado a través de los precios.

Otro aspecto que surge con la tecnología GM es que los mercados para este tipo de productos son generados por el lado de la oferta. Gifford y otros (2005) indicaron que el mercado de productos orgánicos se ha generado a partir de la demanda de los consumidores, en tanto la existencia de productos GM proviene de las ventajas que estos tienen para la producción.

En un estudio de innovación y comercio con fallas de mercado, Lapan y Moschini (2004) encuentran que, aparentemente, los productos GM son débilmente inferiores en calidad que los no-GM.

Esto significa que para algunos consumidores los alimentos elaborados con productos GM son iguales a los no-GM, en tanto hay algunos que consideran que los no-GM son estrictamente superiores. Si el producto superior no puede ser distinguido del considerado inferior el equilibrio que surge en este mercado tiene una alta proporción del bien de baja calidad, tal como ocurre en el modelo de Akerlof (1970).

El etiquetado de los productos GM puede solucionar en parte este problema, preservando el derecho a elegir de los consumidores. Pero es importante distinguir entre la información contenida en la etiqueta y el costo requerido para verificar la información que es relevante para el consumidor. Aun cuando los alimentos no-GM no tengan que ser etiquetados existe el costo de tener un sistema de trazabilidad que asegure la veracidad implícita de ser no-GM por no tener etiqueta.

La posición de los consumidores influye en distintos niveles sobre la decisión de adoptar o no variedades GM. Para modelar las preferencias, por lo tanto, se deben considerar la posición de los mismos, como parte de una valoración que será subjetiva. En el caso del sector arrocero se carece de información objetiva sobre el impacto en la producción. Así como tampoco se conoce la respuesta de la demanda a un cambio tecnológico de esta magnitud.

Uno de los pocos trabajos que refiere específicamente al arroz y menciona la preferencia de los consumidores es el de Anderson, Nielsen y Robinson (2000). En su trabajo, los autores sostienen que «las aparentes diferencias en las preferencias y visiones sobre temas ambientales y el derecho de los consumidores a saber qué es lo que consumen en sus alimentos es poco probable que desaparezcan en el futuro próximo. Si esto determinará o no disputas por efectos sobre el comercio depende de la dirección y magnitud de los cambios sobre la producción, el comercio y el bienestar, ocasionados por la respuesta a las diferentes tecnologías en los distintos países».

La eventual incorporación de variedades transgénicas genera un problema de coexistencia con las variedades convencionales si la adopción no es total. Según Falck-Zepeda (2006), la coexistencia refiere a un sistema de producción que permita el cultivo de OGM, la agricultura orgánica y la convencional²⁵. Es definida como la habilidad de los productores de hacer una elección práctica entre cultivos convencionales, orgánicos o genéticamente modificados, de acuerdo a las normas legales para el etiquetado y los estándares de pureza.

Para lograr la coexistencia habría que considerar cinco aspectos: i) mercados domésticos para los productos diferenciados; ii) mercados internacionales para los productos diferenciados; iii) segregación, trazabilidad y sistemas de preservación de identidad (STIP), iv) marcos legales para asignar responsabilidades e identificar daños; y v) políticas, planes y capacidades para la biotecnología y la bioseguridad. Para el caso del arroz producido bajo un sistema de buenas prácticas de manejo, algunas de estas consideraciones deberían ser incluidas, sobretudo la confirmación de que existen mercados internacionales para el mismo y un sistema que asegure el STIP.

Un tema que incluye la coexistencia es el costo del etiquetado del producto. Huffman y otros (2003) dividen el costo en dos componentes, uno fijo y otro variable. El primero incluye los análisis, la segregación, la trazabilidad y los sistemas de preservación de identidad y la prima por riesgo por no cumplir con el contrato. El costo variable se asocia al monitoreo necesario para determinar la veracidad del tipo de producto.

El estudio realizado por estos autores reporta que el costo de preservación de identidad en trigo en EE.UU. es de 53 dólares por tonelada para un nivel de tolerancia de 5%. Pero indican que el costo de etiquetado podría ser menor. Eventualmente podrían ser los productores de cultivos y alimentos no-GM los que recurrieran al etiquetado de sus productos con el propósito de lograr un pre-

mio en el precio. Esto dependerá de la posición de los consumidores y de la ganancia potencial que estimen se pueda lograr por diferenciar su producto.

2.1.6 Sistemas alternativos no transgénicos (Clearfield®)

Las variedades de arroz Clearfield® aun no ocupan un área muy extensa en el Uruguay. Es probable que en la última zafra arrocería (2010/11) la superficie plantada se haya ubicado en el entorno de las 8.000 hectáreas, algo así como un 4% del área total de arroz en el país. Los materiales resistentes cultivados actualmente en el Uruguay y en la región son CL 161, Puita INTA CL, Avaxi CL, IRGA 422 CL y Sator CL, los cuales llevan distintas mutaciones en el gen que codifica a la enzima ALS (Saldain, 2009a).

En particular, esta tecnología ha experimentado un importante crecimiento en Brasil, por lo general, en forma un tanto desordenada. La abundancia de arroz rojo en las chacras del vecino país, sumado a las bajas exigencias de calidad de semilla, hacen que la introducción en forma irregular de variedades Clearfield® hacia Uruguay pueda ser riesgosa para la propia sostenibilidad de la tecnología.

Como ya fuera indicado, las variedades Clearfield® no son transgénicas, razón por la cual no levanta las mismas resistencias de los OGM. De todos modos, voces críticas insisten en que los peligros que representan los cultivos no transgénicos resistentes a herbicidas son prácticamente los mismos que representa cualquier cultivo transgénico (Pazos, 2007). Así, sostienen que en aspectos tales como la soberanía alimentaria, el control industrial, el daño a los mecanismos de control biológico, la aparición de «supermalezas» o el uso indisociable de agrotóxicos, no existen básicamente diferencias.

La resistencia de los materiales Clearfield® a las *imidazolinonas* (IMI) fue obtenida por mutaciones inducidas, originalmente por Louisiana State University (LSU).

²⁵Coexistencia no implica la existencia simultánea de las tres formas de producción. Refiera tan solo a que se permita la existencia conjunta de al menos dos de ellas.

Más recientemente, una nueva fuente de resistencia fue desarrollada por INTA, en Argentina, de la cual se obtuvo la variedad Puita INTA (Molina y otros, 2010). INIA se encuentra trabajando en el desarrollo de germoplasma resistente a la familia de las IMI y adaptado a las condiciones locales, en asociación con la empresa BASF, propietaria de esta característica. Desde 2001, este esfuerzo conjunto se concentra en la segunda generación de resistencia²⁶, que ofrece mayor tolerancia al herbicida. En la actualidad se dispone un número importante de líneas experimentales en evaluación y se entiende prioritario ofrecer al sector variedades resistentes (Blanco y otros, 2009).

De acuerdo a la evidencia recogida en los trabajos de INIA, Saldain (2009a) señaló que la introducción de la resistencia en el arroz a los principios activos de la familia química de las IMI por medio de técnicas del mejoramiento convencional dentro de la misma especie, ha permitido controlar al arroz rojo selectivamente junto a un amplio espectro de otras malezas sin afectar a las variedades de arroz. A su juicio, este logro concluyó con un largo período donde no existía la posibilidad de controlar al arroz rojo de una manera tan eficaz y selectivamente en áreas extensas. Por su lado, Saldain y Bermúdez (2009) no encontraron efectos de interferencia del herbicida IMI sobre especies forrajeras sembradas en el otoño después del arroz Clearfield®, a las dosis evaluadas. Saldain (2009b) tampoco encontró efectos de su aplicación en el arroz Clearfield® sobre las variedades de arroz sin resistencia a las imidazolinonas como cultivos subsiguientes.

En 2007 la ACA y la GMA tomaron una decisión de carácter transitorio por la cual acordaron no cultivar variedades de tipo Clearfield® en Uruguay. La medida, que obedeció a una estrategia meramente comercial, fue levantada en la zafra 2008/09. Entre tanto, en la zafra 2007/08 dio comienzo la ejecución del proyecto «Impacto ambiental de

la tecnología Clearfield® en sistemas de producción de arroz contrastantes de América Latina» (Pérez de Vida y otros, 2008). Uno de los trabajos planteados dentro del proyecto fue la evaluación del riesgo de flujo génico hacia el arroz rojo.

La información generada a lo largo de tres del proyecto permitió confirmar la ocurrencia de eventos de cruzamientos entre el cultivar Clearfield® y el arroz rojo en el primer año de uso de la tecnología (Pérez de Vida, Rosas y Bonnacarrère, 2010). De acuerdo a los autores, la continuidad en el uso de la tecnología promueve la exclusión de alelos de tolerancia al herbicida y perpetua los genes de resistencia, desvirtuando el propósito de la tecnología en plazos breves. Al respecto, estimaron que en 4 años de uso continuo de los mismos herbicidas, aproximadamente el 90% de los individuos de arroz rojo serán resistentes. Señalaron, finalmente, que a nivel visual seguramente se apreciará una baja densidad de los mismos en el campo, no obstante su incremento dependerá únicamente de la capacidad de producir semillas viables, sin mecanismos químicos de mitigación.

Es probable que el área de arroz con tecnología Clearfield® seguramente tenga algún grado de expansión en las próximas zafas siguientes, por lo que los resultados surgidos de este proyecto adquieren suma relevancia. Al decir de Pérez de Vida, Rosas y Bonnacarrère (2010), permitirán a los actores de la cadena disponer de información relevante y con anticipación para el uso de la tecnología en modo sostenible, aprovechando su potencialidad y mitigando efectos indeseables como la aparición de malezas resistentes a herbicidas inhibidores de la enzima *acetolactato sintasa* (ALS).

La utilización del sistema Clearfield®, combinando variedades resistentes e imidazolinonas, permite incorporar el control químico del arroz rojo, controlando también un amplio espectro de malezas (Blanco y otros, 2011). No

²⁶Ya en 1998 comenzaron los trabajos de mejoramiento en INIA, con líneas provenientes de la primera generación de resistencia, de la que originaron variedades como CL 121, CL 141 e IRGA 422 CL. Aunque se avanzó hasta seleccionar materiales de buen comportamiento agronómico, esta fuente no presentaba una tolerancia consistente en nuestras condiciones por lo que, en acuerdo con BASF, se decidió discontinuar el material de primera generación y proseguir el desarrollo de germoplasma basado en la segunda generación de resistencia lograda por LSU. Esta fuente de resistencia fue obtenida mediante mutagénesis en la variedad Cypress, con un nivel de tolerancia mucho mayor que el de la primera generación (Molina y otros, 2009).

obstante, el uso abusivo y reiterado de herbicidas IMI sin otras medidas de manejo complementarias favorece la selección de tipos de arroz rojo con resistencia a los mismos lo cual significaría perder la oportunidad de utilizar esta herramienta para un efectivo control de esta maleza (Marchesi, 2011).

2.2 El mercado mundial de arroz y el posicionamiento de Uruguay

2.2.1 Producción, consumo y comercio mundial

A nivel mundial, la producción de arroz está fuertemente concentrada en Asia. Nueve de los principales 10 países productores provienen de este continente. De acuerdo a las últimas cifras disponibles de FAO, estos 9 países, liderados por China e India²⁷, sumaron una producción de 577,5 millones de toneladas de arroz cáscara en el año 2008, lo cual representó 84.2% de la producción mundial (Figura 5).

Considerando el ranking de los primeros 20 países productores, 15 de ellos provienen del continente asiático, totalizando 613 millones de toneladas (89.4%). El primer país no asiático en el ranking es Brasil, con una producción de alrededor de 12 millones de

toneladas, representando 1.76% de la producción mundial en 2008. Uruguay, por su parte produce el 0,2% del arroz mundial. Los 20 primeros productores concentran el 96,4% de la producción (Cuadro 8).

La mayor parte del arroz mundial se consume en los mismos países productores, siendo esta una característica distintiva de la cadena productiva del arroz. Nueve de los diez mayores productores integran también el listado de los diez mayores consumidores de arroz, en términos absolutos (USDA-FAS, 2011). Los cinco primeros (China, India, Indonesia, Bangladesh y Vietnam), se ubican en ese mismo orden en ambos listados, respondiendo por el 71% de la producción y del consumo. En opinión de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo, UNCTAD, esto hace que los mercados domésticos estén muy segmentados y sean, también, muy protegidos.

A partir de la información del Cuadro 9, se observa el incremento que se ha venido registrando en el consumo mundial de arroz en el último quinquenio (2007-2011), de acuerdo a información difundida por el Departamento de Agricultura de los EE.UU. (USDA-FAS, 2011). El promedio para el período se ubica en 437,4 millones de toneladas de arroz procesado, cifra equivalente a poco más de 650 millones de toneladas.

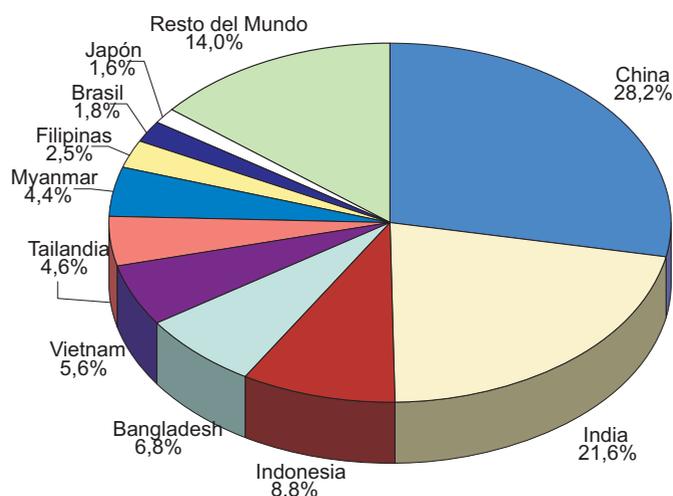


Figura 5. Participación de los 10 mayores productores mundiales de arroz.

Fuente: Elaborado en base a FAOSTAT (2011).

²⁷Estos dos países juntos responden por prácticamente el 50% de la producción mundial de arroz.

Cuadro 8. Mayores productores de arroz cáscara a nivel mundial (2008)

País Productor		Arroz Cáscara		
		Valor (US\$×1000)	Cantidad (t)	%
1	China	36.561.286	193.354.175	28,19%
2	India	30.246.312	148.260.000	21,62%
3	Indonesia	12.440.012	60.251.072	8,78%
4	Bangladesh	9.868.753	46.905.000	6,84%
5	Vietnam	7.918.880	38.725.100	5,65%
6	Tailandia	6.059.404	31.650.632	4,61%
7	Myanmar	5.612.813	30.500.000	4,45%
8	Filipinas	3.382.928	16.815.548	2,45%
9	Brasil	2.522.762	12.061.465	1,76%
10	Japón	2.337.305	11.028.750	1,61%
11	Pakistán	2.162.313	10.428.000	1,52%
12	Estados Unidos de América	1.930.780	9.241.173	1,35%
13	Egipto	1.476.323	7.253.373	1,06%
14	Camboya	1.463.123	7.175.473	1,05%
15	República de Corea	1.464.007	6.919.250	1,01%
16	Nepal	850.799	4.299.264	0,63%
17	Nigeria	864.799	4.179.000	0,61%
18	Sri Lanka	802.185	3.875.000	0,56%
19	Madagascar	592.679	3.000.000	0,44%
20	República Dem. Popular Laos	536.618	2.927.140	0,43%
Total 20 Primeros Productores		129.094.081	648.849.415	94,60%
Total Mundial		136.293.624	685.874.696	100,00%

Nota: Los valores monetarios son cifras no oficiales. El volumen de producción de Myanmar es no oficial en tanto que el de Madagascar es estimado por FAO.

Fuente: Elaborado en base a FAOSTAT (2011).

Considerando el promedio de los últimos 5 años, China e India representan en conjunto el 51% del consumo mundial de arroz. Igual que en el ranking de mayores productores, Brasil es el único país no asiático dentro de los primeros 10 consumidores mundiales (Figura 6).

En lo que respecta a los patrones de consumo de arroz, la UNCTAD (2011) distingue tres grandes modelos, a saber:

- *modelo asiático*, con un consumo medio superior a los 80 kg/hab. por año (China 90 kg; Indonesia 150 kg; el récord lo tiene Myanmar con más de 200 kg)

Cuadro 9. Principales países consumidores de arroz (2007-2011)

País Consumidor	Millones de Toneladas de Arroz Procesado					Promedio	
	2007	2008	2009	2010	2011	Cantidad	%
1 China	127,2	127,5	133,0	134,3	136,0	132,4	30,3%
2 India	96,7	90,5	91,1	85,7	91,0	90,0	20,6%
3 Indonesia	35,9	36,4	37,1	38,0	38,9	37,5	8,6%
4 Bangladesh	29,8	30,8	31,0	31,6	33,1	31,5	7,2%
5 Vietnam	18,8	19,4	19,0	19,2	19,3	19,2	4,4%
6 Filipinas	12,0	13,5	13,1	13,3	13,3	13,1	3,0%
7 Myanmar	16,7	10,3	9,7	9,9	10,1	10,1	2,3%
8 Tailandia	9,8	9,6	9,5	10,0	10,2	9,9	2,3%
9 Brasil	8,4	8,4	8,4	8,4	8,5	8,4	1,9%
10 Japón	8,3	8,2	8,3	8,2	8,1	8,2	1,9%
11 Nigeria	4,4	4,5	5,2	5,3	5,5	5,1	1,2%
12 Corea del Sur	4,9	4,7	3,8	4,8	4,8	4,6	1,1%
13 EE.UU.	4,0	3,9	4,0	3,9	4,0	4,0	0,9%
14 Camboya	3,7	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	0,9%
15 Egipto	3,3	3,3	4,0	3,7	3,4	3,5	0,8%
16 Irán	3,3	3,3	3,3	3,4	3,4	3,3	0,8%
Resto del Mundo	25,5	50,1	52,7	54,6	53,6	52,8	12,1%
Total arroz procesado	412,7	428,1	437,0	438,1	447,0	437,4	100,0%
Equivalente Cáscara	629,5	639,0	652,2	654,0	667,2	652,8	-

Fuente: Elaborado en base a datos de USDA-FAS (2011).

Nota: Los valores de 2011 corresponden a proyecciones del USDA, realizadas en marzo de 2011. La conversión de arroz procesado a equivalente cáscara se realizó en base a un rendimiento promedio del 67%.

• *modelo «PVD subtropical»*, con un consumo medio anual *per cápita* entre 30 y 60 kg (Colombia 40 kg; Brasil 45 kg; Costa de Marfil: 60 kg)

• *modelo occidental*, con un consumo medio inferior a 10 kg/hab. por año (Francia 4 kg; EE.UU. 9 kg)

El anuario estadístico 2009 de la División de Estadísticas de la FAO muestra que en el período 2003-2005, el consumo de arroz, medido en kilocalorías diarias en la dieta de cada persona, estuvo liderado por Vietnam (1.632 kcal/día), Bangladesh (1.580), Laos (1.473), Camboya (1.415), Myanmar (1.356),

Indonesia (1.235), Filipinas (1.146), Tailandia (1.021), Madagascar (989) y Sri Lanka (925). Nuevamente aquí, nueve de los primeros 10 mayores consumidores de arroz per cápita son asiáticos.

De acuerdo a la misma fuente, Cuba (668) encabeza el listado de países latinoamericanos, acaparando el puesto 26 a nivel mundial, seguido por Panamá (594) en el puesto 30. Perú (497) aparece como tercero en América Latina y primero entre los sudamericanos. Más lejos y tras varios otros países de Centroamérica y Sudamérica, aparece Brasil (403) en el puesto 45 del ranking

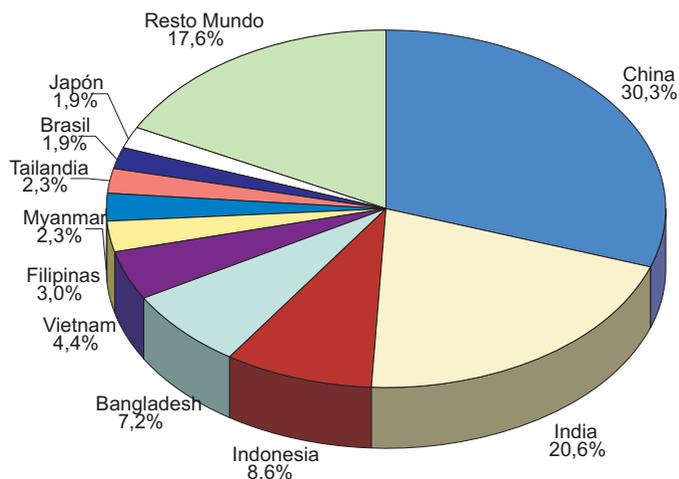


Figura 6. Participación de los 10 mayores consumidores mundiales de arroz.

Fuente: Elaborado en base a USDA-FAS (2011).

mundial. En el puesto 73 de entre un listado de 171 países, aparece Uruguay con 180 kcal diarias (FAO, 2011). En términos de consumo energético, el consumo de arroz por habitante en nuestro país aparece por encima de Venezuela, Honduras, Paraguay, El Salvador, Chile, México, Guatemala y Argentina, entre los países latinoamericanos.

A pesar de esta alta concentración en producción y consumo, el comercio mundial del grano (exportaciones), solo representa entre 5% y 7% de la producción (FAO, 2011; USDA-FAS, 2011; UNCTAD, 2011). La cantidad que entra en el comercio internacional anualmente oscila entre los 27 y los 30 millones de toneladas de arroz procesado (entre 35 y poco más de 40 de arroz cáscara). El mercado internacional del arroz se caracteriza por ser pequeño, en relación a la producción, y volátil, con elementos de inestabilidad e incertidumbre que lo distinguen de otros, como el de maíz y trigo. En el período 1961-99, el promedio de la relación comercio/producción fue 18,2% para el trigo, 13,7% para el maíz y solo el 4,6% para el arroz (FAO, 2011).

