

Universidad de Chile
Facultad de Ciencias Agronómicas
Escuela de Agronomía

**Estimación del Poder de Oligopsonio
en el Mercado Nacional del Arroz
(*Oryza sativa L.*).**

MATÍAS FELIPE REBOLLEDO GONZÁLEZ

Santiago, Chile
2010

Universidad de Chile
Facultad de Ciencias Agronómicas
Escuela de Agronomía

**Estimación del Poder de Oligopsonio
en el Mercado Nacional del Arroz
(*Oryza sativa L.*).**

**Estimating the Oligopsony Power
in the Chilean Rice Market
(*Oryza sativa L.*).**

MATÍAS FELIPE REBOLLEDO GONZÁLEZ

Santiago, Chile
2010

Universidad de Chile
Facultad de Ciencias Agronómicas
Escuela de Agronomía

**Estimación del Poder de Oligopsonio
en el Mercado Nacional del Arroz
(*Oryza sativa L.*).**

Memoria para optar al título profesional de:
Ingeniero Agrónomo.
Mención: Economía Agraria.

MATÍAS FELIPE REBOLLEDO GONZÁLEZ

| Profesor Guía | Calificaciones |
|---|-----------------------|
| Sr. Ricardo Marchant S. Ingeniero Agrónomo, MSc. | 7,0 |
| Profesores Evaluadores | |
| Sr. Ramón Valderas O. Ingeniero Civil, MSc. | 6,8 |
| Sr. Juan C. Magofke S. Ingeniero Agrónomo, MSc. | 6,5 |
| Colaboradores | |
| Sr. Nicolás Magner P. Ingeniero Agrónomo | |
| Sr. José M. Benavente H. Ingeniero Civil, PhD. | |

Santiago, Chile
2010

Índice

| | |
|---|------------|
| Índice | I |
| Índice de cuadros | III |
| Índice de gráficos | IV |
| Resumen. | V |
| Summary. | VI |
| 1. Introducción. | 1 |
| 1.1. Objetivos generales. | 4 |
| 1.2. Objetivos específicos. | 4 |
| 2. Revisión bibliográfica. | 5 |
| 2.1. El mercado nacional del arroz. | 5 |
| 2.2. Demanda industrial de arroz. | 8 |
| 2.3. Oferta nacional de arroz. | 10 |
| 2.4. Teoría de la concentración. | 14 |
| 2.4.1. El enfoque estructura-conducta-desempeño. | 14 |
| 2.4.2. El enfoque de la nueva organización industrial empírica. | 16 |
| 2.5. Concentración y comercio internacional agropecuario. | 18 |
| 2.5.1. Modelos de ecuaciones simultáneas. | 19 |
| 2.5.2. Modelos estáticos con estrategias. | 20 |
| 2.5.3. Modelos dinámicos de estrategias. | 21 |
| 2.6. Derivación del parámetro de concentración. | 21 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 2.6.1. | El caso general. | 21 |
| 2.6.2. | Extensión del caso general. | 23 |
| 2.6.3. | El problema de la equivalencia observacional. | 25 |
| 3. | Metodología. | 27 |
| 3.1. | Derivación del poder de oligopsonio. | 27 |
| 3.2. | Estimación del poder de oligopsonio. | 29 |
| 3.2.1. | Planteamiento del sistema de ecuaciones simultáneas. | 29 |
| 3.2.2. | Uso de variables exógenas como instrumentos. | 30 |
| 3.2.3. | Estimación por mínimos cuadrados en tres etapas. | 36 |
| 3.3. | Inferencia y prueba de hipótesis. | 37 |
| 3.4. | Propuestas de apoyo a la producción nacional. | 40 |
| 4. | Resultados. | 42 |
| 4.1. | Estimación del poder de oligopsonio. | 42 |
| 4.1.1. | Estacionariedad de las series. | 42 |
| 4.1.2. | Resultados de la estimación. | 43 |
| 4.1.3. | Resultado de las pruebas de inferencia. | 47 |
| 4.2. | Propuestas para mejorar el mercado del arroz. | 54 |
| 5. | Conclusiones. | 56 |
| | Bibliografía | 58 |
| | Anexo I. | 62 |
| | Anexo II. | 63 |

Índice de cuadros

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | Instrumentos de apoyo por periodo. | 6 |
| 2. | Número de Molinos arroceros por región (1981). | 9 |
| 3. | Importaciones de Arroz en 2007 y 2008. | 10 |
| 4. | Algunas mediciones empleadas en el enfoque SCP. | 14 |
| 5. | Rango del parámetro de concentración. | 17 |
| 6. | Descripción de coeficientes. | 33 |
| 7. | Valores de la prueba de Ramsey. | 39 |
| 8. | Prueba de estacionariedad de las variables y los residuos. | 42 |
| 9. | Sistema de ecuaciones, Mínimos cuadrados en tres etapas, MC3E. | 45 |
| 10. | Coefficientes de determinación del sistema de ecuaciones. | 46 |
| 11. | Resumen parámetros estimados. | 46 |
| 12. | Parámetro de concentración y poder de olisopsonio. | 46 |
| 13. | Contraste de autocorrelación Q de Ljung-Box. | 47 |
| 14. | Contraste de heteroscedasticidad de White. | 48 |
| 15. | Matriz de correlaciones entre las variables. | 49 |
| 16. | Contraste de especificación de Ramsey. | 50 |
| 17. | Contraste de normalidad univariada y multivariada. | 50 |
| 18. | Contraste de sobreidentificación de Hansen-Sargan. | 51 |
| 19. | Contraste de especificación de Hausman. | 51 |
| 20. | Descripción de la muestra de datos. | 62 |
| 21. | Información de la muestra de datos. | 63 |
| 22. | Base de datos del modelo. | 64 |
| 23. | Base de datos del modelo suplementaria. | 65 |

Índice de gráficos

| | | |
|----|--|----|
| 1. | Volúmenes Importados de arroz entre 1990-2008. | 11 |
| 2. | Cadena de comercialización del arroz. | 12 |

Resumen

En la presente memoria, se estimó el grado de concentración y de poder oligopsonico en el mercado nacional del arroz. El poder de oligopsonio provoca que los productores perciban un precio pagado menor al que estaría determinado por libre competencia. Las empresas demandantes del arroz como materia prima determinan el precio e importan arroz elaborado en grandes cantidades, dificultando tanto la producción como la comercialización del arroz nacional.