Esto determina que las variaciones de la producción tengan un efecto importante sobre el volumen comercializado. Esta situación se ve acentuada por las políticas sobre arroz de los gobiernos de los principales

países productores y consumidores. De hecho el arroz es el principal grano para la alimentación humana en varios países de Asia. Esto lleva a que en varios de esos países se protejan los mercados domésticos y se autoricen las exportaciones solo cuando hay excedentes. Esto, en conjunto con las variaciones en las cosechas entre años, resulta en una situación de mercado mundial altamente variable e impredecible (Nielsen y Yu, 2002).

El Cuadro 10 presenta el ranking de los mayores 10 exportadores netos de arroz en el año 2008, construido sobre la base de cifras no oficiales de la FAO. Las cantidades totales de exportación, importación y balance neto se transformaron a equivalente cáscara de acuerdo a la proporción de cada producto (cáscara, integral, procesado y quebrado). La exportación de arroz se encuentra altamente concentrada en 5 países, que concentran casi un 90% de la oferta neta, tal como se aprecia en la (Figura 7).

Tailandia es el mayor exportador mundial de arroz, concentrado el 36,8% de las ventas del año 2008, con aproximadamente 13,7 millones de toneladas equivalente cáscara. El 85% del arroz exportado por este país se hizo bajo la forma de arroz procesado (8.673 mil toneladas), siendo también el mayor exportador de este producto, así como de

Cuadro 10. Ranking de exportadores netos de arroz (2008)

Exportador	Exportación Neta Equivalente Cáscara				Cantidad Exportada por Producto			
	Exp.	Imp.	Neta	%	Blanco	Integral	Cáscara	Quebrado
1 Tailandia	13.813	-	13.813	33,7%	8.673	294	-	1.250
2 Vietnam	7.285	-	7.285	17,8%	4.735	-	-	-
3 Pakistán	4.020	-	4.020	10,8%	2.599	-	-	209
4 EE.UU.	4.834	-852	3.972	10,7%	1.706	339	1.801	101
5 India	3.818	-	3.818	10,3%	2.474	-	12	-
6 Uruguay	978	-	971	2,6%	501	164	9	71
7 Italia	1.098	-168	924	2,5%	621	106	11	66
8 China	1.439	-524	915	2,5%	809	146	22	-
9 Argentina	563	-	560	1,5%	282	100	7	35
10 Egipto	281	-	275	0,7%	173	-	8	62
Otr. Exp. Netos	857	82	775	2,1%	364	244	89	100
Import. Netos	2.002	-39.360	-37.358	0,6%	917	155	27	342
Total	40.986	-40.986	0	-	24.158	1.420	1.986	2.236

Nota: Los pesos se expresan en miles de toneladas métricas. Los campos sin datos (-) indican volúmenes no significativos (<1.000 ton). Los totales de exportación, importación y netos corresponden a peso equivalente de arroz cáscara, en tanto que las cantidades exportadas por producto expresan el peso del producto. Las cifras correspondientes a los importadores netos se incluyen para posibilitar el cierre de los totales.
Fuente: Elaboración propia en base a FAOSTAT (2011).

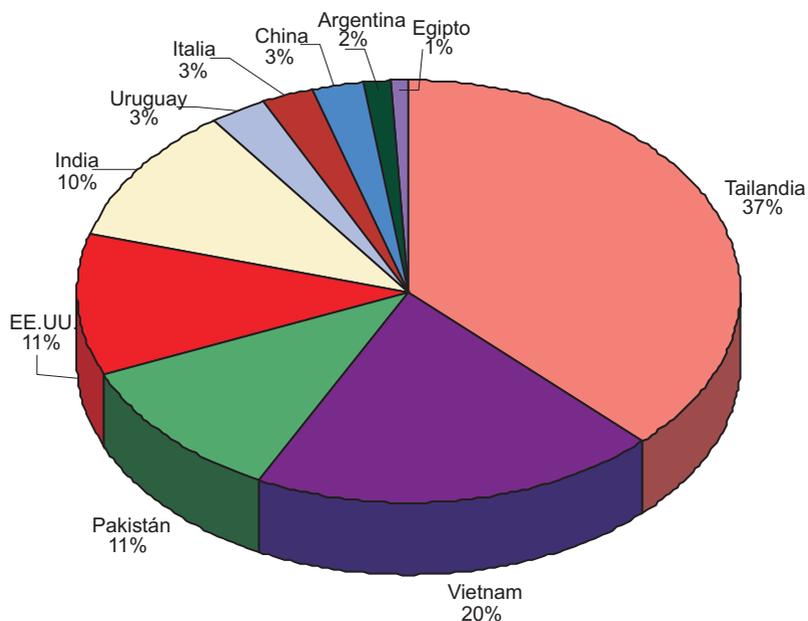


Figura 7. Participación de los 10 mayores exportadores netos de arroz.

Fuente: Elaborado en base a FAOSTAT (2011).

arroz quebrado (1.250 mil). Vietnam (7.285 mil) ocupó el segundo lugar con el 19,6% de las exportaciones en 2008, en tanto que Pakistán (3.999 mil) ocupó el tercero con 10,8%, desplazando por poco a EE.UU. (10,7%) como exportador neto, ya que si bien este último exportó una mayor cantidad total del cereal durante dicho año (4.824 mil), también resultó un importante importador (852 mil). En términos de producto, EE.UU. fue el mayor exportador mundial de arroz cáscara (1.801 mil) y arroz integral (339 mil).

Aunque con volúmenes sensiblemente menores, Uruguay forma parte del selecto grupo de mayores exportadores de arroz del planeta. Al discriminar por producto, ocupa el décimo lugar como exportador de arroz cáscara, a nivel mundial, el tercero como exportador de arroz descascarado (integral), el noveno de arroz procesado y el sexto como exportador de arroz quebrado. Ubicado entre el octavo y noveno lugar en términos de cantidad total, sube al sexto lugar del ranking si se consideran las exportaciones netas (FAOSTAT, 2011).

En efecto, muchos exportadores de arroz son, a su vez, importadores del cereal (EE.UU., China, Brasil, Japón). Algunos, incluso presentan históricamente un balance

negativo en el comercio internacional de arroz. Países como Brasil, Emiratos Árabes Unidos o Bélgica, los cuales regularmente exportan importantes volúmenes de arroz pero también importan importantes cantidades, no figuran en el ranking de mayores exportadores netos. También grandes exportadores netos como Vietnam, India o Egipto han debido recurrir a las importaciones de arroz en años particulares en los que enfrentaron problemas en su producción.

Un caso sintomático ha sido justamente Brasil, noveno mayor productor mundial y también noveno mayor consumidor (USDA-FAS, 2011). Históricamente un importador neto, en años recientes Brasil se embarcó en la búsqueda del autoabastecimiento. Desde entonces, ha oscilado entre el déficit y el superávit de arroz, según la suerte sufrida por la producción doméstica en cada zafra (Lanfranco, 2009; 2010; 2011).

Para Brasil, el balance entre la producción y el consumo propio ha resultado casi siempre ajustado, de modo que las posibilidades de exportación de arroz de este país (mayoritariamente de arroz *parbolizado* o vaporizado) van ligadas a la necesidad de importar un cierto volumen de arroz (arroz blanco, *no parbolizado*) para satisfacer el consumo interno (Figura 8).

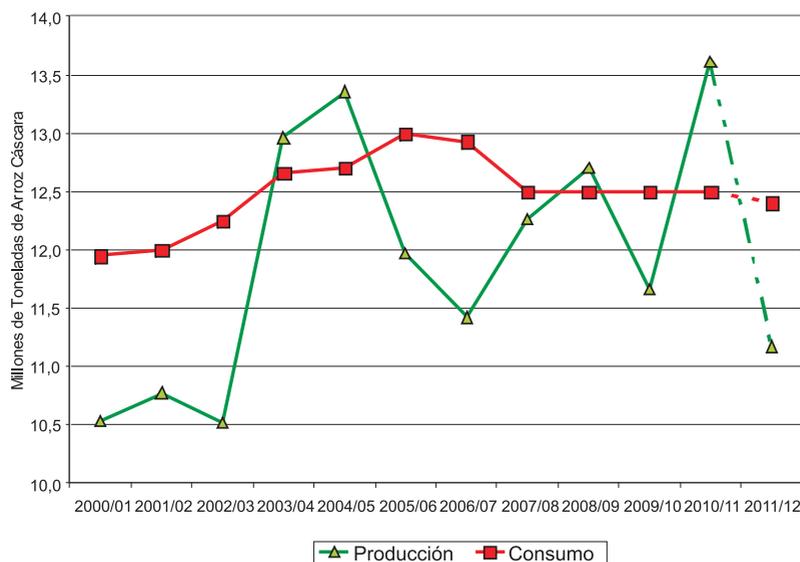


Figura 8. Brasil: Balance entre producción y consumo, últimas 11 zafras.

Fuente: Elaborado en base a datos oficiales de la CONAB (2011), excepto zafra 2012 (estimados).

Algunos exportadores históricos de arroz, como Camboya y Myanmar se mantuvieron alejados del mercado internacional por varias décadas, debido a políticas de aislamiento, dirigidas al autoabastecimiento y la seguridad alimentaria. A partir de un sensible cambio ocurrido en los últimos 5 años en dichas políticas y que incluye un crecimiento agresivo en los volúmenes de producción, ambos países apuntan a reposicionarse nuevamente como grandes exportadores mundiales²⁸. En particular, el gobierno de Camboya se ha propuesto exportar 8 millones de toneladas hacia 2015 (FCRMA, 2009; Aung, 2009).

En tanto, las importaciones se hayan mucho más repartidas, ya que los diez mayores importadores solo concentran el 39% del volumen. Filipinas es el mayor importador mundial, siendo el responsable por poco

más del 10% del arroz que se importa en el mundo. Compra anualmente alrededor de 2,5 millones de toneladas de arroz procesado. En esta lista de mayores importadores netos, la mayoría es también asiática (Cuadro 11). En el año 2008, los 7 primeros del ranking fueron de ese origen. Agregándose a Filipinas, los otros seis principales destinos asiáticos fueron Irán, Malasia, Arabia Saudita, Bangladesh, Emiratos Árabes Unidos e Irak.

África ocupa el segundo lugar como destino del arroz importado, aunque muchos de los países de este origen son básicamente compradores de arroz quebrado. Sudáfrica y Costa de Marfil fueron los importadores netos más importantes de África. El primer latinoamericano en la lista es México, ocupando precisamente el décimo lugar del ranking (Figura 9).

Cuadro 11. Ranking de importadores netos de arroz (2008)

Importador	Importación Neta Equivalente Cáscara				Cantidad Importada por Producto			
	Exp.	Imp.	Neta	%	Blanco	Integral	Cáscara	Quebrado
1 Filipinas	-	-3.859	-3.859	10,4%	2.500	13	-	-
2 Irán	-	-1.731	-1.731	4,7%	1.125	-	-	-
3 Malasia	-	-1.510	-1.510	4,1%	883	-	129	-
4 A. Saudita	-	-1.465	-1.465	3,9%	926	40	-	-
5 Bangladesh	4	-1.286	-1.282	3,4%	781	84	-	-
6 Em. Árabes	803	-1.967	-1.164	3,1%	1.278	-	-	-
7 Irak	-	-1.068	-1.068	2,9%	694	-	-	-
8 Sudáfrica	1	-964	-963	2,6%	626	-	-	-
9 C. de Marfil	-	-843	-843	2,3%	548	-	-	-
10 México	1	-717	-716	1,9%	-	717	-	-
Otr. Imp. Netos	1.193	-23.952	-22.572	2,1%	13.587	501	1.636	2.149
Export. Netos	38.985	-1.626	37.174	0,6%	855	47	221	87
Total	40.987	-40.987	0	0,3%	23.854	1.402	1.986	2.236

Nota: Los pesos se expresan en miles de toneladas métricas. Los campos sin datos (-) indican volúmenes no significativos (<1.000 ton). Los totales de exportación, importación y netos corresponden a peso equivalente de arroz cáscara, en tanto que las cantidades exportadas por producto expresan el peso del producto. Las cifras correspondientes a los exportadores netos se incluyen para posibilitar el cierre de los totales. Fuente: Elaboración propia en base a FAOSTAT (2011).

²⁸FAO no los registra con importantes volúmenes de exportación en los últimos años, si bien, de acuerdo a datos del USDA-FAS (2011), Myanmar ha venido exportando un promedio de 550 mil toneladas de arroz procesado en los últimos 5 años, en tanto que Camboya registra un promedio de 940 mil toneladas en el mismo período, aumentando año tras año.

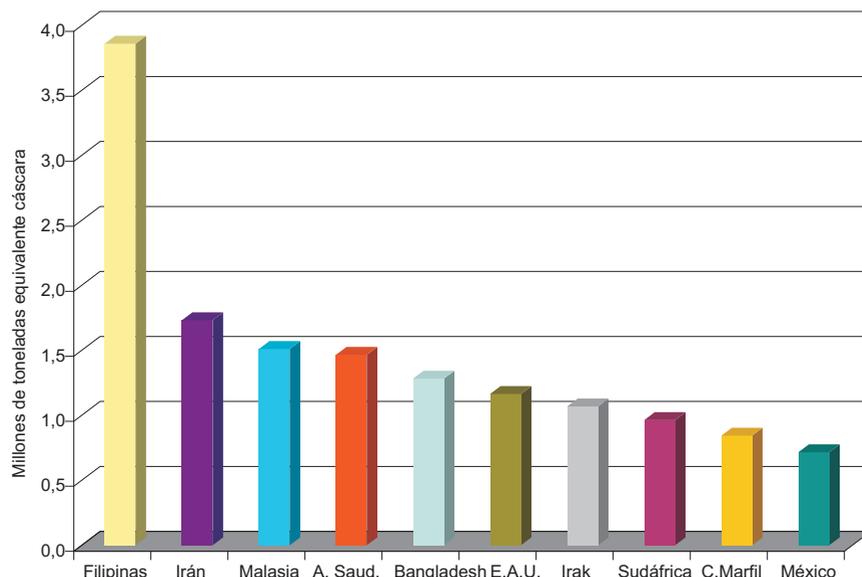


Figura 9. Principales importadores netos de arroz en el mundo.

Fuente: Elaborado en base a FAOSTAT (2011).

2.2.2 Uruguay, productor arrocero orientado al mercado mundial

Uruguay es el país con mayor tradición exportadora de arroz en toda América Latina. En términos relativos, es el que exporta la mayor proporción de su producción en todo el mundo. Con un consumo *per capita* en torno de los 11 ó 12 kilos por año, el mercado interno de arroz en el Uruguay ha representado históricamente apenas un poco más del 5% de su producción. Un volumen similar de grano es utilizado como semilla por los productores en tanto que el resto es colocado en el mercado internacional. En algunos años, el volumen exportado llegó a superar incluso el 95% de la producción.

La importancia de las exportaciones de arroz para la economía del país queda de manifiesto en el Cuadro 12, donde se presenta el ranking de los 10 principales productos exportados para los últimos 5 años (2007-2011). El valor FOB generado por el arroz representó en promedio el 6,8% del valor total de exportaciones uruguayas de bienes. En el trienio 2007-2009 ocupó el segundo lugar detrás de la carne bovina mientras que solamente en los últimos dos años (2010 y 2011) fue relegado al tercer lugar de la lista por la soja.

La mayor parte del arroz exportado se realiza en forma procesada (arroz blanco). Entre 1996 y 2004, la cantidad de arroz exportada bajo esta forma alcanzó un promedio de algo más de 415 mil toneladas, representando el 57% del total exportado (Cuadro 13), oscilando en un rango aproximado de entre 370 mil toneladas y 480 mil toneladas. A partir de 2005, dicho producto pasó a representar un porcentaje mayor en las exportaciones de arroz, representando más del 70% entre 2005 y 2011 y promediando poco más de 580 mil toneladas. Dentro de la categoría arroz procesado, el arroz pulido blanco, no parbolizado, ha representado tradicionalmente por lo menos las tres cuartas partes.

El arroz integral o marrón ha sido el segundo tipo de producto más exportado, representando en el entorno del 20% del total. Por su lado, los embarques al exterior de arroz cáscara y arroz quebrado promedian poco más del 7% durante el período 1996-2011. No obstante, analizando su evolución se observa que la exportación de arroz cáscara ha venido cayendo en términos tanto absolutos como relativos, aunque con fuertes oscilaciones. Entre 1996 y 2004, las ventas de arroz cáscara promediaban algo más del 13% pero a partir de 2005 decaye-

Cuadro 12. Uruguay: Principales productos de exportación (2007-2011)

Productos según Código Arancelario**	2011		2010		2009		2008		2007	
	FOB*	%	US\$*	%	US\$*	%	US\$*	%	US\$*	%
1 Carne bovina	1.300	16,2	1.103	16,4	955	17,6	1.197	20,0	805	17,7
2 Grano de soja	858	10,7	706	10,5	456	8,4	327	5,5	209	4,6
3 Arroz	475	5,9	385	5,7	447	8,2	462	7,7	286	6,3
4 Trigo y morcajo	344	4,3	351	5,2	274	5,0	119	2,0	51	1,1
5 Leche y natas	321	3,9	237	3,5	157	2,9	177	3,0	128	2,8
6 Madera en bruto	311	3,2	247	3,7	200	3,7	178	3,0	119	2,6
7 Queso y requesón	236	2,9	194	2,9	130	2,4	149	2,5	113	2,5
8 Malta cebada, etc.	213	2,7	146	2,2	175	3,2	168	2,8	90	2,0
9 Artículos varios	195	2,4	156	2,3	131	2,4	137	2,3	118	2,6
10 Lanas y pelos	178	2,2	133	2,0	100	1,8	123	2,1	135	3,0
Total	8.022	100,0	6.728	100,0	5.428	100,0	5.979	100,0	4.539	100,0

*Valor FOB en millones de dólares. FOB (*Free On Board*) significa «franco a bordo» o «puerto de carga convenido». Término usado en comercio internacional y que refiere al precio en el puerto de carga.

**Código arancelario a cuatro dígitos, excepto para carne bovina, que se agrupó a dos posiciones.

Fuente: Elaborado en base a información oficial de la Dirección de Aduanas, disponible en URUNET.

Cuadro 13. Uruguay: exportaciones de arroz total y por producto (1996-2011)

Año	Tonelaje Total	Exportación por Producto (toneladas)				Equivalente Cáscara	US\$ FOB Millones
		Cáscara	Integral	Blanco	Quebrado		
1996	647.537	101.580	108.099	380.516	57.343	819.898	237.2
1997	706.717	108.389	131.125	411.997	55.206	902.016	274.9
1998	681.698	129.334	82.798	396.629	72.936	844.237	280.6
1999	808.697	141.449	190.705	453.176	23.368	1.065.337	209.4
2000	760.645	21	274.622	444.446	41.556	1.011.024	167.9
2001	884.057	41.532	297.440	473.520	71.566	1.127.109	179.5
2002	705.262	93.557	165.781	414.419	31.505	929.311	146.1
2003	735.519	158.334	182.186	367.064	27.935	940.178	206.6
2004	634.346	93.290	141.855	399.202	-	874.334	181.3
2005	737.398	8.578	116.570	545.737	66.512	991.967	203.5
2006	709.092	3.367	156.282	486.020	63.423	941.293	209.8
2007	815.725	6.145	189.022	574.965	45.293	1.117.645	286.1
2008	760.866	7.948	162.588	518.688	71.542	1.004.481	461.8
2009	993.586	32.387	180.396	688.332	92.470	1.312.838	447.2
2010	784.485	18.068	89.841	586.777	89.799	1.035.478	385.5
2011	937.657	12.020	167.244	667.567	90.826	1.244.886	475.2
Promedio 96-04	729.387	96.387	174.957	415.663	42.380	945.938	209.3
	100,0%	13,2%	24,0%	57,0%	5,8%		
Promedio 05-11	819.830	12.645	151.721	581.155	74.309	1.092.655	352.7
	100,0%	1,5%	18,5%	70,9%	9,1%		

Fuente: Elaborado en base a información oficial de la Dirección de Aduanas, disponible en URUNET

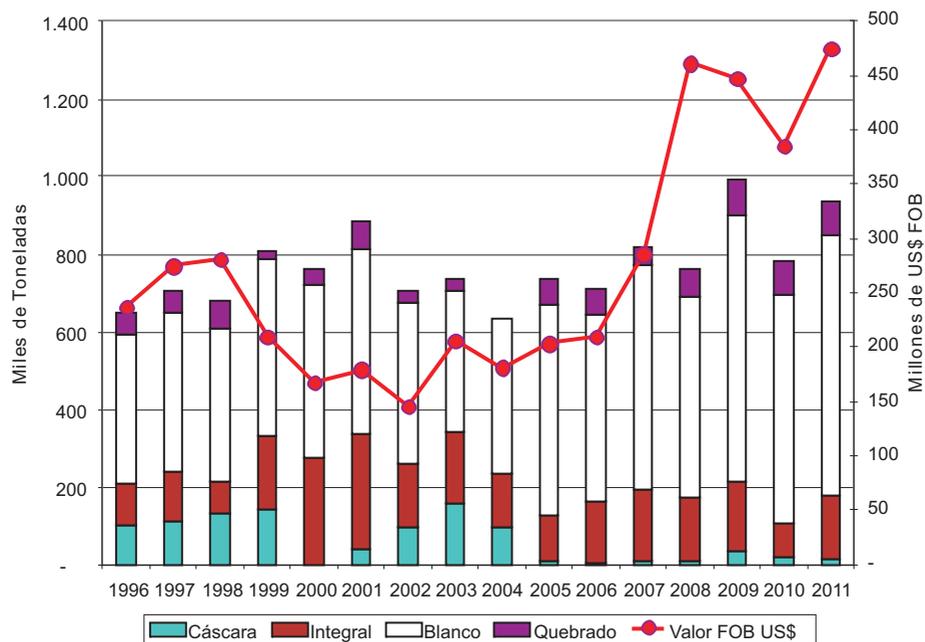


Figura 10. Uruguay; Evolución de las exportaciones de arroz (1996-2011).