La estimación del poder de oligopsonio se resolvió mediante un sistema de ecuaciones simultáneas, en el que la oferta y demanda de arroz están determinadas de manera conjunta. De este sistema se despejó el parámetro que mide el grado de concentración oligopsonico del mercado. Se emplearon series promedios anuales o promedios de las temporadas de comercialización en el periodo entre 1960 y 2007.

La elasticidad de oferta estimada fue de 0,53 y la de demanda fue de $-4,97$. Esto indica que, por el lado del sector productor nacional, ante un aumento de 1 % en el precio mayorista nacional del arroz paddy el volumen nacional ofertado aumenta en un 0,53 %. Mientras que por el lado de la demanda industrial de arroz, ante un aumento en un 1 % del precio mayorista del arroz paddy, cae el volumen de arroz paddy nacional demandado en un 4,97 %.

El poder de oligopsonio se calculó en 20 %, porcentaje que constituye pérdida en el precio que perciben los agricultores en su producción anual. El parámetro de concentración oligopsonico estimado fue de 0,11, lo que indica que existen entre siete a diez empresas en el mercado, asumiendo que son todas de igual tamaño y operan a la misma escala, que acaparan casi la totalidad de éste y que tienen la capacidad de fijar el precio y de obtener mayores excedentes que, en caso contrario, garantizarían una producción de arroz nacional más estable a lo largo del tiempo.

Para la molinería, el costo de almacenaje de arroz es relevante, así como el costo de oportunidad asociado al capital y a la capacidad instalada. No es posible saber si el costo de sustituir arroz nacional con arroz importado es mayor aún para los consumidores de arroz, o para los productores o para otros sectores de la economía, previo a la toma de decisiones de todos los agentes. El interés está en la toma de decisiones de manera interdependiente.

Gracias a la solución de la estimación fue posible determinar que hay una asignación ineficiente de recursos, lo que trae costos para la economía nacional, incluyendo productores, industriales y consumidores.

Summary.

In this thesis, the degree of concentration and oligopsony power were estimated for the national rice market. The oligopsony power causes that producers perceive a price that is not determined by a competitive regime. The firms which demand rice as a raw material determine the price and also import milled rice in large quantities difculting both rice's national production and marketing channel.

The estimation of the oligopsony power was carried out by using a simultaneous equations system, in which the demand and supply for rice are conjointly determined. A parameter was obtained from the system which measures the market degree of oligopsonistic concentration. Both marketing seasons and annual averages in the period from 1960 to 2007 were used for the estimation.

The estimated supply and demand elasticity were 0,53 and $-4,97$, respectively. This suggests that, as a 1 % increase in the national paddy rice wholesale price there is a 0,53 % increase in the national volume produced, on the demand side. Whereas, as an increase in 1 % in the paddy rice's wholesale price, there is a decrease in 4,97 % in the national paddy rice demanded volume, on the supply side.

The oligopsony power was estimated in 20 %, that constitutes a lost in price perceived by rice producers during their annual production. The concentration parameter estimated was 0,11 suggesting that the market is equally divided by ten firms aproximately, conditioning on their equal size, capacity and processed output. These firms also have the ability to hoard almost the whole market, obtaining more earnings and leading to an unstable national production's scheme.

The storage cost is important for milling firms, as well as the oportunity cost associated with capital and installed capacity. It is not possible to know whether the cost of sustitute national rice with imported rice is bigger either for consumers or producers or another sector of the economy, taking account of everyone's decision. An interdependent decision is relevant in this context.

The solution allowed to a determination of an inappropriate resources assignment which leads to higher costs for the producers, firms and consumers.

1. Introducción.

Por oligopsonio, se entiende un mercado compuesto por un número pequeño de empresas compradoras de una materia prima (i.e., arroz paddy o con cáscara). Este término es equivalente al de oligopolio, en el cual, existe un número reducido de empresas vendedoras de un bien final (i.e., arroz elaborado). Cuando existe un sólo agente, ya sea comprador o vendedor, se denomina monopsonio o monopolio, respectivamente. En el contexto de un oligopsonio se generan relaciones estratégicas entre las empresas (Tarjizán y Paredes, 2003).

La importancia de estimar el poder de oligopsonio es la de conocer, en qué grado las mayores empresas concentran el poder de compra, cómo reaccionan las demás empresas frente a su accionar y en qué medida son afectados los agentes. El poder de oligopsonio se puede estimar a través de parámetros que son obtenidos de un modelo econométrico el que a su vez explica el comportamiento de dos agentes del sector arrocero, a saber, productores agrícolas y molineros.

El parámetro de concentración permite vincular el poder de oligopsonio con las reacciones que tienen los demás agentes frente al accionar de los que ejercen el poder. El primer parámetro se estima como el producto de dos pendientes, de las curvas de oferta de arroz paddy nacional y demanda inversa de arroz de los molinos, mientras que el poder de oligopsonio se deriva a partir de la estimación del anterior.