Fuente: Elaborado en base a información oficial de la Dirección de Aduanas, disponible en URUNET.

ron fuertemente, no superando en adelante algo más allá del 3%. Para el período 2005-2011, el arroz cáscara se ubicó en un promedio de 1,5%. Como se aprecia en la Figura 10, a partir de 2008 el valor FOB de las exportaciones de arroz creció sensiblemente, superando los 350 millones de dólares en los últimos 4 años.

Considerando los últimos 5 años (2007-2011), Uruguay exportó arroz hacia un total de 82 destinos diferentes. En el año 2007 se exportó el cereal a 37 países, en tanto que en 2011 el arroz uruguayo llegó a 66 destinos diferentes (Cuadro 14).

No obstante, las ventas hacia el exterior han estado concentradas mayoritariamente en cuatro países, Brasil y Perú en América del Sur, Irak e Irán en el Cercano Oriente. En promedio, estos cuatro países concentraron dos terceras partes del volumen exportado en dicho período, consolidándose como destinos tradicionales para el arroz uruguayo.

Brasil ha sido históricamente el mayor comprador, si bien su importancia relativa ha ido disminuyendo en los últimos años. La devaluación del real en enero de 1999 y la

fuerte resistencia de los arroceros brasileiros al ingreso de arroz uruguayo, han sido factores preponderantes en el cambio de destino de las exportaciones. El MERCOSUR actúa a favor del vínculo comercial, a pesar de lo cual el porcentaje de arroz exportado a Brasil pasó de 95% en 1990/91 a un 39% en el año 2005. En las últimas 5 zafas (1887-2011) Brasil fue el comprador alrededor de un tercio del arroz exportado anualmente, oscilando entre un máximo de 47.8% en 2007 y un mínimo de 17.2% en 2011.

Muy cerca uno del otro, Irak y Perú han sido otros dos mercados relevantes para Uruguay, cada uno de ellos con una participación superior al 11% durante el último quinquenio. Irán, por su parte, también ha sido un destino de significación en desde hace ya varios años, con un promedio algo inferior al 9% del volumen.

En años recientes, el sector arrocero nacional se ha embarcado en una estrategia de expansión de sus exportaciones, tanto en volumen como en cantidad de destinos. Hoy, el arroz uruguayo es exportado hacia todos los rincones del planeta, como lo atestigua la Figura 11, siendo ampliamente reconocido por su calidad.

Cuadro 14. Uruguay: exportaciones de arroz por destino, en toneladas (2007-2011)

Destino	Promedio 2007-2011		Cantidad Exportada por destino (en toneladas)				
	Toneladas	%	2011	2010	2009	2008	2007
1 Brasil	286.715	33,4%	161.188	372.341	336.378	173.621	390.047
2 Irak	101.999	11,9%	140.344	51.378	253.965	32.165	32.142
3 Perú	98.404	11,5%	160.072	89.812	81.086	89.706	71.342
4 Irán	74.728	8,7%	88.134	63.000	1.800	156.208	64.497
5 Senegal	42.895	5,0%	54.055	53.596	31.341	46.560	28.925
6 España	33.585	3,9%	15.012	5.653	11.890	53.493	81.879
7 R. Unido	21.486	2,5%	17.252	11.033	36.728	29.078	13.338
8 Bélgica	20.730	2,4%	36.823	18.614	17.992	14.203	16.019
9 Alemania	19.153	2,2%	17.869	12.297	22.262	16.716	26.622
10 Turquía	17.400	2,0%	12.365	8.672	56.801	5.635	3.626
Otros	141.289	16,5%	234.542	97.691	143.342	143.481	87.388
Total	858.384	100,0%	937.659	784.089	993.588	760.868	815.727
Destinos	Total (5 años): 82		66	52	62	54	37

Fuente: Elaborado en base a información oficial de la Dirección de Aduanas, disponible en URUNET.

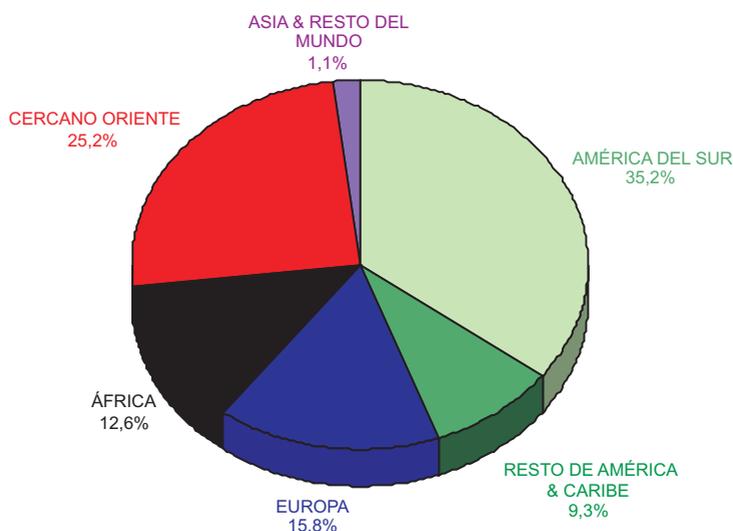


Figura 11. Uruguay: exportaciones de arroz por región (2011).

Fuente: Elaborado en base a información oficial de la Dirección de Aduanas, disponible en URUNET.

Durante el año comercial 2006/07 se produjo un fuerte cambio de destinos. El arroz uruguayo ingresó al mercado de la UE con volúmenes mayores a los esperados por los molinos y productores. Hasta entonces, las compras de arroz de la UE no habían superado jamás el 2,5% del valor anual exportado por Uruguay en este cereal. En 2001 se había alcanzado un máximo de 3,2%, en tanto que el promedio de los últimos 10 años apenas alcanzó el 1,9%.

El acceso a la UE se logró a partir de la aparición, en ese mercado, de material transgénico en una partida de arroz originaria de los Estados Unidos. El mercado europeo no admite material genéticamente modificado. La detección de arroz contaminado con OGM procedente de Estados Unidos cortó el acceso de dicho proveedor a ese mercado. En consecuencia, la UE debió salir a buscar arroz de otras procedencias y Uruguay supo aprovechar su posición de libre de OGM en arroz para colocar parte de su producción en el viejo continente. Las ventas de arroz uruguayo hacia ese destino se multiplicaron prácticamente por ocho, saltando de apenas 4 millones de dólares en todo el 2005 a más de 31 millones en 2006, pasando a representar casi un 15%

del valor FOB generado por las exportaciones del cereal en dicho año (Figura 12).

Durante el último quinquenio, las ventas de arroz a la UE sufrieron fuertes oscilaciones. Luego de crecer durante un par de ejercicios hasta alcanzar casi US\$ 91 millones y representar el 19,6% del valor FOB total en 2008, sufrieron una fuerte disminución en los dos años siguientes debido a la coyuntura financiera internacional. En 2010 representaron 7,6% de las ventas de arroz, mostrando una recuperación importante en 2011, con un valor FOB que alcanzó a US\$ 64,7 millones.

Actualmente, el mercado europeo tiene un alto valor estratégico para los industriales uruguayos y podría ser de mayor valor aun si se lograra un precio diferencial por un arroz producido bajo BPM. Entre las estrategias manejadas por el sector se encuentra el certificar la producción de forma de lograr este reconocimiento. La permanencia en el mercado europeo dependerá de que Uruguay logre mantenerlo cuando el arroz estadounidense sea nuevamente autorizado a ingresar. Para esto, puede ser importante diferenciar el producto a través de la certificación de buenas prácticas.

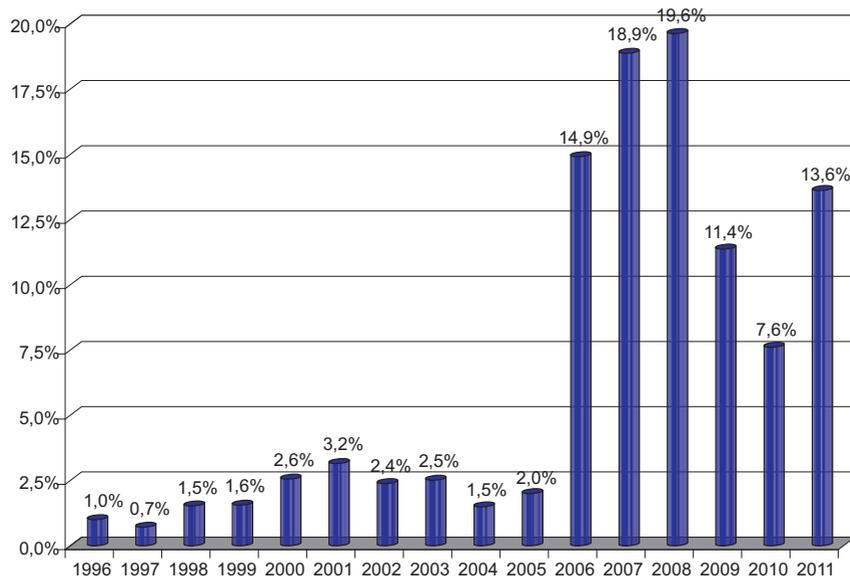


Figura 12. Participación de la UE en el valor del arroz uruguayo exportado.

Fuente: Elaborado en base a información oficial de la Dirección de Aduanas, disponible en URUNET.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Teoría y práctica del equilibrio general en los modelos de comercio

3.1.1 El concepto de equilibrio general

La teoría del equilibrio general es la base sobre la cual se desarrollan los modelos de equilibrio general aplicados, como es el caso del *Global Trade Analysis Project* (GTAP). Varian (1992) destacó que la teoría del equilibrio general se enfoca en analizar cómo los bienes son asignados entre los diferentes agentes de la economía, de acuerdo a sus precios relativos. Un modelo de equilibrio general es aquel en el que todos los mercados se vacían, es decir, la demanda excedentaria se hace cero (Shoven y Whalley, 1984). Por un lado, los consumidores maximizan su utilidad de acuerdo a su restricción presupuestal mientras que, por otro, los productores maximizan el beneficio (Shoven y Whalley, 1992). Estas dos maximizaciones permiten especificar la demanda y la producción. Los precios de equilibrio son aquellos que permiten que el equilibrio en el mercado se mantenga estable. La oferta y la demanda se igualan para todos los productos y, en el caso de retornos constantes a escala, se satisface la condición de beneficio cero para cada industria.

Se parte del supuesto de que hay N productos cuyos precios son no negativos, $p_n \geq 0$ para $n = 1, \dots, N$. El vector de precios de mercado es $\mathbf{p} = p_1, \dots, p_N$. La dotación de n productos adquiridos por los consumidores es representada por el término w_n , que debe ser estrictamente positivo al menos para uno de ellos. Las funciones de demanda de mercado son no negativas, continuas y homogéneas de grado cero en \mathbf{p} y se representan por $\xi_n(\mathbf{p})$. Esto significa que una variación proporcional de todos los precios y del ingreso mantiene las cantidades físicas inalteradas. A su vez, los precios pueden ser normalizados de forma que

$$\sum_{n=1}^N p_n = 1.$$

Un supuesto importante a ser satisfecho por un modelo de equilibrio general es que la demanda de mercado satisface la *ley de Walras*, según la cual, la demanda evaluada a precios de mercado debe igualar al valor de la dotación de la economía. Esto es,

$$\sum_{n=1}^N p_n \xi_n(\mathbf{p}) = \sum_{n=1}^N p_n w_n, \quad (1)$$

o lo que es lo mismo, que el valor de mercado del exceso de demanda es igual a cero para todos los precios p_n ,

$$\sum_{n=1}^N p_n (\xi_n(\mathbf{p}) - w_n) = 0. \quad (2)$$

Esta condición debe cumplirse para cualquier vector de precios, sea éste un vector de equilibrio o no. Cuando se incluye la producción, cada actividad se describe por un coeficiente a_{nk} que indica el uso del bien n en la actividad k . Un signo negativo indica que se trata de un insumo en tanto que si es positivo se trata de un producto. El vector $\mathbf{x} = x_1, \dots, x_K$ indica el nivel de intensidad de la operación asociada con cada actividad y $x_k \geq 0$. A su vez, la producción está limitada. A partir de insumos acotados no se puede obtener un nivel de producto infinito. O sea que \mathbf{x} es tal que se cumple:

$$\sum_{k=1}^K a_{nk} x_k + w_n \geq 0, \text{ para todo } n = 1, \dots, N. \quad (3)$$

En este sistema, el equilibrio general es un conjunto de precios p_i^* tal que la demanda iguala a la oferta,

$$\xi_n(\mathbf{p}^*) = \sum_{k=1}^K a_{nk} x_k^* + w_n, \text{ para todo } n = 1, \dots, N; \quad (4)$$

y ninguna actividad productiva da beneficios positivos,

$$\sum_{n=1}^N p_n^* a_{nk} \leq 0, \quad (= 0 \text{ si } x_k^* > 0) \text{ para todo } k = 1, \dots, K. \quad (5)$$

3.1.2 El modelo de equilibrio general GTAP

Para el diseño del modelo de equilibrio general utilizado en este análisis se utilizó el *Global Trade Analysis Project* (GTAP) desarrollado por Hertel (1997). El GTAP permite trabajar con un máximo de 113 regiones, 57 sectores y 5 factores de producción. En la Figura 13 se presenta un esquema básico acerca del funcionamiento de la economía en este modelo. La economía regional se compone de una unidad económica regional u hogar regional (Región), que está determinada de acuerdo a una función de utilidad que asigna los gastos en tres categorías: gasto de los hogares, gasto del Gobierno y

ahorro. La utilización de una función de utilidad regional permite medir, sin ambigüedades, el bienestar de la región.

Dado que el modelo no considera la presencia de impuestos, la única fuente de ingresos del hogar regional proviene de la venta de la dotación de recursos a los productores. Esto se representa por el flujo 'dotación' que muestra el pago de las firmas por el uso de la dotación de recursos del hogar regional. Este ingreso de la economía regional es utilizado para el consumo de los hogares y del gobierno, destinándose otra parte al ahorro de la economía. Los productores utilizan los recursos comprados a los hogares y el capital que proviene del ahorro ('inver-

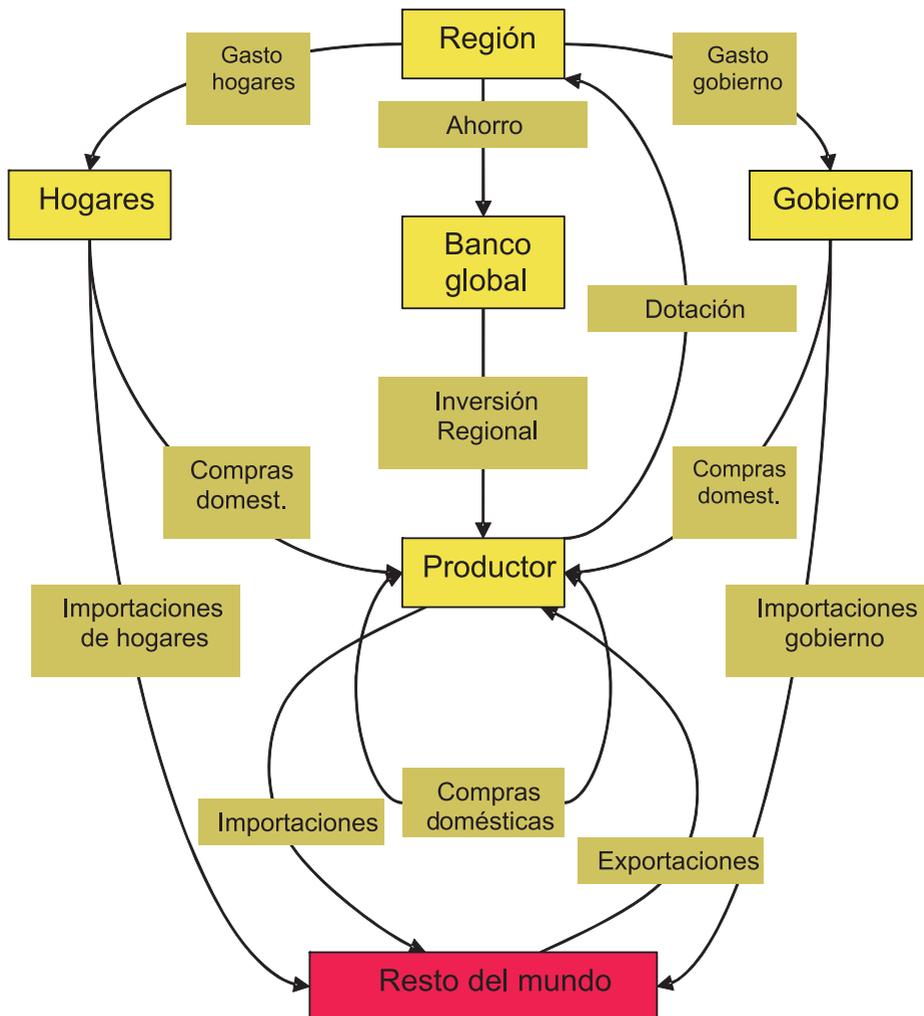


Figura 13. GTAP: Instituciones y flujo de pagos (economía abierta multiregión).
Fuente: Hertel (1997).

sión') para producir. A su vez y como parte del proceso productivo, utilizan productos elaborados por otras firmas ('insumos intermedios'), tanto comprados a nivel doméstico como importados.

Los productores reciben ingresos por la venta de sus productos a otras firmas (como insumos intermedios), a los hogares y al gobierno así como de las exportaciones. La economía extranjera ('Resto del Mundo') tiene una estructura igual a la doméstica pero se omite por simplicidad. El modelo admite hasta 113 regiones, lo cual es imposible de representar en un diagrama. Las importaciones se destinan no solo a las firmas como insumos intermedios, sino también al consumo final de los hogares y el gobierno.

La economía abierta requiere de dos sectores globales. Uno de ellos es el 'Banco Global' que permite combinar el ahorro global y la inversión regional. Este sector permite modelar los flujos de capital entre las distintas economías. Opera ofreciendo un portafolio de inversiones regionales y vendiendo participaciones en dicho portafolio a los hogares regionales, de forma que estos coloquen sus ahorros. El otro sector global, no representado en la ilustración, es «transporte y costos de comercio». Este sector permite el cierre del modelo entre los precios de exportación FOB y los de importación CIF.

Un supuesto básico del modelo es que la economía opera bajo condiciones de competencia perfecta. Es decir que el beneficio de la empresa, ingresos menos costos, es cero. La remuneración de los factores de producción está considerada dentro de los costos (beneficios normales o *normal profits*).

3.1.3 Comportamiento básico del modelo GTAP

La estructura de comportamiento del modelo responde a un sistema de demanda débilmente separable con niveles múltiples. El comportamiento de cada economía regional está representado por una función de utilidad agregada de tipo Cobb-Douglas, que

incorpora el consumo privado compuesto, el consumo del gobierno y los ahorros.

$$U = C \prod U_i^{B_i}, \quad (6)$$

donde:

U es la utilidad de la economía regional, C es un parámetro de escala, U_i es el nivel de utilidad del agente i y B_i es el parámetro de distribución para el agente i . La utilidad del consumo de cada familia se presenta en términos *per capita*. La función del gasto derivada de la utilidad de cada familia es representada por una forma funcional de tipo CDE (elasticidad en diferencias constante). La función implícita de gasto viene dada por,

$$\sum_i^N B u_i^{\beta \gamma_i} z^{\beta_i} \equiv 1 \quad (7)$$

donde:

z es un vector de precios normalizado, u es la utilidad de los hogares, β_i es el parámetro de sustitución ($0 < \beta_i < 1$) y γ_i es el parámetro de expansión ($\gamma_i > 0$). Estos parámetros representan la elasticidad compensada precio de la demanda (β_i) y la elasticidad ingreso de la demanda (γ_i). A partir de esta forma funcional se pueden derivar otras de elasticidad constante como la CES y la Cobb-Douglas.

Las preferencias gubernamentales son representadas por una función Cobb-Douglas que está basada en dos supuestos: i) las preferencias por bienes públicos y privados son separables y ii) tasa marginal de sustitución (TMS) entre bienes públicos es la misma para todos. El ahorro también se presenta en forma *per capita*. La asignación del ahorro por parte del banco global puede hacerse de dos maneras. La primera consiste en asumir que la inversión es igual al ahorro de cada región (enfoque de composición fija) y la otra es asignarlo hasta igualar las tasas de retorno entre regiones (enfoque de tasas de retorno).

Por otro lado, el comportamiento de las firmas es modelado de acuerdo a una función CES con retornos constantes a escala.