En el caso de la estimación de las reacciones que hay entre los agentes se asume que fijan una estrategia de tipo Cournot en cuyo caso la variación en el volumen que compran las empresas oligopsónicas es nula frente a la variación en el volumen que compran las demás empresas. Este parámetro se conoce como variación o parámetro conjetural.

En el mercado del arroz nacional hay varios agentes, tales como, productores de arroz pequeños, medianos y grandes, procesadores de arroz paddy, importadores de arroz elaborado, almacenadores, distribuidores, comercializadores de arroz, entre otros. Es decir, es un mercado con agentes heterogéneos (Farías, 1993).

Las explotaciones son muy diversas en cuanto a costos de producción y tipo de arroz producido. Existe un elevado número de agricultores que producen en condiciones de

baja tecnología, con uso de arado animal y labores manuales, mientras que hay un número menor de explotaciones que realizan siembra y aplicaciones de productos químicos con aviones. Esto acentúa la diferencia de niveles de rendimiento de cada explotación.

El escenario agroclimático para los arroceros es altamente variable y un año productivo puede terminar con resultados positivos y también negativos debido a esta causa. Además de estas dificultades, el retorno del productor arrocero se enfrenta a escenarios, tales como, el mercado nacional, la comercialización, el sector financiero y el mercado internacional. Por ejemplo, el arroz nacional no es cotizado en el extranjero y, por ende, el precio nacional es vulnerable a las variaciones de los precios internacionales.

Los productores se encuentran frente al primer nivel del canal de comercialización, conformado por un número heterogéneo y menor de molinerías e importadoras, que demandan su producción anual más importaciones de arroz elaborado. El abastecimiento de producción nacional e importada por parte de las molinerías sigue un proceso de optimización que les permite operar con volúmenes almacenados temporada tras temporada, lo que es desconocido para los productores en su toma de decisiones y perjudica el precio de la producción nacional.

Por otro lado, el fuerte aumento de la población mundial ha aumentado la demanda de este alimento básico que equivale más del 80 % del consumo de alimentos de un 40 % de la población mundial (Dutoit et al., 2009). Según Alvarado y Hernaiz (2007), por el fuerte aumento de la población mundial, es imperativo un aumento de la productividad de este alimento por la vía de una mayor tecnología, puesto que la superficie podría ser un factor limitante en el futuro.

Por otro lado, el nivel intermedio de comercialización está compuesto por los molinos de arroz y distribuidores que importan arroz elaborado. El arroz importado prácticamente en su totalidad ya está elaborado. Esto implica que el costo de almacenaje tiene mucha relevancia en relación con el costo de elaboración de arroz paddy nacional. Es decir, el manejo de volúmenes entre temporadas es una estrategia muy conveniente, sobre todo si el almacenaje es de bajo costo y el producto es no perecible (Carter, C.A. and MacLaren, D., 1997).

El segmento final es el de comercialización al detalle y no ha sido estudiado en la pre-

sente tesis. Por el contrario, se desea conocer la demanda industrial de arroz paddy, principal insumo del sector molinero, considerando las importaciones de arroz elaborado y el efecto de concentración ejercido sobre los productores nacionales de arroz.

1.1. Objetivos generales.

1. Probar la existencia de poder de oligopsonio en la demanda industrial por arroz paddy.

1.2. Objetivos específicos.

1. Estimar el grado de poder de oligopsonio en la demanda industrial por arroz paddy.
2. En bases a los resultados entregar una propuesta para el sector arrocero nacional.

2. Revisión bibliográfica.

2.1. El mercado nacional del arroz.

El arroz ha sido uno de los cultivos desfavorecidos en los últimos 37 años en el país. A lo largo de los años, el sector arrocerero tuvo niveles productivos muy variables en los cuales la política imperante puso énfasis en distintos temas relacionados con la producción y comercialización del arroz. Entre los años 1940-1973, la producción de arroz nacional siguió un esquema proteccionista y en gran medida autosuficiente, no obstante, con periodos de bajas y altas productividades. Desde 1973 en adelante el enfoque cambió drásticamente hacia el fomento de la agroexportación de productos no tradicionales, lo que no incluye al arroz.

El cultivo de arroz comenzó en Chile en la década del treinta. En el quinquenio 1946-1950 se llegó a una situación de autoabastecimiento (Ministerio de Agricultura de Chile, 1958). En el periodo 1950-1970 se observó una disminución de los rendimientos, partiendo desde menos de 30 qqm/ha hasta 25 qqm/ha (Instituto de Costos de Chile, 1971).

La producción fue concentrándose en las Regiones O'Higgins, Maule y Bío-Bío y la oferta de arroz paddy se atomizó en torno a la industria molinera. La producción nacional tuvo por objetivo cubrir la demanda interna e incluso exportar, pero posteriormente las importaciones se volvieron superiores al volumen de producción nacional y las exportaciones llegaron a ser nulas o marginales (Farías, 1993; Fundación Chile, 2003b).

Durante muchos años existieron entidades encargadas de dar apoyo al sector agropecuario que mantuvieron numerosas políticas orientadas a la comercialización, desarrollo y control del sector, mientras que posteriormente al año 1973, se cambió el esquema hacia una economía de libre mercado. El número de instrumentos de apoyo a la agricultura durante cada periodo ha sido vasto, no obstante, el enfoque ha sido considerablemente diferente según la época (Portilla, 2000).

A continuación se señala un número reducido de instrumentos utilizados en dos épocas del país en el Cuadro 1. Las diferencias de enfoques son notorias y cada cual provee de beneficios y tiene sus costos. Su análisis, en relación con lo experimentado por la eco-

nomía en los distintos periodos, es valioso para diseñar mejores políticas e instrumentos de desarrollo agropecuarios.

Cuadro 1: Instrumentos de apoyo por periodo.

| Periodo 1965-1973 | Periodo 1973-1983 |
|---|--|
| Poderes compradores mediante empresa de comercio agrícola (ECA). | Reducción de la inversión pública. |
| Apoyo del estado a la investigación agropecuaria. | Reducción unificada de aranceles, con altibajos. |
| Apoyo a la organización sindical. Leyes de sindicalización campesina. | Reprivatización de la banca. Creación del sistema AFP. |
| Fomento a la actividad cooperativa. Leyes de fomento cooperativo. | Reducción de poderes compradores. |
| Instituciones: ODEPA, CORA, IN-DAP, INIA, ICER, ICIRA, IDI. | Fomento a exportaciones no tradicionales. |

Fuente: Adaptado de Portilla (2000).

El autor Valdés (1973), ha analizado el efecto que habría tenido el aplicar la política de tarifa implícita entre los años 1945-1965 y su efecto sobre la balanza comercial nacional reflejado por un proteccionismo más efectivo sobre productos agropecuarios. Desde el año 1938 hubo un tipo de cambio mixto arbitrario y distinto para diferentes productos, lo que sobre valoraba la moneda nacional y la inflación anual (Valdés, 1973).

El problema radicó en que la protección sobre los productos agropecuarios fue débil en comparación con otros productos y se compraban insumos desde otros sectores que tenían un precio fijado más alto. Esto produjo que no se identificase el impacto correcto en el déficit fiscal por concepto de esta mala aplicación del tipo de cambio. Además se constituyó en una mala asignación de recursos debido a que por concepto del tipo de cambio, se perjudicó mucho a aquellos sectores agropecuarios con altos costos de sus insumos, mientras que el efecto sobre aquellos productos que se quería beneficiar el impacto no fue significativo.

Por lo tanto, en dicha época, cualquier discusión pública en relación con dar mayor o menor protección a la producción nacional versus al sector exportador agropecuario, habría arrojado conclusiones erradas respecto de las herramientas a emplear y los posibles

efectos subsecuentes (Valdés, 1973).

Finalmente, Valdés (1973) también señala que la alta concentración de la tierra agrícola, fue otro elemento que impidió adoptar una política comercial coherente y que el método de tarifa implícita habría derivado posteriormente en la creación de un tipo de cambio real que incorporó los niveles de variaciones de los precios nacionales y el de los principales socios comerciales.

Kay (2002) ha desarrollado un completo análisis sobre el desarrollo del sector agropecuario y arrocero chileno y obtuvo las siguientes conclusiones: El cambio del esquema agropecuario hacia una expansión del sector agroexportador no tradicional y forestal, ha tenido principalmente como costos, reducción de la mano de obra y de los salarios agrícolas, reducción la demanda interna por alimentos, deterioro de la distribución de ingresos de la economía y acentuación los problemas sociales del país.

El gran aumento de la agricultura de exportación no tradicional en el último cuarto del siglo pasado, ha sido mantenido por la concertación, quienes aún no han tomado medidas que tiendan a evitar una contrarreforma de la agricultura, es decir, evitar que desaparezca la pequeña agricultura (Kay, 2002).

Tanto el índice de pobreza Gini, como la distribución del ingreso rural y no rural, no han disminuido en los últimos 20 años e incluso han tendido a aumentar levemente. Entre 1990 y 2000 el ingreso promedio del quintil de viviendas más rico disminuyó de 12 veces a 11,5 veces el del quintil más pobre.

Por último, en 1987, el 20% de las viviendas rurales más pobres recibieron el 6,9% del ingreso total, pero en 1996 recibieron incluso el 6,3%. Mientras que el 20% de las viviendas rurales más ricas recibieron desde un 48,1% a un 48,4% del ingreso total nacional durante el mismo periodo (Portilla, 2000; Kay, 2002).

El rubro arrocero pasó a ser un rubro olvidado del gran crecimiento experimentado por el sector de exportación. La única estrategia productiva ha sido aumentar el rendimiento, pero se ha experimentado una disminución de la superficie total del país. Entre el periodo 1975-1997 la producción de arroz tuvo mayor dinamismo en términos de aumento de productividad más que en recuperación de superficies (Portilla, 2000).

Como efecto de la política agroexportadora, tanto el productor arrocero como el molinero, deben adoptar un criterio racional para enfrentar las temporadas agrícolas y de comercialización. Según Ewertz (1998), un arrocero chileno con un rendimiento de 45 qqm/ha (promedio nacional en 1998) y un costo de producción de US\$ 970 por hectárea, puede ser rentable a partir de un precio de mercado de 217 US\$/Ton de arroz paddy.

Ewertz (1998) analizó el aumento de la productividad de la producción por sobre la superficie sembrada concluyendo que a un nivel de 25000 has y un rendimiento de 60 qqm/há, se obtendría una producción de 150000 Ton. No obstante, este análisis se hizo bajo el supuesto de una disminución en la superficie sembrada total, lo que implica que varios agricultores pequeños tendrían que salir de este rubro.

En el caso del arroz y otros productos *commodities* nacionales, desde el año 1984 se optó por aplicar un valor aduanero mínimo a las importaciones de arroz y maíz. Este valor disminuyó gradualmente hasta su eliminación en el año 2000 (Portilla, 2000).