El problema de minimización de costos se expresa como:

$$\text{Min}_{x_i} \sum_i p_i * x_i \tag{8}$$

$$\text{s.a. } y = \alpha \left(\sum_i \delta_i x_i^{-\rho} \right)^{\frac{-1}{\rho}}$$

donde

x_i es cantidad del insumo i y p_i es el precio de mercado. La restricción esta dada por y que es el producto total, α es un parámetro de eficiencia ($\alpha > 0$), δ_i es el parámetro de distribución para el i -ésimo insumo y $\sigma = 1/(1+\rho)$ es la elasticidad de sustitución constante (Gohin y Hertel, 2003), que en (8) ingresa como $\rho = (1 - \sigma)/\sigma$.

Hay dos tipos de insumos para la ecuación anidada que define la producción de la firma, los insumos intermedios y los de valor agregado. En cada nivel de agregación, la elasticidad de sustitución es constante para todos los insumos en el mismo «nido», pero difiere entre «nidos». Es decir, entre los insumos intermedios la elasticidad es la misma para todos los insumos σ_D , pero es diferente a la que opera sobre los insumos de valor agregado σ_{VA} (Figura 14).

La elasticidad de sustitución entre los insumos intermedios y los de valor agregado, σ_T , en GTAP es igual a cero. Bajo este supuesto, la función de producción de la firma queda definida como una función de tecnología tipo *Leontieff*. A su vez, como los insumos intermedios pueden ser importados, el modelo utiliza el supuesto de *Armington*, diferenciando el origen de los insumos y generando así el tercer nivel de anidamiento de la función de producción.

3.1.4 El cambio técnico en el modelo GTAP

Uno de los aspectos más importantes en la determinación del resultado económico en el largo plazo de un sector es el cambio técnico. La agricultura, vista en el corto plazo, es un sector de la economía que aparece como poco dinámico. Sin embargo analizada en el largo plazo, la suma de pequeñas innovaciones genera saltos de productividad o ahorro de costos muy importantes. El modelo básico de GTAP permite introducir cambios en variables que reflejan el cambio técnico y por lo tanto, el impacto que éste produce en el resultado económico.

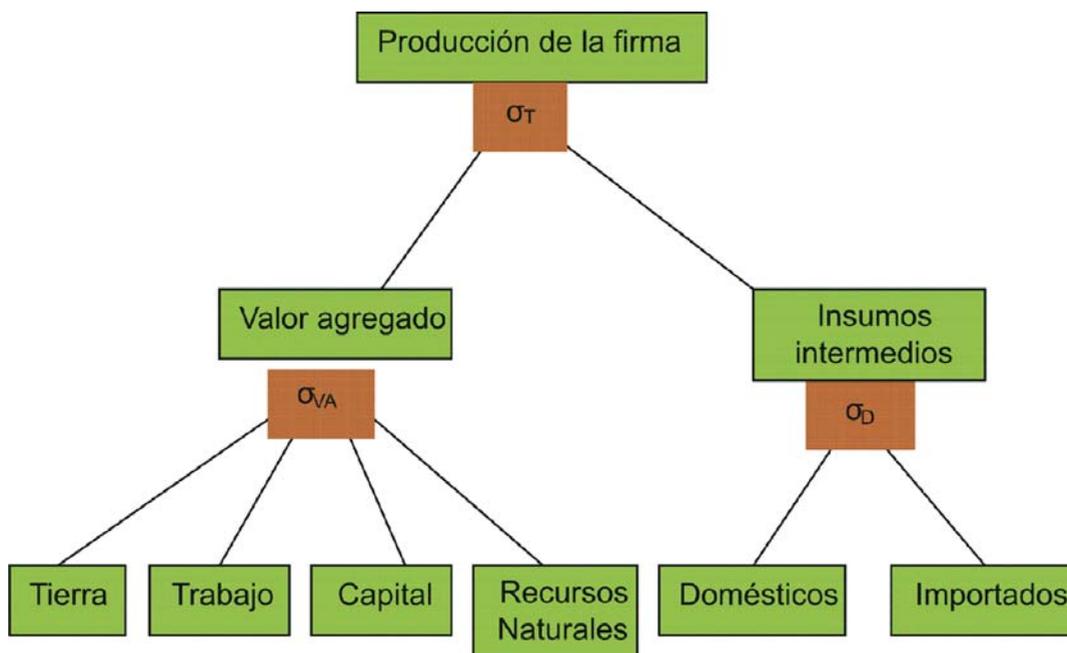


Figura 14. Estructura tecnológica del modelo GTAP.

El cambio porcentual en la demanda de factores o insumos intermedios i por parte de la industria o sector j en la región s (qfd_{ijs})²⁹, que se deriva de (8) es:

$$qfd_{ijs} = qf_{ijs} - \sigma_{Di} * (pfd_{ijs} - pf_{ijs}) \quad (9)$$

Esta ecuación descompone el cambio en la demanda derivada de cada firma en cada región en dos partes. El primer término del lado derecho de (9), qf_{ijs} , es la demanda compuesta por insumos intermedios (domésticos e importados) y representa el efecto expansión. El segundo término es el efecto sustitución entre los bienes domésticos y los importados, ya que se compone por el producto entre la elasticidad de sustitución (σ_D) y la diferencia entre los precios de los insumos domésticos (pfd_{ijs}) y los importados (pf_{ijs}). La demanda compuesta por insumos intermedios en el nivel superior de la estructura de producción (producto total) se define para las r regiones para las que se aplica el cambio:

$$qf_{ijr} + af_{ijr} = qo_{jr} - ao_{jr} \quad (10)$$

La variable qo_{jr} da cuenta del cambio porcentual del producto total de la industria j en la región r , es decir el efecto expansión. La variable ao_{jr} representa un incremento del producto por efecto del cambio técnico, siendo este neutral en el sentido de *Hicks*. Esto indica que se reduce en forma homogénea el uso de insumos para mantener el nivel de producto, por efecto del cambio técnico. A nivel de insumos intermedios, af_{ijr} es la variable de cambio técnico. Un cambio técnico que aumenta la eficiencia de producción ($ao_{jr} > 0$) reduce la demanda compuesta por insumos, en tanto un cambio técnico que incrementa la eficiencia en el uso de los insumos ($af_{ijr} > 0$) aumenta el producto o reduce el requerimiento en el uso de insumos para un nivel de producto determinado. A nivel de insumos intermedios, el cambio técnico entra de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$qf_{ijr} + af_{ijr} = qo_{jr} - ao_{jr} - \sigma_{Dj} (pfd_{ijr} - pf_{ijr} - ps_{jr} - ao_{jr}) \quad (11)$$

El cambio técnico en los insumos intermedios incorpora el efecto de la diferencia entre la variación de precios de los insumos transados (pf_{ijr}), el cambio en el uso de los insumos (af_{ijr}), el precio de los insumos que no se pueden ahorrar (ps_{jr}) y el incremento del producto por el cambio técnico (ao_{jr}) ajustado por la elasticidad de sustitución entre los insumos domésticos e importados (σ_{Dj}). Es decir que la ecuación (11) muestra el efecto del cambio técnico en los insumos intermedios ajustado por la región en la que se produce ese cambio. El efecto del cambio técnico no es neutral sobre el bienestar ya que un cambio en un insumo provoca variantes en el resto.

Las ecuaciones presentadas corresponden al mercado doméstico, siendo similares las definidas para el mercado internacional (importaciones). Esto determina que el cambio en la estructura de uso de insumos de un sector, por efecto de un cambio técnico, puede derivar en cambios en el origen de los insumos, sustituyendo nacionales por importados y afectando el resultado global del cambio. Puede haber cambios en los impuestos sobre los insumos que contrarresten el efecto positivo del cambio técnico, ya que los impuestos son recaudados a nivel central y distribuidos en la economía.

3.2 Construcción del modelo empírico de comercio del arroz

3.2.1 Consideraciones generales

El trabajo se desarrolló en 3 grandes etapas: inicialmente se relevó información sobre las Buenas Prácticas de Manejo (BPM) y los impactos de la adopción de transgénicos. Luego, se procedió a determinar la variación de costos y rendimientos de cada una de las tecnologías. Finalmente, se evaluó el

²⁹En la notación de GTAP las letras en minúscula refieren a cambio porcentual y las mayúsculas refieren a la variable en niveles.

resultado económico a nivel de toda la economía y en un contexto de equilibrio general con economía abierta.

Para la determinación de las BPM inicialmente se realizaron entrevistas y reuniones de trabajo con los investigadores del Programa Nacional de Arroz de INIA, tanto de la sede de Treinta y Tres como de Tacuarembó. En forma adicional se recurrió a información de los resultados experimentales publicados anualmente por INIA³⁰.

Para la evaluación del impacto potencial del uso de transgénicos también se recurrió a la opinión de los investigadores, pero por ser una tecnología no introducida en el cultivo a nivel nacional se consideró además la información disponible en la bibliografía internacional.

La variación de costos del cultivo por adopción de una u otra técnica se evaluó a través de un modelo de presupuesto parcial desarrollado por Lavecchia (2000). Este modelo permite definir las prácticas agronómicas de manejo aplicadas al cultivo, los rendimientos esperados, los precios de los insumos y bienes de capital, los coeficientes técnicos utilizados y las inversiones necesarias. Esto permite evaluar si la propuesta de trabajo realizada es viable considerando las restricciones climáticas para poder llevar a cabo en tiempo y forma las labores culturales definidas.

Para la determinación de los rendimientos esperados con cada tecnología (convencional, BPM y transgénicos) se utilizaron los promedios nacionales obtenidos de los anuarios estadísticos de DIEA-MGAP, definiéndose dos períodos de 3 años cada uno como representativos de los rendimientos de las dos primeras tecnologías. El uso de un promedio trienal permite reducir el impacto del efecto año sobre el rendimiento. Para el caso de transgénicos se definió una merma de rendimiento, aspecto que se discute en la definición de los sistemas de producción.

Para la evaluación económica del impacto del cambio técnico, el modelo se construyó mediante GTAP, el cual es ampliamente utilizado para la evaluación de los impactos

de políticas comerciales sobre el comercio internacional. Los modelos desarrollados sobre GTAP permiten evaluar impactos tecnológicos sobre un sector productivo. En forma adicional, introduciendo cambios al modelo original se puede evaluar el impacto de cambios en las preferencias de los consumidores.

3.2.2 Regionalización del modelo

Las 113 regiones previstas en el modelo original de GTAP fueron condensadas en las doce definidas para los objetivos del estudio. Entre los criterios de agregación se consideró la relevancia en términos de producción, consumo y comercio del cereal, información que se presenta en el Cuadro 15. La regionalización elegida abre algunos países/regiones con los cuales el comercio es prácticamente nulo o inexistente, a pesar de lo cual fueron incluidos debido a su importancia en el comercio mundial de arroz (China, Tailandia, Japón, Nafta), por su posición contraria a los OGM y por lo tanto eventualmente favorable a un arroz producido con BPM (Japón, Europa) o para que el modelo cierre en equilibrio (resto del mundo).

El arroz es un alimento básico en casi todos los países productores de Asia. En esta región se produce y consume el 90% del arroz del mundo. Por lo tanto, los objetivos fundamentales de las políticas de los países de dicha región son asegurar abastecimiento y precios estables, combinando medidas de apoyo a la producción y de restricción al comercio como forma de aislar sus mercados domésticos del mercado mundial. Estas características, sumadas a la importancia que tiene el comercio a nivel de Asia, ponen en relevancia a esta región dentro del mercado mundial.

En términos de una regionalización de Asia, se encontró conveniente distinguir a Tailandia, Japón y China del resto de Asia. Si bien se podía haber optado por la apertura de la base de datos de Asia en un mayor número de países, sobretodo tomando en cuenta aquellos con los que Uruguay tiene mayor vínculo comercial, la importancia de China y la posición de Japón como contrario

³⁰Serie Actividades de Difusión.

Cuadro 15. Consumo, producción y comercio de arroz por región (2010)

País	Miles de Toneladas de Arroz, equivalente cáscara (<i>paddy</i>)			
	Consumo	Producción	Exportaciones	Importaciones
Brasil	12.500	11.497	500	1.200
Uruguay	40	1.120	1.000	1
NAFTA	8.045	10.585	4.430	1.791
Resto de América	14.320	12.035	1.079	1.640
China	200.746	204.478	1.960	1.378
Japón	12.239	10.562	200	759
Tailandia	14.328	30.299	11.755	30
Resto de Asia	349.091	348.527	21.555	12.640
Irán	5.224	3.056	1	1.438
África	35.610	23.812	1.830	7.593
Europa	4.627	2.961	2.034	2.022
Resto del Mundo	1.230	1.068	657	16.509
Total	658.000	660.000	47.000	47.000

Nota: *NAFTA* incluye Estados Unidos, Canadá y México; *Resto de América* incluye América del Sur, Central y Caribe, excluyendo Brasil y México; *Europa* incluye EU-27, Suiza, Noruega, Turquía y Europa del Este, (excepto la ex URSS). *Resto de Asia* incluye todos los países de Asia excepto Irán, China, Japón, Tailandia y los países de la ex URSS. *Resto del Mundo* incluye a los países de la ex URSS (Rusia, Bielorrusia, Ucrania, Kazakhsan, Azerbaijan, Armenia, Georgia, etc.), Australia, Nueva Zelanda y resto de Oceanía).

Fuente: Elaborado en base a datos de FAOSTAT, USDA-FAS y estadísticas oficiales de los países.

a los OGM, hicieron que su individualización como regiones en el modelo fuera más relevante. Tailandia es el principal exportador de arroz de mundo y el precio que se paga por el mismo es un indicador de precios a nivel mundial.

Dada la importancia histórica de Irán como destino para el arroz uruguayo, también se presentó como región individual. Para el continente americano, Uruguay aparece en forma individual, por ser la región en estudio. Adicionalmente, se consideraron otras tres regiones en forma individual: Brasil, por ser uno de los diez productores más grandes, por su peso en el comercio y por ser el destino principal para el arroz de Uruguay; el Nafta, por la importancia de Estados Unidos como productor y exportador de arroz y el Resto de América para el resto de los países con los cuales el comercio de arroz uruguayo es importante.

Como un grupo aparte se consideran los países de África. Dentro de este continente hay algunos grandes importadores mundiales y socios importantes para Uruguay en el mercado del arroz. Europa, por su parte es conveniente mantenerla como región individual, debido a su posición crítica de los OGM y por ser un mercado que en los últimos años ha adquirido relevancia para el arroz uruguayo. Esta relevancia podría ser mayor aún para el caso de producir un arroz bajo BPM. Por último, dentro del grupo Resto del Mundo se incluyen todas las antiguas repúblicas soviéticas, Oceanía y los países de Medio Oriente.

Los modelos estimados mediante GTAP se caracterizan por utilizar una base de datos global que incluye una matriz de contabilidad social (SAM - *Social Accounting Matrix*) que es mantenida y actualizada en forma colaborativa por las instituciones que

participan del Consorcio GTAP. Los datos de comercio internacional para Uruguay disponibles en GTAP al momento de este estudio toman como base información del Banco Central del Uruguay (BCU) para el año 1997. Esto constituyó una limitante imposible de subsanar al momento de realizarse el análisis y que implica una muy cuidadosa interpretación de los resultados. En el Cuadro 16 se puede comparar la estructural comercial del arroz uruguayo considerada por GTAP, sobre la base del año 1997, con la vigente una década más tarde, para el promedio del quinquenio 2007-2011 y para los tres últimos años calendario disponibles (2009, 2010 y 2011).

En los últimos años, la participación relativa de Brasil en las exportaciones de arroz de Uruguay se redujo en forma considerable, al tiempo que aumentó la importancia relativa de otras regiones, como la Unión Europea, algunos países del cercano y medio oriente y algunos países de la ex Unión Soviética. En efecto, la matriz contable de GTAP registra una participación de 62,8% para Brasil y tan solo de 2,5% para la UE,

situación que fue la usual hasta los primeros años del siglo XXI. En el último quinquenio, la participación promedio de ambas regiones en el flujo comercial de arroz con Uruguay fue de 29,9% y 16,5%, respectivamente

Asimismo, los datos de 1997 de la SAM de GTAP muestran una participación de 10,3% para Irán. Incluso no resultó posible separar los datos de Irak de la región asiática, en virtud de que su participación en el portafolio de clientes de Uruguay era insignificante en esa época para el arroz. Irak comenzó a ser relevante a partir de 2009 al tiempo que Irán prácticamente desapareció durante algún tiempo, en una especie de efecto de «sustitución» entre ambos destinos de Oriente Medio. Sin embargo, Irán volvió a reaparecer con fuerza nuevamente en 2011. Si bien se observan diferencias también para el caso de África y algunas otras regiones, a priori no implicarían grandes impactos en los resultados del modelo debido a su menor peso en la estructura comercial del sector arrocero uruguayo.

Cuadro 16. Estructura comercial del arroz uruguayo en millones de dólares

Regiones	GTAP ⁽¹⁾		2007-2011		2011		2010		2009	
	FOB	%	FOB	%	FOB	%	FOB	%	FOB	%
Brasil	97,1	62,8	122,7	29,9	72,1	15,2	183,2	47,5	137,0	30,6
R. América	26,4	17,1	73,0	17,8	119,4	25,1	61,8	16,0	53,3	11,9
Irán/Irak ⁽²⁾	15,9	10,3	94,7	23,0	119,6	25,2	59,2	15,4	122,4	27,4
África	6,5	4,2	37,4	9,1	52,9	11,1	34,9	9,1	38,2	8,5
R. Asia	4,4	2,8	4,1	1,0	5,8	1,2	5,1	1,3	4,9	1,1
Europa	3,9	2,5	67,7	16,5	72,8	15,3	35,0	9,1	81,5	18,2
NAFTA	0,4	0,3	5,8	1,4	24,2	5,1	1,4	0,4	3,1	0,7
Japón	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
China	0,0	0,0	0,6	0,1	3,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Tailandia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
R. Mundo	0,0	0,0	4,9	1,2	5,3	1,1	4,7	1,2	7,0	1,6
Total	154,5	100,0	411,1	100,0	475,2	100,0	385,3	100,0	447,2	100,0

⁽¹⁾Los datos de comercio de Uruguay disponibles en la SAM de GTAP al momento del estudio toman como base información publicada por el BCU para el año 1997.

⁽²⁾La agrupación incluyó solamente a Irán debido a que la participación de Irak en esa época era casi insignificante. Irak comenzó a ser relevante a partir de 2009 al tiempo que Irán se mantuvo ausente durante algún tiempo, para reaparecer con fuerza nuevamente en 2011.

Fuente: Elaboración propia en base a GTAP-SAM (1997) y datos oficiales de Aduanas (2008 a 2011).

3.2.3 Agregación de sectores y factores

De la misma manera, para estudiar el impacto del cambio técnico en arroz, los 57 sectores originales disponibles para su uso en GTAP fueron agrupados en ocho: *arroz cáscara, arroz procesado, agricultura y alimentos, forestación y pesca, carnes y animales vivos, manufacturas, industria química y servicios.*

La discriminación de las carnes y animales del resto de la agricultura obedece a que en Uruguay el cultivo de arroz rota de área complementando el uso del suelo con la ganadería. Esto determina que un cambio en el sector arrocero pueda influir en la ganadería y por ello se la separó del resto de la agricultura. La razón para mantener la industria química separada del resto de las manufacturas obedeció al interés de ver el impacto que resultaría de un cambio en el cultivo, sobre un sector que aporta parte importante de los insumos necesarios para el mismo. Este sector incluye a la industria del fertilizante y los agroquímicos.

Finalmente, se consideró una economía con cinco grandes grupos o categorías de factores productivos: *tierra, mano de obra no calificada, mano de obra calificada, capi-*

tal y recursos naturales. Esta apertura es la misma que ofrece el modelo GTAP original.

3.2.4 Simulación del impacto de adopción de BPM

De acuerdo a como fueron definidas anteriormente, las buenas prácticas de manejo se evaluaron por su costo de producción y su impacto en los rendimientos. Para esto se plantearon dos escenarios de evaluación de las BPM, uno que recogió los impactos de la rotación definida como BPM1 y otro que muestra los resultados de aplicar la rotación BPM2. Para comparar ambas tecnologías con la situación previa se estimaron los costos de lo que se llamó tecnología convencional usando el mismo método. En el Cuadro 17 se presenta los resultados resumidos para los tres sistemas de producción (convencional, BPM1 y BPM2).

Los rendimientos esperados se tomaron de los datos de rendimiento promedio de las zafras 1997/98-1999/00 en el caso de la tecnología convencional y de las zafras 2004/05-2006/07, para la BPM1. Se prefirió utilizar un rendimiento promedio de tres zafras a los efectos de reducir los efectos ambientales y de la producción de un año en particular. El período elegido para la si-

Cuadro 17. Rendimiento y costos de las distintas tecnologías

Indicador	Unidad	Sistema de Producción		
		Convencional	BPM1	BPM2
Área de chacra	ha	300	300	300
Rendimiento	Bolsas/ha	145	138	123
Costo Total (CT)	US\$	390.644	367.279	386.192
Costo Total por hectárea	US\$/ha	1.302	1.224	1.287
Costo Total por bolsa	US\$/bolsa	8,98	8,90	10,47
Costo Químicos (CQ)	US\$	57.019	53.486	60.294
Costo Químicos por hectárea	US\$/ha	190,10	178,30	201,00
CQ/CT	%	14,60	14,60	15,60
CT-CQ	US\$	333.625	313.793	325.898
CT-CQ por hectárea	US\$/ha	1.112	1.046	1.086
(CT - CQ)/CT	%	85,40	85,40	84,40

mular una siembra convencional es un período de transición, en el cual algunas prácticas consideradas como parte de las BPM ya se comenzaban a realizar. Aún así había un predominio de siembra convencional.