Desde el año 2000 hasta la fecha, se han hecho esfuerzos por mejorar la comercialización del arroz en beneficio de los agricultores. Según señalan Dutoit et~al. (2009), la participación de INDAP y de Cotrisa, ha permitido que mejore la capacidad de negociación organizada de los productores y que aumente el precio del arroz paddy almacenado por Cotrisa en un 30 %, respectivamente. Además, existe más transparencia en el sentido de tomar como referencia el precio de importación desde Argentina, lo cual afirma la fuerte dependencia con dicho país.

2.2. Demanda industrial de arroz.

En los últimos años, la industria nacional arrocera, está formada por unas 80 molinerías, de las cuales, 20 son las que operan en forma regular, y de ellas, la más importante es la que realiza el 50 % de las compras y una segunda capta el 15 % aproximadamente del volumen de arroz demandado (Fundación Chile, 2003b).

Portilla (2000) señala que, con una organización industrial de mediana a alta concentración, la molinería ha sido una de aquellas industrias que se ha beneficiado por su rol decisivo en la cadena de comercialización del arroz.

En el Cuadro 2 se puede ver el número de molinos en el año 1981. El número es relativamente pequeño comparado con el elevado número de productores de arroz que en los años ochenta era cercano a 2800 (Gago, 1991).

Cuadro 2: Número de Molinos arroceros por región (1981).

| Región | Molinos Oficiales | % | Molinos No Oficiales | % |
|--------|----------------------|-------|-------------------------|-------|
| VI | 4 | 16,7 | 2 | 4,0 |
| VII | 14 | 58,3 | 36 | 75,0 |
| VIII | 4 | 16,7 | 9 | 19,0 |
| RM | 2 | 8,3 | 1 | 2,0 |
| Total | 24 | 100,0 | 48 | 100,0 |

Fuente: Aldunate et-al. (1983)

El autor Gago (1991), estimó que en la década de los ochenta, hubo un 34,4% más del precio que debieron recibir los productores arroceros que no les fue pagado debido al nivel del costo de importación o precio paddy equivalente y el nivel de costos de producción de la molinería fue de un 20% que fue equivalente prácticamente a casi un 20% más de valor agregado del producto procesado.

Según Danty y Muñoz (2008), el rendimiento de la producción de arroz en Argentina en el año 2007/2008 fue de unos 73 qqm/há, con una superficie de 185.000 has en la última temporada arroceras, mientras que el de Chile fue de 20960 has con un rendimiento de 58 qqm/há.

Gran parte del volumen importado corresponde a arroz elaborado (Fundación Chile, 2003a). En el Cuadro 3 se aprecian las significativas importaciones de arroz elaborado. Los mayores exportadores de arroz hacia Chile son Argentina y Uruguay. Esta tendencia se ha mantenido en las últimas décadas.

El Gráfico 1 muestra los volúmenes de arroz importado por distinto tipo de glosas de importación entre los años 1990 y 2008 con base en información de los registros de importaciones del Servicio Nacional de Aduanas.

Del Gráfico 1 se desprende que los mayores volúmenes importados son de arroz blanqueado y partido los cuales no requieren de elaboración y están listos para su almacena-

Cuadro 3: Importaciones de Arroz en 2007 y 2008.

| País | Volumen | | Valor CIF | |
|-----------------|-----------|---------|------------|---------|
| | Ton | % Total | Miles US\$ | % Total |
| 2007 | | | | |
| Argentina | 72.719,3 | 82,4 | 27.003,0 | 79,4 |
| China | 8.186,2 | 9,3 | 3.443,4 | 10,1 |
| Uruguay | 3.356,7 | 3,8 | 1.633,9 | 4,8 |
| Paraguay | 1.940,9 | 2,2 | 905,9 | 2,7 |
| Brasil | 1.097,5 | 1,2 | 513,6 | 1,5 |
| Otros | 950,2 | 1,1 | 514,2 | 1,5 |
| Total Ene - Oct | 88.250,8 | 100,0 | 34.014,0 | 100,0 |
| País | Volumen | | Valor CIF | |
| 2008 | Ton | % Total | Miles US\$ | % Total |
| Argentina | 72.005,1 | 62,2 | 44.821,0 | 54,9 |
| Uruguay | 14.506,6 | 12,5 | 12.974,7 | 15,9 |
| Brasil | 8.679,0 | 7,5 | 6.360,1 | 7,8 |
| Tailandia | 8.527,9 | 7,4 | 8.366,3 | 10,3 |
| Paraguay | 7.649,5 | 6,6 | 5.935,6 | 7,3 |
| China | 3.259,6 | 2,8 | 1.994,8 | 2,5 |
| Otros | 1.221,4 | 1,1 | 1.079,1 | 1,3 |
| Total Ene - Oct | 115.849,1 | 100,0 | 81.531,6 | 100,0 |

Fuente: Danty y Muñoz (2008).

je, envasado y comercialización. La alta proporción que comparten las glosas blanqueado y partido sugieren que el industrial arrocero incorpora en sus decisiones la importación del arroz de Argentina para obtener mayores ingresos.