Para el sistema BPM2 se consideró un rendimiento 5% inferior al de la tecnología BPM1. Se asumió que existe un riesgo potencial de no lograr la siembra en la fecha adecuada y que ello resulte en un menor rendimiento del cultivo. La tasa de adopción actual de las BPM no es de 100%, puesto que en el período tomado como de tecnología convencional ya aplicaban algunas de las prácticas que son consideradas parte de las BPM. A pesar de esto y como se comparan promedios de rendimiento nacionales de dos períodos, no se tomó en cuenta el grado de adopción. De hecho, la comparación de rendimientos reales lleva implícito el grado de adopción, en alguna forma.

La tecnología que tuvo un mayor grado de adopción en el período fue la reducción de laboreo, que es uno de los factores principales que explican la reducción de costos. El grado de adopción de la reducción de laboreo en la zafra 1997/98 era de 20% aproximadamente, en tanto para el 2004/05 el porcentaje superaba el 80% (Nozar, 2007).

Otro aspecto destacado en las BPM es el manejo de malezas. Esto implicó un cambio en el uso de herbicidas combinado con el manejo del riego, como forma de mejorar el control de las mismas. Por este motivo y por el interés de evaluar el impacto potencial de la adopción de variedades GM la variación de costos fue desagregada en costos de agroquímicos (CQ) y otros costos (CT - CQ). También se presenta el CQ necesario para sembrar toda el área de chacra, por hectárea y la proporción en cada una de las tecnologías respecto del costo total (CQ/CT). El CQ también incluye el costo del fertilizante utilizado.

En forma adicional, se presenta el costo total (CT) de sembrar toda la chacra (300 ha) de arroz, el costo total por hectárea y por bolsa de arroz para cada una de las tecnologías. Del mismo modo se presenta el conjunto de costos sin considerar los insumos químicos (CT-CQ) total, por hectárea y como proporción de los costos totales ((CT-CQ)/CT). Esto permite evaluar cual es el impacto sobre otros costos de las BPM respecto de la tecnología convencional.

Para la simulación en GTAP se tomaron los datos de variación de rendimiento, la variación en el costo de productos químicos y la variación en el resto de los costos (Cuadro 18). El shock sobre el costo de los productos químicos (CQ) se ponderó de acuerdo al peso que tiene el sector químico en el arroz, dentro del modelo. Para ser modelados en GTAP los costos de agroquímicos fueron ponderados de acuerdo a la estructura de costos que se desprende de la matriz de insumo-producto que forma parte de la base de datos del modelo de GTAP.

Dado que la estructura de costos sobre la cual se estimó el cambio en el uso de agroquímicos no es igual a la estructura de costos de GTAP, se debió realizar una ponderación que permitiera simular el shock, de forma tal que el impacto sobre la estructura de costos de GTAP fuera igual en magnitud que en la estructura de costos estimada. Si la reducción de costos no se ponderara, el efecto sería diferente al real, dado que en los costos estimados el porcentaje correspondiente a la industria química era de 14,6% en tanto en la estructura de GTAP era de 8,8%. Por lo tanto, de no ponderarse, se produciría una sobreestimación del efecto del shock. La forma de cálculo del shock para la variación en el costo de los productos químicos fue hecha de acuerdo a la fórmula:

Cuadro 18. Variación de rendimientos y costos entre alternativas tecnológicas

Diferencia en		BPM1 sobre Convencional	BPM2 sobre Convencional
Rendimiento		17,89	11,79
Costo Químicos	CQ	-9,59	-19,93
Otros Costos	CT - CQ	2,37	-3,71

$$Shock_{quim} = (((CQ_{BPM} - CQ_{conv}) / CQ_{conv}) * \%CQ_{conv}) / Pond \quad (12)$$

El costo de los productos químicos con las BPM se identifica como CQ_{BPM} , en la expresión (12). A su vez, CQ_{conv} es el costo de los químicos en la tecnología convencional y $Pond$ es el la proporción de productos químicos en el costo del sector arroz en el GTAP usado como ponderador.

El shock sobre los demás factores de producción se ajustó de acuerdo a la diferencia entre las BPM y la tecnología convencional en relación a los costos totales menos los costos químicos ($CT - CQ_{conv}$),

$$Shock_{otros} = (CT_{BPM} - CQ_{BPM}) - (CT_{conv} - CQ_{conv}) / (CT_{conv} - CQ_{conv}) \quad (13)$$

El shock sobre los rendimientos se estimó como la diferencia entre el promedio de los rendimientos de la zafra 1997/98-1999/00 y el promedio de la 2004/05-2006/07.

Para modelar estos cambios se optó por dos alternativas diferentes. La variación en los rendimientos originada por el cambio técnico se modeló como un incremento en la producción del sector arroz en Uruguay. Este tipo de shock es neutral al cambio tecnológico en el sentido de Hicks, lo que significa que el cambio es uniforme en toda la estructura de costos del sector. Se aplica sobre la variable ao (efecto sobre el producto) de la ecuación (11) sobre la actividad arroz *paddy* (*pdr*) en la región Uruguay (*ury*). La reducción de costos fue modelada como un incremento en la eficiencia del uso de los bienes intermedios y de los factores de producción (Hertel, 1997). Es decir que se aplica sobre las variables que consideran dicha eficiencia, af y afe , indicando el factor i , en el sector *pdr* y la región *ury*.

3.2.5 Modelación de las preferencias sobre el consumo de arroz GM

La posibilidad de que en un futuro cercano aparezcan en el mercado internacional variedades comerciales de arroz genéticamente modificado no puede descartarse. Si bien el sector arrocero uruguayo mantiene, desde hace largo tiempo, una estrategia contraria a su adopción, la

evaluación ex-ante puede aportar información cuantitativa que permita evaluar dicha estrategia con un criterio económico.

Para poder modelar los efectos de una alternativa tecnológica, como la utilización de arroz GM, fue necesario modificar las preferencias de los consumidores en el desarrollo original de GTAP. Como supuesto de partida, se consideró que en caso de adoptarse la tecnología de transgénicos, habría consumidores de ciertas regiones que preferirían no consumir arroz GM de Uruguay. Esto obligó a modificar el modelo para poder evaluar su impacto sobre el bienestar. Los efectos del uso de arroz GM serían de este modo «inducidos» por eventuales restricciones comerciales derivadas del comportamiento de los consumidores, las cuales debieron ser incorporadas al modelo.

Se supuso que la tecnología GM no afectaría la adopción de los cambios derivados de la adopción de las BPM. El shock tecnológico que estos cambios producen se mantiene. En principio, ambas tecnologías no son excluyentes entre sí, aunque la adopción de variedades GM podría obstaculizar la certificación de BPM. La pérdida de ventajas comerciales originada con la adopción de transgénicos se simula a través de un cambio en las preferencias de los consumidores.

Para representar la respuesta de los consumidores a los alimentos GM, Nielsen, Thierfelder y Robinson (2003) consideraron: i) un cambio en la sensibilidad al precio que mide la tasa de descuento que se necesita para que los consumidores compren GM, ii) un desplazamiento estructural de la demanda en el que los consumidores rechazan los GM a cualquier tasa de descuento. Cuando ocurre esto último, es más rentable producir alimentos no-GM.

Para modelar un cambio en las preferencias se plantean dos aproximaciones, i) cambio en la convexidad de la curva de indiferencia entre productos GM y no-GM y ii) un desplazamiento de la curva de indiferencia. La primera opción implica un cambio en la elasticidad de sustitución entre GM y no-GM, que hace que la curva de indiferencia sea

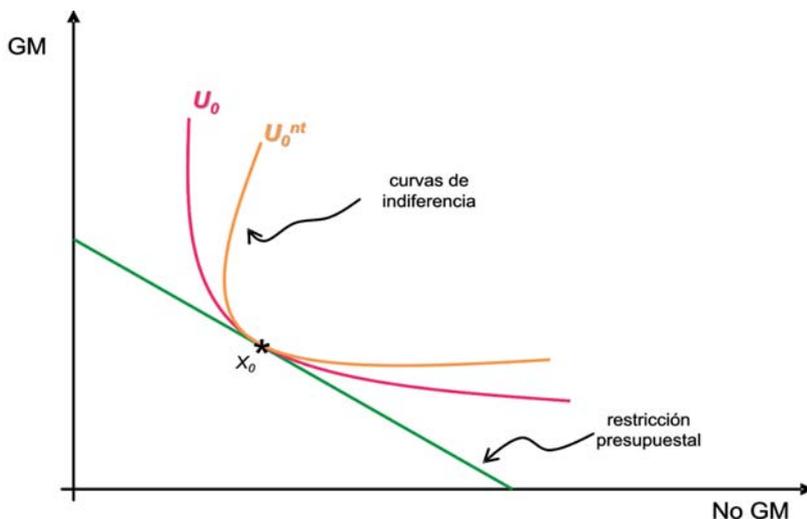


Figura 15. Efectos sobre las preferencias de diferentes elasticidades de sustitución entre productos transgénicos (GM) y no transgénicos (No GM).

Fuente: Adaptado de Nielsen, Thierfelder y Robinson (2003).

más curvada para dos regiones donde se rechaza la tecnología. Como se observa en la Figura 15, las preferencias se muestran como curvas de utilidad U_0 , que indica la utilidad por los alimentos transgénicos y U_0^{nt} , que muestra la utilidad por los no transgénicos.

Esta alternativa no es fácil de instrumentar en GTAP ya que hay que alterar todas las elasticidades del modelo. Las dos curvas representan el mismo nivel de utilidad, el consumidor está en la misma línea de restricción presupuestal y se gasta lo mismo en el bien compuesto (GM + no-GM). Esto implica que los consumidores se vuelven más sensibles a los cambios de precios. Sin embargo, los autores indicaron que en estas regiones (Europa y Japón) la presencia de alimentos GM generaría igualmente rechazo, por más baratos que resultarían.

La modelación de la situación sería más adecuada si se hiciera mediante un desplazamiento en la curva de indiferencia, quedando esta por debajo de la restricción presupuestal (Figura 16).

Esta representación tampoco es sencilla de implementar en el modelo GTAP por lo que se optó por seguir una alternativa desarrollada por Nielsen y Anderson (2000). El cambio introducido por estos autores implicó una modificación en la preferencia por los productos importados a favor de los productos domésticos. La modificación introducida consistió en agregar una variable de modificación de preferencias en la relación de comportamiento de los productores y consumidores (Horridge, 2008a).

El modelo GTAP tiene un conjunto de ecuaciones que describen la demanda individual del sector productor para insumos intermedios importados y nacionales, respectivamente. Este conjunto de ecuaciones se presenta a continuación.

$$qfm_{ijs} = qf_{ijs} - \sigma_i \times (pfm_{ijs} - pf_{ijs}) + ffm_{ijs} \quad (14)$$

$$qfd_{ijs} = qf_{ijs} - \sigma_i \times (pfd_{ijs} - pf_{ijs}) + ffd_{ijs} \quad (15)$$

$$pf_{ijs} = FMSHR_{ijs} \times pfm_{ijs} + (1 - FMSHR_{ijs}) \times pfd_{ijs} \quad (16)$$

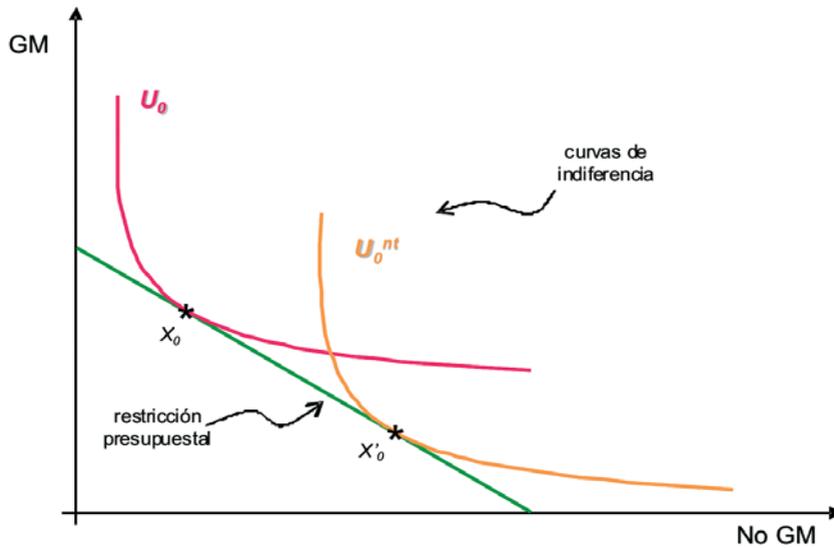


Figura 16. Efectos del desplazamiento de la curva de indiferencia en el consumo de productos transgénicos (GM) y no transgénicos (No GM).

Fuente: Adaptado de Nielsen, Thierfelder y Robinson (2003).

La ecuación (14) muestra el uso de un factor o insumo intermedio i en el sector j de la región s cuando este bien es importado. La ecuación (15) muestra el caso de un insumo intermedio de origen doméstico. En las ecuaciones (14) y (15) se agregó una variable que modifica las preferencias, ffm_{ijs} y ffd_{ijs} , respectivamente. Estas dos variables representan el cambio en las preferencias por los productos importados en favor de los domésticos, provocado por la introducción de un OGM en el mercado internacional. La variable ffm_{ijs} se incorporó en forma aditiva en el lado derecho de la ecuación (14); la variable ffd_{ijs} fue introducida de la misma forma en la ecuación (15).

Las demandas se determinan inicialmente por la demanda total de insumos intermedios, qf_{ijs} , independientemente de su origen. Este término, el primero en ambas ecuaciones, se identifica como el *efecto expansión*. A continuación aparece un *efecto sustitución* que muestra como se reparte la demanda entre los productos domésticos e importados. Este efecto tiene dos partes, una es la *elasticidad de sustitución*, σ_j , por

determinado insumo; el otro, es la diferencia entre el *precio del insumo importado*, pfm_{ijs} y el *precio del insumo compuesto*, pf_{ijs} . Lo mismo ocurre para el bien doméstico, en la ecuación (15).

La ecuación (16) ilustra cómo se determina el precio del insumo intermedio compuesto, pf_{ijs} , dado por la ponderación de los precios de los insumos domésticos (pdf_{ijs}) e importados (pfm_{ijs}), de acuerdo a la proporción del producto importado en el uso total del insumo i en la producción del bien j en la región s , expresado por $FMSHR_{ijs}$. Estas ecuaciones describen cambios relativos, es decir, muestran los cambios relativos de la demanda y de los precios de los insumos intermedios por parte de determinado sector.

Para permitir el cierre del modelo, se creó una variable denominada $domTwistInt_{ijs}$ que refleja la preferencia por insumos intermedios domésticos como un cambio en la razón doméstico/importado. Esta variable se incorporó a través de las ecuaciones (17) y (18) que son las que se utilizan para sustituir a las variables ffm_{ijs} y ffd_{ijs} .

$$E_{ffd}(i, j, s) = FMSHR(i, j, s) \times domTwistInt(i, j, s) \tag{17}$$

$$E_{ffm}(i, j, s) = [FMSHR(i, j, s) - 1] \times domTwistInt(i, j, s) \tag{18}$$

Por lo tanto, si se aplica un cambio del orden de 10 % a $domTwistInt_{ijs}$, se produce un incremento en el uso del insumo intermedio de origen doméstico ponderado por la proporción de importaciones y se reduce en forma complementaria la magnitud de uso del importado. De esta manera, el uso del insumo intermedio cambia en un 10 % global hacia el doméstico.

Esta modelación de preferencias permite simular un cambio a favor de los insumos intermedios domésticos pero sin discriminar el origen del insumo importado que se sustituye. El supuesto es que en caso de adoptarse el uso de variedades transgénicas podría haber un cambio neto negativo en las preferencias por el arroz uruguayo en algunos destinos, lo cual determinaría una pérdida para el sector productivo uruguayo.

La modificación realizada en esta forma no lograría recoger el supuesto realizado dado que no permite discriminar por origen. El modelo se completó realizando una apertura (subdivisión) en dos de los sectores originales en la base del GTAP³¹: <arroz paddy>, que representa el arroz con cáscara, sin procesar y <arroz procesado>, con destino al consumo final. Cada uno de estos fue desagregado en dos componentes o sectores nuevos. Así, el arroz paddy se desagregó en dos sectores: <paddy Uruguay> y <paddy Resto del Mundo>. El sector arroz procesado se abrió de la misma forma: <procesado Uruguay> y <procesado Resto del Mundo>.

Para poder comparar con la situación original en la que no se aplican cambios en las preferencias se corrió un experimento con los mismos shocks que para las BPM1 pero sobre la base de los cuatro nuevos sectores de arroz. De esta forma, se estuvo en condiciones de comparar un cambio en las preferencias por la adopción de OGM con una situación en la que éstos no se adoptan. De esta manera, la nueva variable de modificación de preferencias incorporada al modelo afectó las cantidades utilizadas de un determinado insumo de forma tal que, en un país

y sector determinado, pudiera preferirse el insumo doméstico frente al importado.

A los efectos del análisis, se adoptó el supuesto de que la UE y Brasil serían los mercados que adoptarían una actitud de negativa a este tipo de producto. Para la UE, el rechazo a la adopción de transgénicos aparece como más claro y se sustenta en la posición contraria de esta región a los transgénicos, la cual se encuentra debidamente expresada en la literatura internacional. La inclusión de Brasil dentro de esta posición se realizó a pesar haberse puesto en marcha en ese país, desde el año 2009, un proceso judicial, hoy en suspenso, de solicitud de autorización del primer evento transgénico para el cultivo de arroz en el mundo, a nivel comercial. De todas formas, debido a la importancia de este mercado para Uruguay y el peso que tiene en el modelo la simulación de un cambio de preferencias, la inclusión de Brasil en la postura contraria a los OGM ayuda a comprender mejor los posibles impactos de la adopción de esta tecnología.

En el modelo de GTAP, cuando un producto es homogéneo para todas las regiones, éste es modelado como un sustituto imperfecto de acuerdo al origen. Es decir, el consumidor no es indiferente al origen y no sustituye en forma completa un producto de una región determinada por el mismo producto proveniente de otra región. Esta forma de modelar las preferencias por un producto según su origen se conoce como preferencias de *Armington*. Una consecuencia de los cambios introducidos al modelo en este estudio es que, al separar el sector arroz en dos, uno para el Uruguay y otro para el resto del mundo, el modelo los considera ya no como un producto homogéneo que difiere en su origen sino como si fueran dos productos diferentes.

3.2.6 Estimación de los cambios en el bienestar

El resultado general de la simulación fue expresado a través del cambio producido en

³¹La apertura de estos dos sectores se realizó utilizando el programa *SplitCom*, desarrollado en la Universidad de Monash, Australia (Horridge, 2008b).

los niveles de bienestar, medido a través de la variación equivalente (*VE*), definida ésta como la variación porcentual en la utilidad por el ingreso inicial de la región (Hertel, 1997). En términos teóricos, la *VE* es la variación en la utilidad μ que se produce como consecuencia del cambio de precios p' e ingresos m' , evaluada a los precios originales p^0 (Varian, 1992):

$$VE = \mu(p^0; p', m') - \mu(p^0; p^0, m^0) \quad (19)$$

De acuerdo a sus fuentes, el bienestar en el modelo se descompone por región y mercancía³² en los términos siguientes: eficiencia en la asignación de recursos, cambio técnico y efecto de los términos de intercambio.

Siguiendo a Huff y Hertel (2001), en la Figura 17 se ejemplifica el caso de una economía cerrada, con dos sectores: A y B. Hay un solo factor de producción, trabajo, con movilidad entre sectores. Las líneas aA^* y bB^* muestran el valor del producto marginal del trabajo (VPML) en cada sector. El punto donde se igualan los productos marginales (e^*) es donde se produce el mayor beneficio y se maximiza el bienestar social. La asignación de trabajo óptima es la indicada en

L^* , en tanto L es la dotación total de trabajo de la economía.

En las ordenadas se presenta el producto marginal del trabajo $VPML_A$ y $VPML_B$ (por sus siglas en inglés). Se observa el efecto de un impuesto *ad valorem* (de tasa τ) al uso de trabajo en el sector A. El producto marginal con impuesto cae al nivel aA y el uso de trabajo en el sector A se reduce de L^* a L . El trabajo desempleado se reasigna en el sector B. El resultado global para la economía implica una pérdida de bienestar social representada por el área sombreada.

Una reducción de impuestos lleva la situación a una mejora en el bienestar como lo muestra la Figura 18. En el trabajo presentado en esta Serie Técnica no se analizó una reducción impositiva sino un cambio técnico. A sus efectos, es de utilidad analizar y comprender como opera el efecto impositivo debido a que, por la forma en la que se construyó el modelo, un cambio técnico solo produce efectos sobre el bienestar si existe una distorsión previa. De otro modo, el cambio técnico solo produce un cambio en el bienestar debido a la mejora tecnológica, dado que el equilibrio ya constituía un óptimo en la situación inicial, pero no genera cambios por la reasignación de recursos.

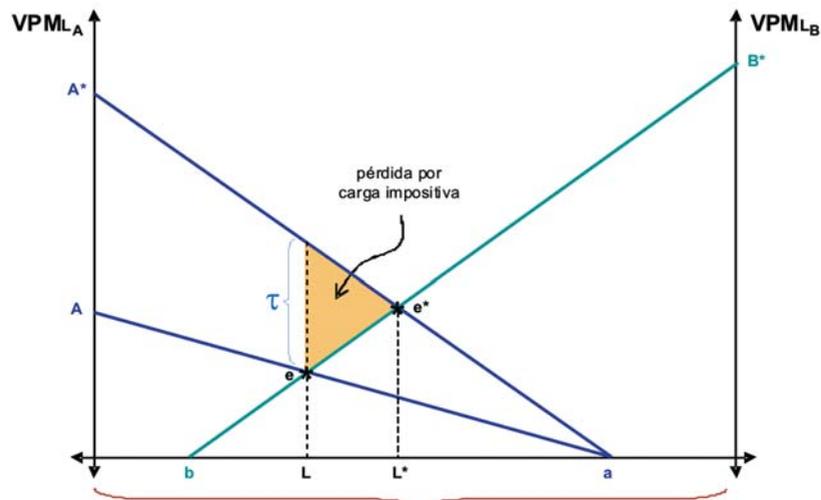


Figura 17. Pérdidas en el bienestar social por un efecto impositivo.

Fuente: Huff y Hertel (2001).

³²Mercancía se utiliza como traducción de *commodity* para distinguir de producto como aquello que es generado en el proceso productivo. Se trata de cualquier bien indiferenciado o que resulta fácilmente sustituible por otro bien de un origen diferente.

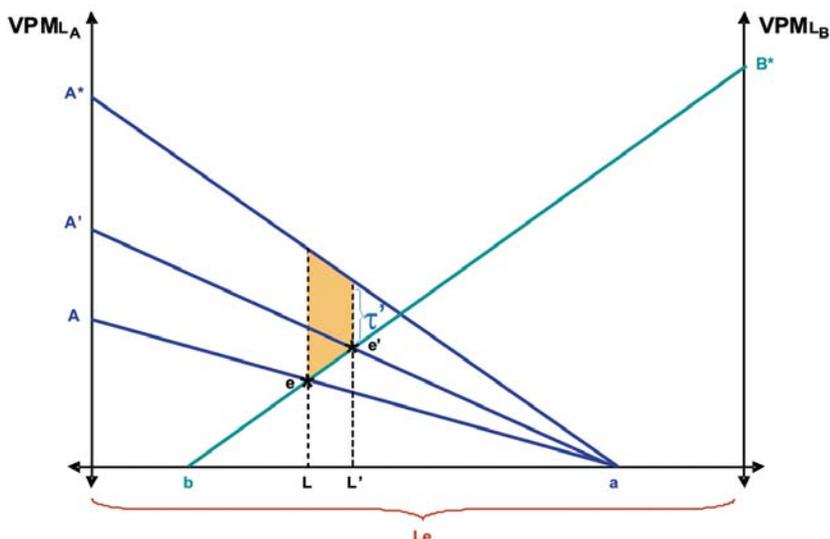


Figura 18. Reducción de la pérdida de bienestar por una reducción impositiva.

Fuente: Huff y Hertel (2001).

Esta estructura del GTAP genera una limitación al modelo, puesto que desde un punto de vista teórico un cambio tecnológico genera una liberación de recursos que pueden ser utilizados en otros sectores de la economía. Por la forma en que esta construido el equilibrio general en GTAP, solo se produce reasignación de recursos si hay distorsiones previas en la economía.

En los casos en los que el cambio técnico se diera en sectores sin distorsiones el modelo no sería una buena herramienta para cuantificar los cambios, ya que estaría omitiendo parte de los efectos. La reducción impositiva de τ a τ' sobre el sector A, produce un incremento en la productividad marginal del trabajo en dicho sector de aA a aA' . El resultado es una mejora del bienestar social de magnitud igual al área sombreada y el equilibrio se desplaza al punto e' .

El efecto del cambio técnico sobre el bienestar se muestra en la Figura 19. El efecto de un cambio técnico sobre el sector A produce un cambio en la productividad marginal del trabajo tanto con impuesto como sin éste. Este cambio genera un nuevo equilibrio en e' .

Las ganancias del cambio técnico se descomponen en dos partes. Una primera que

se deriva del uso de una tecnología superior para la producción de bienes en el sector A. La otra fuente de mejora en el bienestar se deriva de una ganancia indirecta que resulta de la reasignación de trabajo entre sectores producto de la existencia de distorsiones previas. Esta eficiencia en el uso del recurso trabajo se mide por el área sombreada más clara (beige), en tanto la mejora del bienestar por la mejora tecnológica se mide a través del área sombreada más oscura (marrón).

Las conclusiones principales que se extraen de Huff y Hertel (2001) sobre la teoría de la descomposición del bienestar en el modelo GTAP son:

- El incremento en el uso de un sector altamente gravado por impuestos resulta en una mejora del bienestar.
- Si la actividad no esta gravada por impuestos en el equilibrio inicial, un shock por cambio técnico no produce efectos sobre la asignación de recursos.
- Si el shock por cambio técnico incrementa el uso de un insumo que esta afectado por impuestos esto va a contribuir positivamente sobre el cambio en el bienestar general.

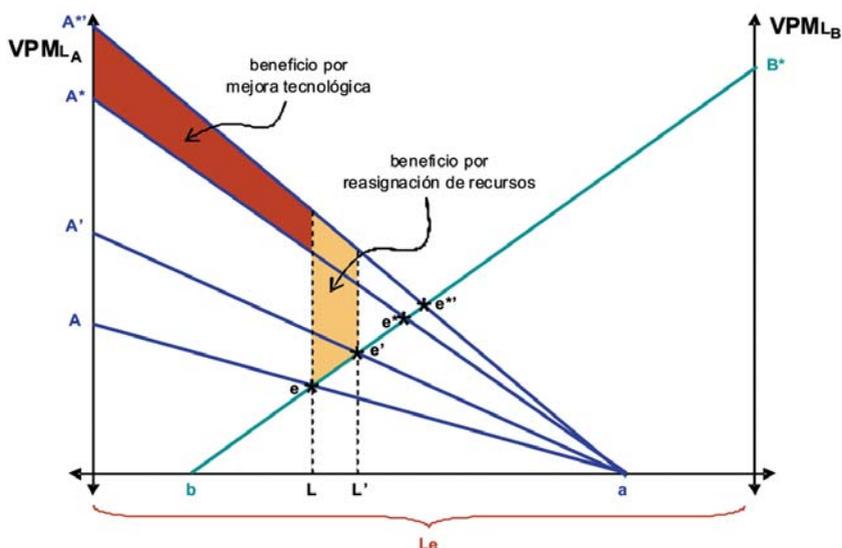


Figura 19. Efectos del cambio técnico en el bienestar en presencia de distorsiones.

Fuente: Huff y Hertel (2001).

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Impacto esperado de la adopción de BPM en arroz

4.1.1 Escenarios modelados

Los resultados que se presentan en esta sección corresponden a las salidas del modelo desarrollado en GTAP frente a escenarios alternativos de adopción de BPM, incluyendo uno de adopción conjunta de BPM y OGM. Los cuatro escenarios considerados fueron:

- ✓ E-1.1. Adopción de Buenas Prácticas de Manejo con la rotación 1 (BPM1);
- ✓ E-1.2. Adopción de las Buenas Prácticas de Manejo con la Rotación 2 (BPM2);
- ✓ E-1.3. Adopción de las BPM1 utilizando la apertura descrita para los sectores *arroz paddy* y *arroz procesado*, abiertos para Uruguay y resto del mundo;
- ✓ E-1.4. Adopción de las BPM1, al igual que en el escenario anterior, con un cambio en las preferencias de los consumidores por incorporación de OGM.

La diferencia fundamental entre el escenario E-1.1 y el E-1.3 radica en que éste úl-

timo se simuló sobre la base de datos modificada, es decir con los sectores de arroz abiertos para Uruguay y el Resto del Mundo (como se explicó en la sección 3.2.5). La utilidad de simular el escenario E-1.3 radica en que ofrece un punto de comparación con la base de datos original previo a la introducción del cambio de preferencias de los consumidores.

4.1.2 Resultados de la simulación

En el Cuadro 19 se presentan los resultados obtenidos por el modelo con los cuatro escenarios considerados. Los cambios en el bienestar se explican principalmente por una variación de los *términos de intercambio* (TDI) y los costos incurridos en la reasignación de recursos derivados hacia el sector arrocero para compensar las variaciones en el comercio. Los TDI miden la evolución relativa de los precios de las exportaciones e importaciones de un país. De este modo, al cambiar las preferencias de los consumidores frente a un producto, se produce un cambio en los TDI, esto es, en la relación de precios de exportación e importación.»

Estos se presentan en términos cambios en el bienestar, medidos como variación

Cuadro 19. Estimaciones de bienestar (VE) proyectadas por el modelo (4 escenarios)

Regiones	Cambios en el bienestar por región (millones US\$), para cada escenario			
	BPM1 E-1.1	BPM2 E-1.2	BPM1* E-1.3	BPM1* + OGM E-1.4
Uruguay	29,44	31,67	13,60	1,17
Brasil	5,29	5,68	4,73	9,27
NAFTA	-3,36	-3,63	-1,22	0,48
Resto de América	0,24	0,28	1,14	1,78
Unión Europea	-2,78	-3,05	-0,26	-0,20
África	0,51	0,53	0,30	0,41
Irán	0,38	0,41	0,16	0,16
China	-0,24	-0,26	-0,06	0,29
Japón	0,13	0,14	-0,03	0,23
Tailandia	-0,92	-0,98	-0,14	-0,05
Asia	1,15	1,22	0,59	0,77
Resto del Mundo	0,52	0,56	0,42	0,25

equivalente (VE) y expresados en millones de dólares. Los cambios en el bienestar se explican principalmente por una variación de los *términos de intercambio* (TDI) y los costos incurridos en la reasignación de recursos derivados hacia el sector arrocerero para compensar las variaciones en el comercio. Los TDI miden la evolución relativa de los precios de las exportaciones e importaciones de un país. De este modo, al cambiar las preferencias de los consumidores frente a un producto, se produce un cambio en los TDI, esto es, en la relación de precios de exportación e importación. Los resultados sugieren que la adopción de las BPM1 llevaría a un incremento de bienestar en el Uruguay algo superior a US\$ 29 millones, en tanto que esa cifra se elevaría a casi US\$ 32 millones en el caso de la adopción de las BPM2 de. Esta diferencia se explica por un mayor efecto surgido del ahorro en insumos que generaría la adopción de las BPM2 frente a las BPM1, las que compensarían un menor incremento en los rendimientos. Para el resto de las regiones consideradas, los efectos son pequeños en magnitud en relación al tamaño de las economías pero reflejan el sentido de los cambios.

En el caso de Brasil, su bienestar mejoraría frente a ambos escenarios (US\$ 5,29 y

US\$ 5,68 millones) ya que el precio del arroz en Uruguay se abarata y es uno de los principales compradores (Cuadro 20). Un resultado que resalta por el sentido que tiene es el de la UE, que presenta un bienestar negativo en ambos escenarios, E-1.1 y E-1.2, cuando en realidad sería dable a esperar una mejora de bienestar por ser un importador neto de arroz. Donde sí es lógico que la VE sea negativa es en Tailandia y Estados Unidos. Ambos son exportadores netos de arroz y se verían afectados por la competencia de Uruguay, al menos en el mercado europeo.

En un estudio previo realizado con una versión anterior (versión 6) de la base de datos global de GTAP, García, Lanfranco y Hareau (2007) estimaron que el resultado global para Uruguay alcanzaría US\$ 40 millones, en términos de VE para ambos sistemas de BPM. La diferencia puede encontrarse en el hecho de que en dicho estudio, que utilizó la versión anterior (GTAP 6) del modelo básico, el monto de las exportaciones de arroz uruguayo alcanzaba a US\$ 177 millones. En la versión GTAP 7 utilizada en este estudio, el monto era de US\$ 154 millones. Asimismo, el peso relativo de las exportaciones de arroz en el total de exportaciones del país pasó de 5,4% en GTAP 6 a 3,7% en GTAP 7.

Cuadro 20. Uruguay: VE y cambios relativos en cantidades y precios (4 escenarios)

Cambios proyectados en		Escenario			
		E-1.1	E-1.2	E-1.3	E-1.4
Bienestar (VE), en millones de US\$		29,44	31,67	13,6	1,17
Precio (%)	arroz cáscara	-11,22	-11,84	-11,7	-15,51
	arroz procesado	-4,48	-4,72	-1,77	-2,76
Producción (%)	arroz cáscara	44,20	47,61	39,97	7,91
	arroz procesado	14,44	15,31	1,36	-0,52
Comercio (%)	arroz cáscara	110,76	119,52	69,86	14,77
	arroz procesado	17,46	18,51	1,65	-0,69

En el escenario E-1.3 se aprecia que la creación de un sector que represente al arroz uruguayo como un producto diferenciado, aún sin que se produzca un rechazo explícito en alguna región, generaría un bienestar menor que en el escenario E-1.1. Bajo las condiciones de producción y comercio manejadas en este estudio, el VE proyectado caería a US\$ 13,60 millones. El escenario E-1.3 puede ser interpretado como uno en el cual se adoptan las BPM pero se utilizan variedades transgénicas, como resultado se pierde más del 50% del bienestar generado por las BPM1.

En el escenario E-1.4 se introdujo un cambio de preferencias en Europa y Brasil y el resultado es una previsión de caída del bienestar respecto al E-1.3. EL VE proyectado sería de tan solo US\$ 1,17 millones. Un rechazo del arroz uruguayo por contener transgénicos generaría una pérdida de bienestar en Uruguay en relación a la situación sin cambio de preferencias de los consumidores. El país que más se beneficiaría es Brasil, en este caso por efecto de los TDI, aspecto que se destaca en el resultado de VE global para este país (US\$ 9,27 millones). Para la UE, la caída de bienestar se explicaría por la reasignación de recursos, en tanto la mejora de los TI no compensaría esta pérdida.

Los potenciales cambios registrados en el sector arrocerero uruguayo determinarían que en los escenarios E-1.1 a E-1.3 se produciría una reducción de precios de arroz, un incremento de la cantidad producida y un incremento del comercio (Cuadro 20). En el E-1.4, la producción y las exportaciones de

arroz procesado presentan una reducción, si bien el porcentaje es menor refuerza el hecho de que un cambio de preferencias en algunos mercados genera pérdidas para el sector que finalmente redundan en el menor bienestar de la economía en su conjunto.

Cabe señalar que el modelo no logró capturar las ventajas de una rotación arroz ganadería puesto que toma ambos sectores como competidores por el recurso tierra. La necesidad de rotar el arroz con pasturas y que este sistema de rotación sea una característica de las BPM son aspectos que el modelo no recoge. De todos modos, existe evidencia de una importante sinergia entre la producción ganadera y la actividad arrocerera cuando se combinan en un sistema de rotación (Lanfranco, 2009b). El modelo no fue capaz de discriminar esto y muestra una caída de la producción ganadera por pérdida de área. Este aspecto no deja de ser menor en relación al impacto que recoge el modelo por las ventajas del arroz.

4.2 Impacto esperado de la adopción de variedades de arroz GM

4.2.1 Escenarios modelados

El diseño del segundo experimento se realizó buscando simular el impacto de un cambio en las preferencias dado por la adopción de arroz OGM en las dos regiones consideradas (Brasil y UE), para tres escenarios alternativos. A través de un cuarto es-

Cuadro 21. Escenarios OGM: definición de los cambios en las preferencias

Escenario	Sectores Involucrados	Shock aplicado y región de aplicación
E-2.1.	Arroz cáscara uruguayo	Brasil = 100% y Unión Europea 100%
	Arroz procesado uruguayo	
E-2.2.	Arroz cáscara uruguayo	Brasil = 100% y Unión Europea 100%
	Arroz procesado uruguayo	
E-2.3.	Arroz cáscara uruguayo	Unión Europea = 500%
	Arroz procesado uruguayo	
E-2.4.	Arroz cáscara uruguayo	Fuerte shock en la UE (500) más compensación en rendimiento necesario para contrarrestarlo (15,75%)
	Arroz procesado uruguayo	

cenario, se intentó simular el grado de incremento productivo necesario para compensar la pérdida surgida de la reacción negativa de los consumidores. En el Cuadro 21 se describen los cuatro escenarios considerados en el estudio sobre los dos tipos de arroz uruguayo, *paddy* o cáscara y procesado.

El escenario E-2.1 asumió un mismo grado de reacción de los consumidores (100%) en Brasil y en la UE. El escenario E-2.2, por el contrario, consideró una reacción mucho más fuerte en Europa que en Brasil. El escenario E-2.3 asumió que la reacción negativa de los consumidores se produciría solamente en la UE, en tanto que el escenario E-2.4 se construyó asumiendo que el cambio en las preferencias se daría solamente en la UE, en forma idéntica al E-2.3 pero considerando, adicionalmente, un incremento en la productividad de las variedades GM como forma de contrarrestar los efectos negativos del rechazo ocasionado en los consumidores europeos.

4.2.2 Resultados de la simulación

Los resultados del análisis para los distintos escenarios de cambio en las preferencias de los consumidores en Brasil y la UE se presentan en el Cuadro 22. Los resultados obtenidos sugieren que las pérdidas de bienestar para Uruguay serían mayores cuando el cambio de preferencias de los consumidores ocurre efectivamente en Brasil. Esto se explica por el gran peso relativo de este mercado así como la menor importancia de la UE en las exportaciones uruguayas de arroz, en la estructura de la base de datos de GTAP. Cuando el cambio de preferencias se produce en Brasil, éste ganaría en bienestar, en tanto la UE sufriría pérdidas en ese sentido.

La ganancia de Brasil (US\$ 4,45 millones) se produjo por una mejora de los TDI, cuya magnitud fue mayor que la pérdida producida por la reasignación de recursos necesaria para incrementar la producción in-

Cuadro 22. Cambios en el bienestar (VE) estimados para las regiones involucradas

Escenario de Shock: cambio en el bienestar medido en términos de Variación Equivalente (VE)	V. Equivalente (millones de US\$)		
	Uruguay	Brasil	U. Europea
E-2.1. Rechazo similar en Brasil (100) y UE (100)	-8,74	4,45	-0,41
E-2.2. Mayor rechazo en UE (500) que en Brasil (100)	-9,11	4,49	-2,08
E-2.3. Rechazo fuerte solamente en la UE (500)	-0,90	0,09	-3,92
E-2.4. Igual que el anterior + aumento rendimiento 15,75%	0,03	9,12	-1,80

terna, como forma de compensar la reducción de importaciones desde Uruguay. En la UE, mientras tanto, la caída neta en el bienestar (US\$ 410 mil) se debió a que el costo de reasignar recursos hacia el sector arroz fue mayor que la mejora observada en los TDI. En el caso de Uruguay, la pérdida del bienestar (US\$ 8,74 millones) estuvo asociada al deterioro de los TDI. La pérdida de bienestar se vio más afectada por la proporción de las exportaciones que representa cada mercado que por la magnitud del cambio en las preferencias.

El efecto diferencial producido en los distintos escenarios sobre algunas variables relevantes para el sector arrocero y el ganadero, se presenta en el Cuadro 23.

Los cambios se expresan en términos relativos (porcentuales), apreciándose que el sector más afectado con el cambio en la conducta de los consumidores sería el sector primario (arroz cáscara o *paddy* uruguayo). Este sufriría importantes reducciones en

el precio, en la producción y en el comercio exterior. Estos aspectos se destacan en los escenarios E-2.1 y E-2.2, donde se observa que el precio del arroz cáscara disminuiría -3,38% en el E-2.1 en tanto que la cantidad producida se reduciría en -21,33% y la exportada en -36,15%. En el E-1.2, estas reducciones alcanzarían a -3,43%, -21,54% y -36,05%, respectivamente. El escenario E-2.3, al no incluir a Brasil, reflejaría una reducción bastante más moderada en precio (-0,10%), producción (-0,41%) y comercialización (-0,38%) de arroz cáscara. La variación no sería de gran relevancia en el sector industrial, en ninguno de los tres primeros escenarios.

Mientras tanto, bajo los dos primeros escenarios podría registrarse una pérdida superior al 2% en el valor de la tierra, siendo inferior al 1% en los dos restantes. Por otro lado, los cambios registrados en la ganadería resultarían de escasa magnitud. El modelo no logró recoger adecuadamente la

Cuadro 23. Uruguay: cambios relativos (%) en cantidades y precios (4 escenarios)

Escenario de Shock	Factor/Sector involucrado	% Cambio en Precios	% Cambio en Cantidad	
			Producida	Exportada
E-2.1. Nivel de rechazo similar en Brasil (100) y Unión Europea (100)	Tierra	- 2,14		
	Arroz cáscara (UY)	- 3,38	- 21,33	- 36,15
	Arroz procesado (UY)	- 0,84	- 2,02	- 2,48
	Carne	- 0,20	0,86	1,30
E-2.2. Mayor nivel de rechazo en Unión Europea (500) que en Brasil (100)	Tierra	- 2,19		
	Arroz cáscara (UY)	- 3,43	- 21,54	- 36,05
	Arroz procesado (UY)	- 0,87	- 3,06	- 3,75
	Carne	- 0,21	0,9	1,35
E-2.3. Nivel de rechazo fuerte solamente en la Unión Europea (500)	Tierra	- 0,12		
	Arroz cáscara (UY)	- 0,10	- 0,41	0,38
	Arroz procesado (UY)	- 0,08	- 2,48	- 3,00
	Carne	- 0,02	0,08	0,12
E-2.4. Rechazo fuerte en la Unión Europea (500) + un incremento de 15,75% en los rendimientos	Tierra	- 0,82		
	Arroz cáscara (UY)	- 15,12	6,28	12,46
	Arroz procesado (UY)	- 2,73	- 1,65	- 2,06
	Carne	- 0,06	0,28	0,38

interacción entre el arroz y la ganadería, derivada de la rotación del cultivo, por lo que no es de extrañar que el resultado de este sector resultara pequeño.