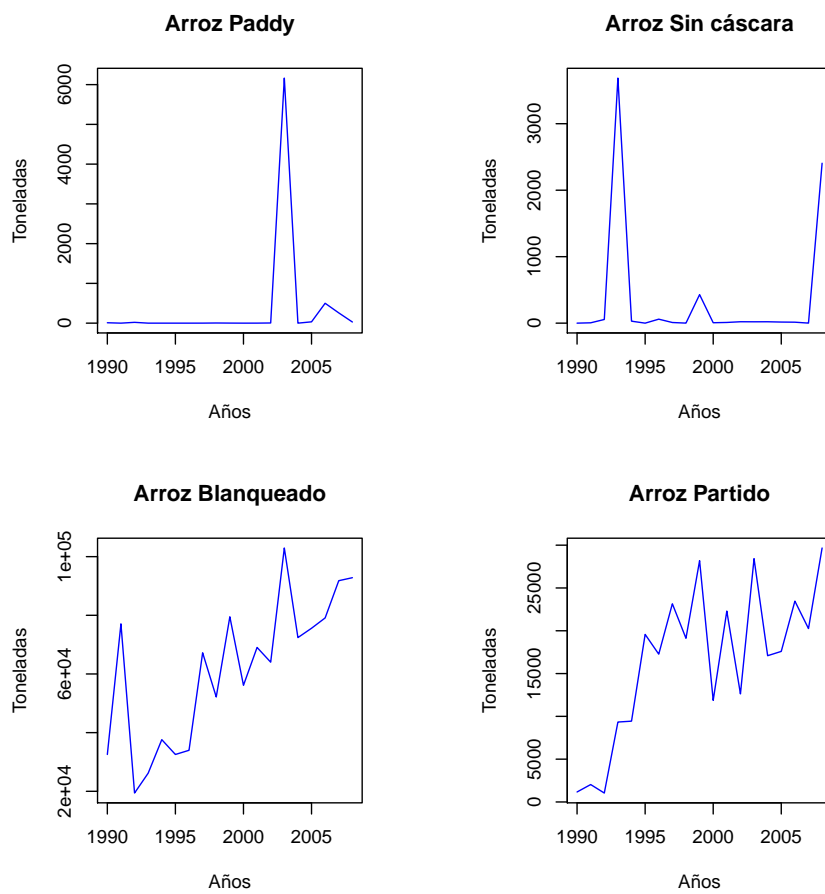
2.3. Oferta nacional de arroz.

El nivel de producción de arroz en la temporada 2007/2008 fue de 121.000 toneladas de arroz paddy lo que equivalió a 78900 toneladas de arroz elaborado, aportando sólo el 41 % de la demanda interna (Danty y Muñoz, 2008).

Actualmente, el número de productores arroceros es de 2500 de los cuales el 75 % son pequeños productores con predios de menos de 10 has. El consumo nacional se estima en unos 12 kgs per cápita anual (Alvarado y Hernaiz, 2007).

Propio de la producción nacional de arroz, existen numerosos factores que describen la

Gráfico 1: Volúmenes Importados de arroz entre 1990-2008.

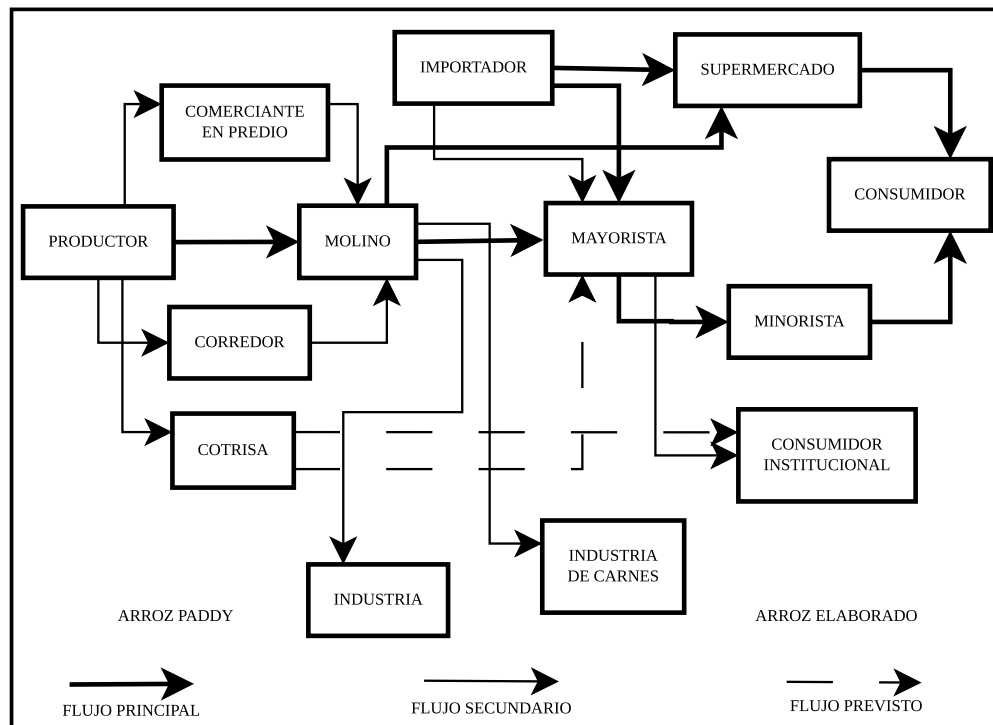


Fuente: elaboración propia con programa R 2.10.

baja competitividad de los agricultores, tales como, tipo de suelo, escaso nivel de capital de trabajo, ausencia de capital para gastos de guarda, alta concentración espacial en tres regiones del país (Farías, 1993). Según Gago (1991), la rentabilidad del agricultor está condicionada por una serie de factores, entre los cuales, el suelo arrocero tiene la particularidad de ser de tipo arcilloso, poco permeable y podría sólo ser destinado alternativamente a cultivar algunas forrajeras o pradera natural.

El logro de una mayor rentabilidad al momento de realizar la venta en los molinos podría mejorar en virtud de un manejo más adecuado que se corresponda estrechamente con el efecto de todas las variables que influyen sobre la producción, tales como, la elección de la fecha de siembra, un adecuado manejo del cultivo, elección oportuna de la fecha de cosecha, un adecuado proceso secado del grano para obtener un contenido de humedad que oscile en entre un rango no superior al 21-20% y no inferior al 15-14% (Fundación Chile, 2003a).