El sector arrocero ha comenzado a apostar fuertemente a la adopción de *buenas prácticas agrícolas* (BPA)³³. Desde el punto de vista técnico, Esta tecnología es mutuamente excluyente con la de OGM, razón por la cual se consideró el escenario E-2.4. Este se modeló para evaluar el nivel de incremento que debería producirse, tras la incorporación de transgénicos, para compensar la pérdida ocasionada por la actitud negativa de los consumidores. Sin embargo, el resultado registrado sugiere que, para compensar un cambio de preferencias como el observado en el escenario E-2.3, debería producirse un incremento de 15,75% en la producción de arroz cáscara. Este nivel de incremento de la producción es mayor que el que se podría esperar en caso de utilizar variedades con resistencia a herbicidas.

5 PRINCIPALES CONCLUSIONES

El objetivo general de este trabajo de investigación fue evaluar el impacto económico potencial de algunos cambios tecnológicos en el cultivo de arroz en el Uruguay. El primer cambio tecnológico considerado fue la adopción de buenas prácticas de manejo (BPM). Los resultados obtenidos mediante simulación sugieren que la adopción de BPM, en las dos versiones definidas en este trabajo, redundaría en una mejora del bienestar para el conjunto de la economía.

Este resultado permite inferir que los esfuerzos que se realicen en el ajuste y mejora de las BPM generarían beneficios aún sin obtener mejores condiciones de comercialización, por tratarse de un producto diferenciado. Esto deja de manifiesto que la estrategia seguida por el sector arrocero uruguayo, involucrando tanto a los cultivadores como a la industria, ha demostrado ser co-

recta hasta el momento. De concretarse la adopción de arroz transgénico en Brasil, la situación en Uruguay podría cambiar en relación a esta tecnología, producto de la fuerte presencia de capitales brasileros en el sector primario e industrial.

La discusión sobre transgénicos continúa generando debates a nivel mundial y el Uruguay no escapa a la misma. En el caso particular del arroz, la posición de los cultivadores uruguayos y de la industria nacional ha sido contraria a la adopción de variedades OGM en este cultivo. Esta tecnología avanza a nivel mundial con nuevas variedades y en nuevas especies, aumentando los usos posibles. Al mismo tiempo, se han ido estableciendo protocolos más claros y seguros para la liberalización y adopción comercial, tanto a nivel nacional como internacional. En la región, el grado de adopción de transgénicos es alto, concentrándose fundamentalmente en la soja y el maíz pero la posibilidad de liberación de variedades OGM comercial en arroz es reciente y se encuentra aun sin resolver. Esto abre un marco de incertidumbre para los cultivadores en Uruguay.

Los resultados del modelo empírico sugieren que la adopción de variedades transgénicas en el cultivo de arroz podría llevar a una pérdida de bienestar en Uruguay, si como consecuencia se produce un cambio en la preferencia de los consumidores, en rechazo de las mismas. Dada la importancia de las exportaciones de arroz para la economía uruguaya, esta pérdida podrá ser mayor, en la medida que se produzcan cambios de preferencia en los mercados que tienen mayor importancia relativa. Con la actual estructura de exportaciones, el impacto sería aún mayor en todos los escenarios considerados, puesto que, en los últimos años Europa ha incrementado fuertemente su participación como destino para el arroz uruguayo.

Por otro lado, la adopción conjunta, de dos tecnologías como los OGM y las BPM

³³Al momento en que se desarrollaba este trabajo, el sector arrocero aun no había una definición expresa de buenas prácticas agrícolas, siendo que la GBPA fue publicada en noviembre de 2009. Aunque no hay una correspondencia exacta entre las BPA definidas en la guía y las BPM definidas en esta investigación, ambas van en un mismo sentido y pueden ser consideradas como equivalentes dentro del ámbito del estudio.

en arroz, correría el riesgo de perder las ventajas comerciales generadas por éstas últimas, si se combinara con el uso de variedades transgénicas. Esto sucedería debido a la posición contraria de aquellos mercados que potencialmente podrían premiar el uso de BPM. Debe señalarse al respecto que, mientras que las ventajas de las BPA se derivarían del cambio técnico puramente dicho, las pérdidas por OGM serían «inducidas» por las restricciones comerciales simuladas en el modelo.

La potencial liberación comercial de arroz resistente a herbicidas en Brasil abre un nuevo escenario y genera interrogantes sobre la sostenibilidad de largo plazo de la posición uruguaya. Por un lado, la participación de Brasil como destino de las exportaciones uruguayas de arroz otorga mucho peso a los consumidores brasileños en la conformación de su demanda. Por otro lado, en la región existen productores arroceros que realizan la actividad en ambos países, los cuales podrían, potencialmente, usar semilla transgénica en Uruguay. La incorporación de tecnología al cultivo de arroz por parte de cultivadores brasileños ha sido frecuente en el pasado. También generaría una oportunidad para vender arroz con origen certificado y aprovechar la ventaja comercial de no tener cultivo de arroz transgénico en Uruguay.

Algo similar se puede concluir con respecto a la adopción de alternativas no transgénicas (Clearfield®). Si bien ésta última no ha sido el objeto central de este trabajo, no deben dejarse de lado las consideraciones sobre las ventajas y desventajas de su adopción. Es por ello que el sector

arroceros uruguayos ha seguido de cerca su evolución, junto con el INIA, a los efectos de evaluar el riesgo de flujo génico hacia el arroz rojo. Es probable que el área de arroz con esta tecnología tenga algún grado de expansión en las próximas zafas siguientes, por lo que los resultados surgidos de este proyecto adquieren suma relevancia también en este caso.

La simulación de la adopción de transgénicos en este estudio fue realizada sin datos certeros acerca de cuál sería la reacción de los consumidores ni de cuál sería el potencial incremento de los rendimientos. En el primer caso, pone de manifiesto la necesidad de contar con más investigación para cuantificar con mayor precisión el grado de rechazo a esta tecnología. Adicionalmente, el desarrollo de un modelo específico que permita capturar mejor las preferencias de los consumidores podría arrojar más luz sobre el problema. El segundo punto, referido al incremento potencial de rendimiento, puede quedar claro cuando se cuente con la información de las variedades resistentes a herbicidas por mutagénesis.

Otro aspecto a considerar en futuros trabajos de investigación es que, si bien las pérdidas originadas por la potencial adopción de transgénicos se pueden compensar con el incremento en productividad del cultivo, es necesario precisar que quienes asumen los costos y beneficios de ambos cambios son actores diferentes y, por lo tanto, pueden tener posiciones diferentes respecto al tema. El desafío, en esos casos, es encontrar mecanismos compensatorios adecuados para transferir parte de las ganancias de un sector para cubrir las pérdidas del otro.

ANEXO 1 – COMISIÓN SECTORIAL DEL ARROZ

Fuente: Asociación de Cultivadores de Arroz.

Comisión Sectorial del Arroz (CSA), creada por el Decreto N° 1094/73. Posteriormente, el Decreto 96/85 del 1 de marzo de 1985 estableció la regulación de su funcionamiento. El cometido de la CSA es asesorar al Poder Ejecutivo, a través de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP), en todo lo relativo a:

- ✓ Producción, abastecimiento, industrialización, comercialización, exportación, tenencia de tierra, riego, represas y demás aspectos vinculados con el arroz.
- ✓ Proyectar los lineamientos que tiendan a la promoción del mejoramiento tecnológico y expansión de la producción del arroz mediante el aprovechamiento integral del riego, la fertilización y práctica de adecuadas rotaciones.
- ✓ Formular recomendaciones en lo relativo a la política de tierras y aguas concernientes a la expansión y cultivo de arroz (planes, proyectos e iniciativas para la elaboración de normas reglamentarias o legales).
- ✓ Formular recomendaciones respecto a las competencias que fueran atribuidas a la Comisión Sectorial del Arroz creada por el Decreto N° 1094/73 y que se deberán mantener.

La integración de la CSA se realiza de la siguiente manera:

a. Por el sector público, un representante por cada uno de los siguientes organismos, en adición al representante de OPP que la preside:

- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP).
- Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM).
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP).
- Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).
- Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA).
- Ministerio de Relaciones Exteriores (MRE).
- Banco de la República Oriental del Uruguay (BROU).

b. Un representante de la Asociación de Cultivadores de Arroz.

c. Un representante de la Gremial de Molinos Arroceros.

ANEXO 2 – NORMAS DE COMERCIALIZACIÓN DE ARROZ EN URUGUAY

Fuente: Asociación de Cultivadores de Arroz.

La comercialización interna del arroz en cáscara se rige por el decreto 321/988, promulgado en abril de 1988 y aplicado a partir de la cosecha 1989. Algunas de sus principales disposiciones son las siguientes:

Bases de comercialización:

Se considerará sano, seco y limpio (SSL) a todo arroz que satisfaga los siguientes bases:

- a) Impurezas y materias extrañas, 0%.
- b) Humedad, 13%.
- c) Blanco total, 70%.
- d) Granos enteros: EEA 404, 54%; otras variedades, 58%.
- e) Granos verdes, 3%.
- f) Granos rojos, 1%.
- g) Granos manchados, 0,25%.
- h) Granos yesados, 6%.

Tolerancia de recibo:

Se establecen límites por encima de los cuales una partida puede ser rechazada:

- a) Impurezas y materias extrañas, 15%.
- b) Humedad máxima (para ser considerado seco), 14,4%.
- c) Humedad máxima de recibo, 25%.
- d) Granos manchados, 12%.
- e) Granos verdes, 8%.
- f) Granos rojos, 5%.
- g) Granos yesados, 18%.
- h) Granos descascarados, 15%.
- i) Semillas objetables, 2%.
- j) Temperatura arroz seco, 40°C; arroz húmedo, 37°C.

Bonificaciones y deducciones:

- a) Impurezas y materias extrañas: deducción de 1 % por cada 1 % o fracción proporcional.
- b) Humedad: a las partidas que excedan la humedad base se les aplicará el coeficiente $(100-HR)/87$, donde HR es la humedad de recibo. (Ejemplo: una partida de 10.000 kg de arroz limpio con 18 % de humedad, equivale a 10000 x $(100-18)/87 = 9.425$ k seco).
- c) Blanco total: Bonificación de 0,5 % por cada 1 % o fracción proporcional por encima de la base. Deducción de 0,5 % por cada 1 % o fracción proporcional por debajo de la base.
- d) Grano entero: Bonificación de 0,5 % por cada 1 % o fracción proporcional por encima de la base. Deducción de 0,5 % por cada 1 % o fracción proporcional por debajo de la base.
- e) Granos rojos: Deducción de 0,25 % por cada 1 % o fracción proporcional por encima de la base.
- f) Granos manchados: Deducciones de 1,5 % por cada 1 % o fracción proporcional por encima de la base y hasta 0,5 % inclusive de granos manchados; de 2 % por cada 1 % o fracción proporcional por encima de 0,5 y hasta 0,75 % inclusive; y de 3 % por cada 1 % o fracción por encima de 0,75 % de granos manchados. (Estas deducciones se aplican con escalonamientos).
- g) Granos yesados: Deducción de 0,5 % por cada 1 % o fracción proporcional por encima de la base.
- h) Granos verdes: Deducción de 0,5 % por cada 1 % o fracción proporcional por encima de la base.

El volumen acumulado por aplicación de esta deducción se redistribuye entre los remitentes en forma proporcional al arroz entregado por cada uno. Cuando una partida presenta más de uno de los defectos rojo,

manchado o yesado, se aplicará solamente la mayor de las deducciones aplicables. Para el arroz con destino a semilla sólo se tendrá en cuenta lo que se refiere a impurezas y humedad.

ANEXO 3 – ARROZ: ESTRUCTURA DEL GRANO Y PRODUCTOS DE LA MOLIENDA

A continuación se presenta una breve descripción del procesamiento industrial del arroz a los efectos de favorecer la comprensión de algunos términos utilizados en este trabajo, así como de los productos de arroz comúnmente comercializados. La información presentada en esta sección resulta de una adaptación de material publicado por la Asociación de Cultivadores de Arroz de los Estados Unidos (*U.S. Rice Growers Association* - www.usriceproducers.com).

La estructura del grano de arroz y el rendimiento promedio del grano tras la molienda, se presentan en la Figura 20. El **arroz cáscara** o **paddy** es el arroz tal como viene del campo. Los granos de arroz están todavía dentro de la cascarilla protectora no

comestible (*lema* y *pálea*). Ésta, más los restos de tallo y espiga, representan aproximadamente entre 15-20% del peso inicial del grano. Luego de la cosecha, el arroz es llevado a la planta procesadora, donde se realiza la limpieza del grano, eliminándose los materiales extraños del arroz.

Clasificado en base a la forma del grano, el arroz puede ser de grano largo, medio o corto. El **arroz de grano largo** es más largo y delgado, siendo cuatro a cinco veces más largo que su ancho. Los granos cocidos tienen una buena separación, ligereza e inflado. Por otro lado, el **arroz de grano medio** es más corto y ancho (de 2 a 3 veces más largo que su ancho) que el de grano largo. Además, los granos cocidos son

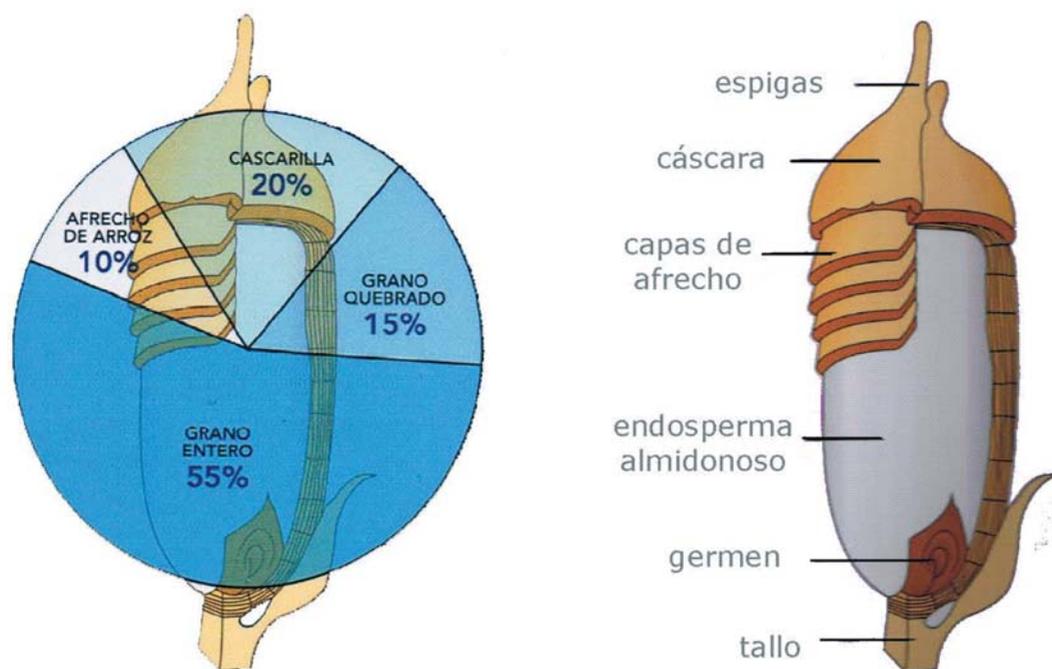


Figura 20. Arroz: estructura del grano y rendimiento promedio en la molienda.

más húmedos y tiernos y tiene mayor tendencia a pegarse que el arroz de grano largo. Finalmente, el **arroz de grano corto**, como indica su nombre, es corto, voluminoso y casi redondo. Los granos cocidos son suaves y se pegan.

Los productos obtenidos en las distintas etapas de procesamiento industrial del arroz se presentan en la Figura 21.

La forma menos procesada de arroz y que surge a partir del descascarillado del grano es lo que se conoce como **arroz integral o marrón**. Su cascarilla exterior ha sido retirada pero aun conserva las capas de afrecho (salvado) que le dan su característico color marrón y sabor parecido al de la nuez. La capa externa de afrecho brinda al arroz una textura más correosa que el arroz blanco. El afrecho representa entre un 10 y un 15% del peso inicial del *paddy*. El arroz integral es comestible por lo que puede ir directo a las máquinas graduadotas para su clasificación y posterior empaque para la venta (Figura 22).

El arroz integral puede continuar hacia el proceso de molienda, a través del frotado

de los granos entre sí bajo presión, para quitar las capas de salvado. Distintos procesos posteriores (blanqueado, pulido) dan lugar a distintos productos de **arroz blanco** que son empacados posteriormente para su ingreso al círculo comercial. Durante el proceso industrial, normalmente se produce una cierta proporción de quebrado en el grano. La proporción de grano quebrado oscila en el 10% el peso total, con lo cual el rendimiento del grano entero varía entre 55% y 65%. Las condiciones y estándares de comercialización y los niveles de tolerancia en los rendimientos del grano pueden variar de acuerdo al país (ver las normas de comercialización para Uruguay en el Anexo 2).

Un proceso alternativo que se realiza en ocasiones, previo al descascarillado, es la vaporización del grano. También conocido como parbolizado, precocido o sancochado, el proceso consiste en el remojo del arroz *paddy* en agua caliente a presión, con vapor y secado antes de la molienda. Este proceso gelatiniza el almidón del grano y resulta en granos más firmes y separados. El **arroz parbolizado o vaporizado** retiene más



Figura 21. Arroz: productos obtenidos mediante procesamiento del grano.

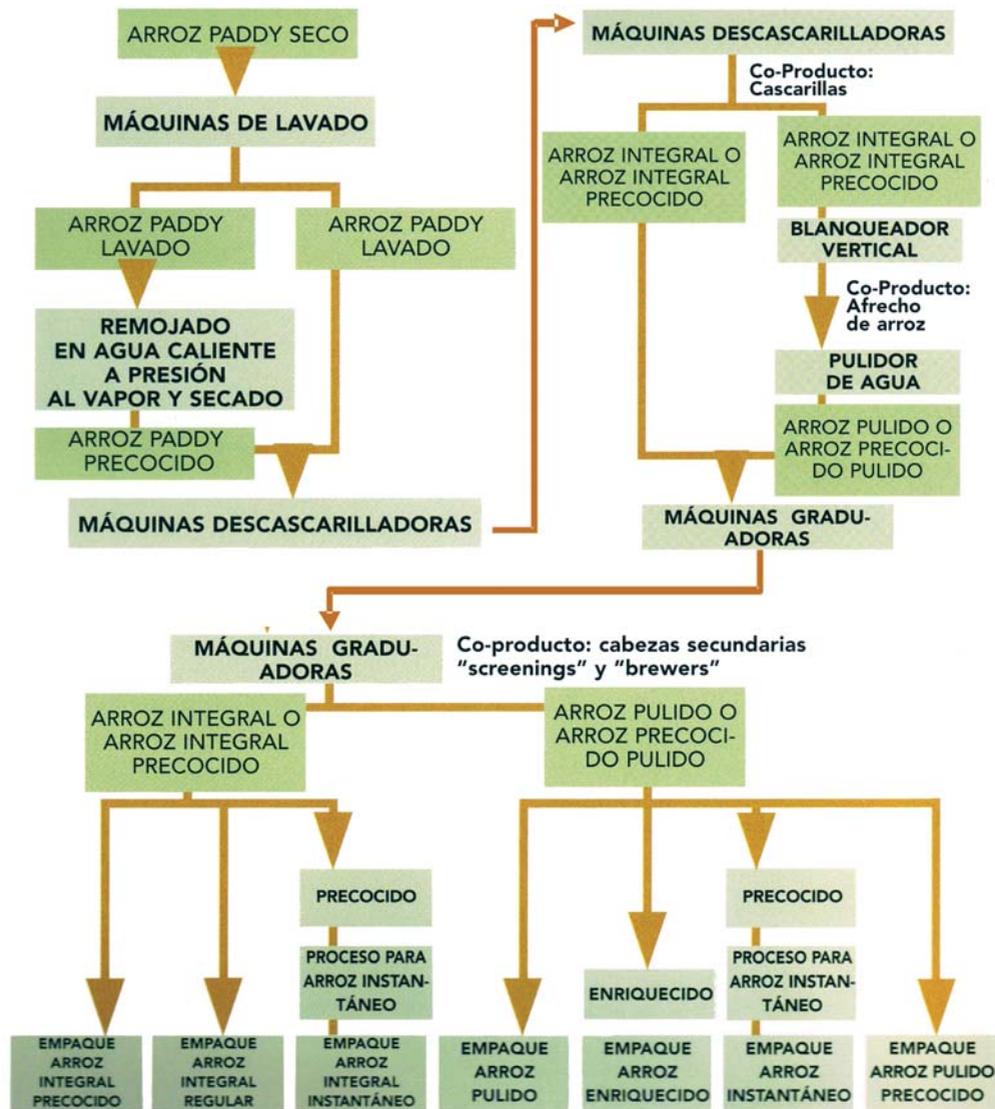


Figura 22. Proceso de molienda del arroz; lavado, descascarillado, precocido

nutrientes que el arroz blanco regular y toma unos pocos minutos más cocinarlo. Adicionalmente, con la vaporización se ob-

tienen rendimientos industriales estimados en algo más del 27% por encima de los obtenidos por el arroz blanco no parbolizado (Amato, 2010).

6 BIBLIOGRAFÍA

- ACA-GMA-INIA-FAGRO-LATU.** 2009. *Guía de buenas prácticas en el cultivo de arroz en el Uruguay.* Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA.), Gremial de Molinos Arroceros (GMA), Facultad de Agronomía de la Universidad de la República (FAGRO-UDELAR), Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). Noviembre 2009. Montevideo: 32 pp.
- ACA.** 2007. «Devolución de impuestos indirectos a las exportaciones.» *Revista Arroz.* Asociación de Cultivadores de Arroz. Año XIII. N° 51. Montevideo: 24-25.
- AGUERRE, T.; BATTELLO, C.** 2002. «Enfoque sobre los transgénicos de la Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA)». En: *Los transgénicos en la agricultura y la alimentación.* Departamento de Ciencias Sociales. Facultad de Agronomía. Montevideo: 220 pp.
- AKERLOF, G. A.** 1970. «The market for lemons: Quality uncertainty and the market mechanism.» *Quarterly Journal of Economics* 84(1970):488-500.
- AMATO, G. W.** 2010. «Vaporizado del arroz: un proceso para obtener 'cosecha de plantación virtual'.» *The Rice Trader Rice Americas Conference.* Aril 20-22. Cartagena, Colombia.
- ANDERSON, K.; JACKSON, L. A.** 2006. «Transgenic crops, EU precaution, and developing countries.» *Int. J. Technology and Globalization*, 2(1-2): 65-80.
- ANDERSON, K.; JACKSON, L. A.; NIELSEN, C. P.** 2004. «Genetically modified rice adoption: Implications for welfare and poverty alleviation.» *CIES Discussion Paper No. 0413.* University of Adelaide: 32 pp.
- ANDERSON, K.; NIELSEN, C. P.; ROBINSON, S.** 2000. «Estimating the economic effects of GMOs: The importance of policy choices and preferences.» *Center for International Economic Studies.* Policy Discussion Paper, N° 35. Adelaide University, Australia.
- ANNOU, M. M.; WAILES, E. J. CRAMER, G. L.** 2000. *Economic Analysis of Adopting Liberty Link Rice. Rice Situation and Outlook/RCS-2000.* Economic Research Service. USDA.
- AUNG, W.** 2009. «Myanmar Rice Export Trend.» *The Rice Trader World Rice Conference.* October 27-29. Cebu, The Philippines.
- BATTELLO, C.** 2007. «Externalidades positivas que genera el cultivo de arroz.» *Revista Arroz.* Asociación de Cultivadores de Arroz. Año XIII. N° 51. Montevideo, Uruguay. pp. 24-25.
- BLANCO, P.; MOLINA, F.; LAVECCHIA, A.; MARCHESI, C.; MARTÍNEZ, S.; SILVERA, W. H. CASALES, L.** 2011. «Evaluación avanzada de cultivares Clearfield.» En *Arroz: resultados experimentales 2010-2011.* INIA Actividades de Difusión N° 651 Treinta y Tres. Cap. 5: 25-31.
- BLANCO, P.; PÉREZ DE VIDA, F.; MOLINA, F.; SILVERA, W. H.; LAVECCHIA, A.; ROSAS, J. E.; ARRASTIA, M.; ARISMENDI, G.; S. AVILA, S.; BONNECARRÈRE, V.; CAPDEVIELLE, F.** 2009. «Mejoramiento Genético. Resumen de actividades. Evaluación interna de cultivares.» En *Arroz: resultados experimentales 2008-2009.* INIA Actividades de Difusión N° 571. Cap. 7: 1-5.
- BONILLA, O.; ZORRILLA, G.** 2000. «Descripción del proyecto de la Unidad de Producción Arroz-Ganadería (UPAG).» En *Unidad de Producción Arroz-Ganadería (UPAG) Resultados 1999-2000.* INIA Actividades de Difusión N° 231 Treinta y Tres: 34pp.
- BRETHOUR, C.; SPARLING, B.; CORTUS, B.; KLIMAS, M.; MOORE, T.** 2007. *An economic evaluation of beneficial management practices in Canadian agriculture.* George Morris Center. Final Report. Prepared for the Crops Nutrient Council. Agriculture and Agri-food Canada (AAFC). Final Report. January 8, 2007: 150 pp.
- CONAB.** 2011. «Series Históricas.» *Companhia Nacional de Abastecimento.* URL: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>. Último acceso: Marzo 2011.
- DIEA.** 2010a. *Tierras de uso agropecuario: ventas y arrendamientos. Año 2009.*

- Serie Trabajos Especiales N° 296. Dirección de Investigaciones y Estadísticas Agropecuarias (DIEA), Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). Montevideo, Uruguay: 32 pp.
- DIEA.** 2010b. *Encuesta arroceras. Zafra 2009/10*. Serie Encuestas N° 291. Dirección de Investigaciones y Estadísticas Agropecuarias (DIEA), Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). Montevideo, Uruguay: 22 pp.
- DIEA.** 2010c. *Anuario Estadístico Agropecuario 2010*. Dirección de Investigaciones y Estadísticas Agropecuarias (DIEA), Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). Montevideo, Uruguay: 240 pp.
- DIEA.** 2009. *Encuesta arroceras. Zafra 2008/09*. Serie Encuestas N° 275. Dirección de Investigaciones y Estadísticas Agropecuarias (DIEA), Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). Montevideo, Uruguay: 26 pp.
- DIEA.** 2008. *Encuesta arroceras. Zafra 2008/09*. Serie Encuestas N° 261. Dirección de Investigaciones y Estadísticas Agropecuarias (DIEA), Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). Montevideo, Uruguay: 25 pp.
- DIEA.** 2007. *Encuesta arroceras. Zafra 2006/07*. Serie Encuestas N° 248. Dirección de Investigaciones y Estadísticas Agropecuarias (DIEA), Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). Montevideo, Uruguay: 34 pp.
- DIEA,** 2006. *Encuesta de arroz. Zafra 2005/06*. Serie Encuestas N° 238. Dirección de Investigaciones y Estadísticas Agropecuarias (DIEA), Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). Montevideo, Uruguay: 39 pp.
- DIEA,** 2005. *Encuesta de arroz. Zafra 2004/05*. Serie Encuestas N° 230. Dirección de Investigaciones y Estadísticas Agropecuarias (DIEA), Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). Montevideo, Uruguay: 51 pp.
- DIEA,** 2004. *Encuesta de arroz. Zafra 2003/04*. Serie Encuestas N° 238. Dirección de Investigaciones y Estadísticas Agropecuarias (DIEA), Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). Montevideo, Uruguay: 34 pp.
- DIEA,** 2003. *Encuesta de arroz. Zafra 2002/03*. Serie Encuestas N° 222. Dirección de Investigaciones y Estadísticas Agropecuarias (DIEA), Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). Montevideo, Uruguay: 39 pp.
- DIEA,** 2002. *Encuesta de arroz. Zafra 2001/02*. Serie Encuestas N° 208. Dirección de Investigaciones y Estadísticas Agropecuarias (DIEA), Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). Montevideo, Uruguay: 40 pp.
- EVENSON, R.** 2006. «Comments: The Coexistence Session.» *American Journal of Agricultural Economics*, 88(5): 1209-1210.
- FALCK-ZEPEDA, J.** 2006. «Coexistence, genetically modified biotechnologies and biosafety: Implications for developing countries.» *American Journal of Agricultural Economics*, 88(5): 1200-1208.
- FAO.** 2011. *FAO Statistical Yearbook 2009*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. URL: <http://www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook/> Último acceso: Marzo 2011.
- FAO.** 2002. *Las buenas prácticas agrícolas*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Agricultura Sostenible y Desarrollo Rural. Documento preparatorio (2ª versión) para la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible. Johannesburgo, 26 de agosto al 4 de septiembre de 2002. URL: www.fao.org/wssd/SARD/documents/faogapes.doc
- FAOSTAT.** 2011. *FAO Database*. URL <http://faostat.fao.org>. Último acceso: Marzo 2011.
- FCRMA, W.** 2009. «Cambodian Rice.» *The Rice Trader World Rice Conference*. October 27-29. Cebu, The Philippines.
- FERNÁNDEZ GUIDAL, E.** 2001. *La historia del Arroz Dorado: vitamina A para los países en desarrollo*. Monsanto España. Junio 1, 2001. URL: <http://www.monsanto.es/noticias-y-recursos/noticias/la-historia-del-arroz-dorado-vitamina-para-los-paises-en-desarrollo>. Último acceso: Marzo 2011.

- GARCÍA-GONZÁLEZ, J. E.** 2004. «El arroz dorado: ¿Un debate emocional?» *Foro Latinoamericano*, Acta Académica N 34: 66-89.
- GARCÍA, F.; LANFRANCO, B.; HAREAU, G. G.** 2007. «Impacto económico de la adopción de buenas prácticas de manejo en el cultivo del arroz en Uruguay.» Anales de la XXXVIII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria. Mendoza, 17 al 19 de Octubre de 2007.
- GIFFORD, K.; BERNARD, J.; TOENSMEYER, U. C.; BACON R.** 2005. «An experimental investigation of willingness to pay for non-GM and organic food products.» Paper presented at the *American Agricultural Economics Association Annual Meeting*, Providence, Rhode Island.
- GOHIN, A.; HERTEL, T. W.** 2003. *A note on the CES functional form and its use in the GTAP Model*. GTAP Research memorando N° 2. Purdue University, USA.
- GÓMEZ, G. C.** 2008. *Lo que no se dice del arroz*. Eco Portal.net. URL: [www.ecoport.net /Temas_Especiales/Contaminacion/Lo_que_no_se_dice_del_arroz](http://www.ecoport.net/Temas_Especiales/Contaminacion/Lo_que_no_se_dice_del_arroz). Fecha de publicación: 12/08/08. Último acceso: Marzo 2011.
- HAREAU, G. G.; MILLS, B. F.; NORTON, G. W.** 2005. *Arroz transgénico en Uruguay: Un modelo de simulación para estimar los beneficios económicos potenciales*. INIA Serie Técnica N° 153. Montevideo: 30 pp.
- HERNÁNDEZ, V.; EZCURRA, E.** 2001. *El arroz dorado transgénico: ¿Milagro o espejismo?*. Documento Greenpeace. Informe 1 (Febrero). Buenos Aires: 10 pp.
- HERTEL, T. W.** 1997. *Global Trade Analysis: Modeling and Applications*. Cambridge University Press. New York.
- HO, M.W.** 2009. «Golden Rice and Hazards of GMOs» *Institute of Science in Society*. ISIS Lecture at Workshop on Hazards of GMOs, Food and Democracy, 5th European Conference on GMO-Free Regions, 25 April 2009.
- HORRIDGE, M.** (Com. Pers.) 2008a. CoPS Archive TPMH0087. <http://www.monash.edu.au/policy/archive.htm> (submitted May 2008).
- HORRIDGE, M.** 2008b. *SplitCom. Programs to disaggregate a GTAP sector*. Centre of Policy Studies, Monash University, Melbourne, Australia.
- HUFFMAN, W. E.; SHOGREN, J. F.; ROUSU, M.; TEGENE, A.** 2003. «Consumer willingness to pay for genetically modified food labels in a market with diverse information: Evidence from experimental auctions.» *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 28(3): 481-502.
- JAMES, C.** 2010. *Global status of commercialized Biotech/GM crops: 2010*. Executive Summary. ISAAA Briefs N° 42. International Service for Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), Ithaca, NY: 23 pp.
- JAMES, C.** 2005. *Global status of commercialized Biotech/GM crops: 2005*. Executive Summary. ISAAA Briefs N° 34. International Service for Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), Ithaca, NY: 46 pp.
- KNIGHT, J. G.; MATHER, D. W.; HOLDSWORTH, D. K.** 2005. «Impact of genetic modification in country image of imported food products in European markets: Perceptions of channel members.» *Food Policy*, 30(4): 385-398.
- LAPAN, H. E.; MOSCHINI, G.** 2004. «Innovation and trade with endogenous market failure: The case of genetically modified products.» *American Journal of Agricultural Economics*, 86(3): 634-648.
- LAVECCHIA, A.** 2000. *Modelo para la estimación de costos y beneficios del cultivo de arroz*. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. INIA Boletín de divulgación N° 73: 21 pp.
- LANFRANCO, B.** 2011. «Brazil's crop recovery and the return of South America's export prowess.» *The Rice Trader World Rice Conference*. October 19-21. Ho Chi Minh City, Vietnam.
- LANFRANCO, B.** 2010. «South American export markets.» *The Rice Trader World Rice Conference*. October 12-14. Phuket, Thailand.
- LANFRANCO, B.** 2009a. «Emerging potentials for exports from South

America.» *The Rice Trader World Rice Conference*. October 27-29. Cebu, The Philippines.

LANFRANCO, B. 2009b. «Análisis económico de la UPAG Comercial.» En: *Deambrosi et al* (Eds.) *10 Años de la Unidad de Producción Arroz-Ganadería*. INIA Serie Técnica 180. Montevideo: 49-76.

LIMA, D.; ABREU, A. 2009. *Evento LLRice62*. Processo CTNBio 01200.003386/2003-79. Audiência Pública. Bayer S/A - CQB 005/96. 18/Março/2009. URL: <http://ctnbio.gov.br>. Último acceso: Marzo 2011.

MARCHESI, C. 2011. «Conceptos referidos a resistencia de malezas a herbicidas.» En *Arroz: resultados experimentales 2010-2011*. INIA Actividades de Difusión N° 651 Treinta y Tres. Cap. 5: 20-22.

MÉNDEZ, R.; DEAMBROSI, E.; BLANCO, P.; SALDAIN, N.; PÉREZ DE VIDA, F.; GAGGERO, M.; LAVECCHIA, A.; MÉNDEZ, J.; MARCHESI, C. 2001. *Reducción de laboreo y siembra directa en el cultivo de arroz*. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. INIA Serie Técnica N° 122. Montevideo: 18 pp.

MERGEN, D.; YANKELEVICH, I. 2010. «Uruguay: Biotechnology - GE Plants and Animals. Paraguay Biotechnology Annual Report.» *USDA Foreign Agricultural Service*. Global Agricultural Information Network. GAIN Report (Dec 2010). Washington, DC: 11 pp.

MOLINA, F.; BLANCO, P.; LAVECCHIA, A.; SILVERA, W. H. CASALES, L. 2010. «Evaluación avanzada de cultivares Clearfield.» En *Arroz: resultados experimentales 2009-2010*. INIA Actividades de Difusión N° 611. Cap. 7: 37-43.

MOLINA, F.; BLANCO, P.; LAVECCHIA, A.; SILVERA, W. H. 2009. «Cultivares Clearfield.» En *Arroz: resultados experimentales 2008-2009*. INIA Actividades de Difusión N° 571. Cap. 7: 17-23.

MOLINA, F.; CANTOU, G.; ROEL, A. 2011. *Resumen: Base de Datos Empresas Arroceras Zafra 2010-11*. Grupo de Trabajo Arroz - Junio 2011. URL: <http://www.inia.org.uy/online/site/79783611.php>.

MOLINA, F.; CANTOU, G.; ROEL, A. 2010. *Resumen: Base de Datos Empresas Arroceras Zafra 2009-10*. Grupo de Trabajo Arroz - Junio 2010. URL: <http://www.inia.org.uy/online/site/79783611.php>.

MOLINA, F.; CANTOU, G.; ROEL, A. 2009. *Resumen: Base de Datos Empresas Arroceras Zafra 2008-09*. Grupo de Trabajo Arroz - Junio 2009. URL: <http://www.inia.org.uy/online/site/79783611.php>.

MOLINA, F.; CANTOU, G.; ROEL, A. 2008. *Resumen: Base de Datos Empresas Arroceras Zafra 2007-08*. Grupo de Trabajo Arroz - Junio 2008. URL: <http://www.inia.org.uy/online/site/79783611.php>.

MOLINA, F.; ROEL, A. 2007. *Resumen: Base de Datos Empresas Arroceras Zafra 2006-07*. Grupo de Trabajo Arroz - Junio 2007. URL: <http://www.inia.org.uy/online/site/79783611.php>.

MOLINA, F.; ROEL, A. 2006. *Resumen: Base de Datos Empresas Arroceras Zafra 2005-06*. Grupo de Trabajo Arroz - Junio 2006. URL: <http://www.inia.org.uy/online/site/79783611.php>.

NIELSEN, C. P.; ANDERSON, K. 2003. «Golden Rice and the Looming GMO Trade Debate: Implication for the Poor.» *Centre for International Economic Studies*. Discussion Paper N 0322. University of Adelaide, Australia: 39 pp.

NIELSEN, C. P.; ANDERSON, K. 2001. «Global market effects of alternative European responses to genetically modified organisms.» *Weltwirtschaftliches Arch*. 137: 320-346.

NIELSEN, C. P.; ANDERSON, K. 2000. «GMO's, trade policy, and welfare in rich and poor countries.» Working paper n° 3/2000. *Statens Jordbrugs- og Fiskerøkonomiske Institut*. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri. Denmark.

NIELSEN, C. P.; THIERFELDER, K.; ROBINSON, S. 2003. «Consumer preferences and trade in genetically modified foods.» *Journal of Policy Modeling*, Vol 25: 777-794.

NIELSEN, C. P.; YU, K. 2002. «Integration of the International Rice Market: Implications for Trade Liberalization.»

Danish Research Institute of Food Economics. Working Paper. Copenhagen: 25 pp.

- NOZAR, G.** 2007. *Evaluación del impacto económico, social y ambiental de la investigación del INIA en arroz y lechería. Período 1990-2005.* IICA-INIA-PROCISUR. Montevideo: 27 pp.
- OMAF.** 2003. *Best Management Practices Series.* Ontario Ministry of Agriculture and Food (OMAF). Dec 23, 2003. URL: <http://www.omafra.gov.on.ca/english/environment/bmp/series.htm>. Último acceso: Febrero 2011.
- PAZOS, F.** 2007. *Cultivos no-transgénicos resistentes a herbicidas. Una nueva 'solución' de la Industria: la tecnología Clearfield.* Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina. RAP-AL Uruguay. URL: <http://webs.chasque.net/~rapaluy1/agrotoxicos/Prensa/Clearfield.html>. Último acceso: Marzo 2011.
- PÉREZ DE VIDA, F.; ROSAS, J. E.; BONNECARRÈRE, V.** 2010. «Impacto ambiental de la tecnología Clearfield en sistemas de producción de arroz contrastantes de América Latina: flujo génico entre arroz cultivado-arroz rojo.» En *Arroz: resultados experimentales 2009-2010*. INIA Actividades de Difusión N° 611. Cap. 8: 12-19.
- PÉREZ DE VIDA, F.; ROSAS, J. E.; LÓPEZ, A.; SALDAIN, N.; BONNECARRÈRE, V.** 2008. «Evaluación de riesgo de flujo génico entre arroz cultivado Clearfield y arroz rojo.» En *Arroz: resultados experimentales 2007-2008*. INIA Actividades de Difusión N° 545. Cap. 8: 1-9.
- POTRYKUS, I.** 2001. «Golden Rice and beyond.» *Plant Physiology*. Vol 125: 1157-1161.
- RMA.** 2003. *Nutrient Best Management Practice (N-BMP) Loss Adjustment Handbook 2003 and Succeeding Crop Years.* Risk Management Agency, United States Department of Agriculture (USDA). Handbook Number: 20050. URL: <http://www.rma.usda.gov/>
- SALDAIN, N.** 2009a. «Efecto del Ki-Fix aplicado en el arroz Clearfield® en los cultivos subsiguientes.» En *Arroz: resultados experimentales 2008-2009*. INIA Actividades de Difusión N° 571 Treinta y Tres. Cap. 5: 24-26.
- SALDAIN, N.** 2009b. «Efecto sobre las variedades de arroz sin tolerancia a las imidazolinonas sembradas después del arroz Clearfield®.» En *Arroz: resultados experimentales 2008-2009*. INIA Actividades de Difusión N° 571 Treinta y Tres. Cap. 5: 35-39.
- SALDAIN, N.; BERMÚDEZ, R.** 2009. «Efecto sobre las especies forrajeras sembradas después del arroz Clearfield®.» En *Arroz: resultados experimentales 2008-2009*. INIA Actividades de Difusión N° 571 Treinta y Tres. Cap. 5: 26-34.
- SCARPA, R.; SPALATRO, F.; CANAVARI, M.** 2003. «Investigating preferences for environment friendly production practices: Taste segments for organic and integrated crop management in Italian households.» *Center for International Food and Agricultural Policy. University of Minnesota.* Working Paper 03-3.
- SHELDON, I.** 2001. «Regulation of biotechnology: Will we ever 'freely' trade MOs?» *European Association of Agricultural Economists (EAAE) Paper presented at the 77th EAAE Seminar entitled «International Agricultural Trade: Old and New Challenges, Helsinki, Finland, 17-18 August.*
- SHOVEN, J. B.; WHALLEY, J.** 1992. *Applying General Equilibrium.* Cambridge University Press. New York. Cap. 2.
- SHOVEN, J. B.; WHALLEY, J.** 1984. «Applied General-Equilibrium Models of Taxation and International Trade: An Introduction and Survey.» *Journal of Economic Literature*. Vol. XXII (September): 1007-1051.
- UNCTAD.** 2011. «Información de mercado sobre productos básicos.» *Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo.* Red de Acción en INFO COMM. URL: <http://www.unctad.org/infocomm/espagnol/arroz/mercado.htm>. Último acceso: Marzo 2011.
- USDA-FAS.** 2011. «World rice production, consumption, and stocks information.» *United States Department of Agriculture*

- *Foreign Agricultural Service*. URL: <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdreport.aspx?hidReportRetrievalName=BVS&hidReportRetrievalID=681&hidReportRetrievalTemplateID=7>.

Fecha de Creación: 10 de Marzo 2011.

van MEIJL, H.; van TONGEREN, F. 2004.

«International diffusion of grains from

biotechnology and the European Union's Common Agricultural Policy.»
Agricultural Economics. Vol 31: 307-316.

VARIAN, H. R. 1992. *Microeconomics Analysis*. 3rd Edition. W. W. Norton & Company Ltd. New York: 506 pp.