Gráfico 2: Cadena de comercialización del arroz.



Fuente: adaptado de Farías (1993).

En el Gráfico 2 se aprecia que los dos flujos principales de comercialización del arroz elaborado son, desde la molinería y las importadoras hacia el mercado mayorista y los supermercados, respectivamente. Ninguno de estos agentes vende al detalle mientras que el productor vende el arroz paddy principalmente a los molinos.

Considerando que el precio pagado a productor nacional tiene una alta variabilidad, se ha visto una acentuación de este fenómeno debido al efecto negociador negativo de la industria desde el año 1997, que sustituye su demanda por importaciones, lo que ha acortado los periodos de estabilidad del precio nacional acentuando la volatilidad (Fundación Chile, 2003a).

El proceso de producción del arroz, comienza con la siembra a fines de Septiembre, y puede extenderse hasta la primera quincena de Octubre y en algunos casos hasta Noviembre. La preparación del suelo y el llenado de los cuadros se debe realizar tempranamente. El rendimiento industrial está ligado indirectamente a la fecha de siembra. Siembras tempranas de arroz, antes de la primera quincena de Septiembre, no garantizan necesariamente un mejor rendimiento; mientras que, siembras tardías de arroz hacia fines de Octubre y primeros días de Noviembre pueden dar como resultado un mejor rendimiento industrial (Alvarado y Hernaiz, 2007).

La etapa clave para el desarrollo fisiológico del arroz comprende los meses de verano, pero las fechas límite, de siembra y cosecha son claves en el rendimiento industrial final, en relación principalmente con las temperaturas fisiológicas y con el contenido de humedad de los granos (Alvarado y Hernaiz, 2007).

El costo medio de producción unitario es de \$ 7.700/qqm para un nivel de rendimiento de 65 qqm/há. El rendimiento promedio nacional es de 48-50 qqm/há y a un nivel de 43 qqm/há y un precio de \$ 11.600/qqm, el agricultor puede tener pérdidas. Lo mismo puede ocurrir en caso que el precio de mercado sea inferior a \$ 7.700/qqm, al nivel de 65 qqm/há (Alvarado y Hernaiz, 2007).

2.4. Teoría de la concentración.

2.4.1. El enfoque estructura-conducta-desempeño.

La concentración es un concepto, que forma parte del enfoque estructura-conducta-desempeño, y que hace alusión al número de compradores y vendedores en una industria. La concentración es, según este enfoque, una medida de la estructura de una industria o mercado (Carlton, D. and Perloff, J.M., 1992).

El enfoque de estructura-conducta-desempeño (cuya sigla en inglés es SCP) plantea que, el desempeño (la capacidad de una industria de producir bienestar a los consumidores), depende de la conducta (comportamiento de la industria), lo que a su vez, depende de la estructura de la industria (Carlton, D. and Perloff, J.M., 1992).

Cuadro 4: Algunas mediciones empleadas en el enfoque SCP.

| Mediciones de desempeño | Mediciones de estructura |
|-----------------------------|---------------------------|
| Tasa de retorno | índices C4, C8, C20 |
| Márgenes de precio y costos | índice HHI |
| Q de Tobin | Costos hundidos endógenos |

Fuente: adaptado de Perloff et~al. (2007).

Tanto mediciones, de desempeño, como de conducta y de estructura están, según Tirole (1994), determinadas conjunta o simultáneamente por las condiciones del mercado (variables exógenas) y por el comportamiento de las empresas. La medición de un índice propio del enfoque SCP, tal como, alguna medición de rentabilidad en función de alguna razón de concentración, carece de la visión de endogeneidad o causalidad que la razón de concentración pueda tener sobre la rentabilidad.

Las técnicas del Cuadro 4 son tanto conceptuales como herramientas en sí y permiten utilizar la información observable para ser incluida en un modelo econométrico en el cual no existan propiedades estadísticas, tales como, errores de medición en información proveniente de censos de industrias o de supuestos de agregación de información promedio sobre empresas e industrias y el uso del supuesto de exogeneidad en algún índice cuando en realidad este puede estar siendo determinado simultáneamente por

alguna otra condición de mercado.

Sobre la base de antecedentes propios de cada agente, tales como, costos de transporte, costos de publicidad, costos operacionales, márgenes de precios y costos, ingresos totales, utilidades por productos diferenciados, entre otros, el enfoque tenía por objetivo estimar un índice que refleja la capacidad de aumento del precio por sobre el costo marginal. Esto se conoce como índice de Lerner, que es deducido del punto de equilibrio en competencia imperfecta, y se expresa como:

$$L_i = \frac{P - CM(q_i)}{P} = -\frac{1}{\epsilon_d} = \frac{1}{\epsilon_o}.$$

La ecuación anterior del precio sobre el costo marginal tiene más de una igualdad, donde, L_i es el índice de Lerner, el subíndice i denota un o varios agentes que fijan su precio sobre su costo marginal, P es el precio de mercado, CM es el costo marginal que se incurre en producir una unidad adicional de producto. La segunda igualdad, corresponde al inverso de la elasticidad de demanda (ϵ_d), que equivale al caso de monopolio y la tercera, es el inverso de la elasticidad de oferta (ϵ_o), que equivale al caso de monopsonio (Carlton, D. and Perloff, J.M., 1992).

En el caso de monopolio, hay un sólo vendedor que decide el nivel de producción a vender, mientras que en el caso de monopsonio, hay un sólo comprador que decide el nivel de compra de insumo o bien intermedio. Ambas decisiones afectan el precio de venta y de compra, respectivamente (Carlton, D. and Perloff, J.M., 1992).

Los autores Perloff et al. (2007) señalan que el enfoque SCP fue una gran contribución cuando se comenzó a tratar el tema de las barreras a la entrada y de costos hundidos como endógenos. A pesar de que características como la concentración se consideraron como predeterminadas, propias de una industria y, por ende, de poca utilidad para explicar el tipo de conducta, este aporte permitió mediante la búsqueda de patrones determinísticos en la industria, plantear el problema de la determinación endógena de la entrada a la industria.

Perloff et al. (2007) señalan que si se estima el grado de concentración dentro de una industria considerando sólo variables que son determinadas dentro del mismo entorno,

esto conduce a sesgos de simultaneidad. Esto, sumado a la presencia de errores de medición en los datos, es un problema propio del modelamiento econométrico (Wooldridge, 2002).

2.4.2. El enfoque de la nueva organización industrial empírica.

En este nuevo enfoque, un modelo estructural permite medir directamente la concentración usando variables como precios y cantidades, propias de funciones de demanda y de costos marginales agregadas, pero no las funciones en sí. Un modelo estructural, es aquel en el cual se estima de manera conjunta la densidad de probabilidad de la variable dependiente sobre las variables independientes (Reiss, P.C. and Wolak, F.A., 2005).

Por otro lado, un modelo es simultáneo cuando una variable independiente en un modelo, es dependiente en otro y viceversa. Un modelo de oferta y demanda es un ejemplo de dos ecuaciones que se estiman simultáneamente usando métodos, tales como, mínimos cuadrados en dos etapas, mínimos cuadrados indirectos, mínimos cuadrados en tres etapas, entre otros (Theil, 1971; Greene, 2003).

En la ecuación de precio sobre costo marginal, se vió que el poder de monopolio o de monopsonio, se puede expresar como el inverso de la elasticidad de demanda y oferta, respectivamente. No obstante, el caso en que el mercado está dominado por una sola empresa es hipotético y lo usual es que existan más empresas que lo controlen. Para conocer el número de empresas que componen dicho mercado se emplea el parámetro de concentración (λ).

Si el parámetro de concentración es cercano a cero, se dice que se está en competencia perfecta; si es cercano a uno, se está cerca de monopolio o monopsonio; mientras que si está entre cero y uno, se dice que el mercado está conformado por un número reducido de empresas, lo que se puede denominar oligopolio u oligopsonio, respectivamente.

Una vez que el poder de mercado se logra evidenciar, se puede estimar el grado de reacción de las empresas que ejercen poder sobre las demás, mediante el concepto de parámetro conjetural (ϕ).

Cuadro 5: Rango del parámetro de concentración.

| Rango | Valor |
|-------------------|-----------------------|
| $\lambda = 0$ | Competencia perfecta. |
| $0 < \lambda < 1$ | Poder oligopsónico. |
| $\lambda = 1$ | Monopsonio. |

Fuente: elaboración propia.

El parámetro conjetural, $\phi = \partial q_j / \partial q_i$, se interpreta como la expectativa que tienen las empresas sobre la reacción que tendrán las demás respecto de sus decisiones de niveles de producción conocido también como variación conjetural (Bresnahan, 1982; Sheldon, I. and Sperling, R., 2001).

El índice de Lerner se puede deducir del parámetro de concentración λ siempre y cuando se asuma que todas las empresas tienen una misma estructura de costos y que producen un bien homogéneo o idéntico (Reiss, P.C. and Wolak, F.A., 2005). Tomando el número de empresas de la industria como constante en el tiempo, se obtiene el parámetro λ individual y total de la industria (Deodhar, S.Y. and Sheldon, I.M., 1995). En el equilibrio:

$$IM(q_i) = P + \lambda_i \frac{\partial P}{\partial Q} q_i = CM_i(q_i),$$

donde, IM es ingreso marginal, CM es costo marginal, el subíndice i denota cada empresa. Esta ecuación es la condición de primer orden que proviene de maximizar la función de beneficio con respecto a Q .

Restando el elemento $\lambda_i \cdot (\partial P / \partial Q) \cdot q_i$ a cada lado de la ecuación, pasa a ser la pendiente de esta ecuación de primer orden. El CM se iguala a la función de costo marginal observable (que contenga un elemento propio de sí que sea observable) de modo que la pendiente recién mencionada contenga tanto un componente de la demanda como de la oferta (Deodhar, S.Y. and Sheldon, I.M., 1995; Carter, C.A. and MacLaren, D., 1997).

El enfoque de la Nueva Organización Industrial Empírica basado en el parámetro de concentración que no cambia en el tiempo es considerado estático. El autor Corts (1999) ha criticado este método y plantea que no es posible explicar el comportamiento de los

agentes que ejercen poder de mercado de manera estática, debido a que en el tiempo existen estrategias que van cambiando entre ellos.

Esto es evidente puesto que las empresas deben cambiar sus estrategias de costos en el mediano y largo plazo. Por lo tanto, el uso de series de tiempo para la estimación del parámetro de concentración puede ser insatisfactorio si se desconoce que las estrategias de los agentes varían con el tiempo.

2.5. Concentración y comercio internacional agropecuario.

El mercado nacional del arroz es en gran medida de importación. El arroz es un bien transable y se debe importar para cubrir la demanda nacional, mientras que las exportaciones han sido históricamente marginales. Existen varios estudios que explican el fenómeno de la concentración en el contexto del comercio internacional de productos agropecuarios transables.

Entre los autores que han investigado la concentración en el contexto de comercio internacional se encuentran, Karp, L.S. and Perloff, J.M. (1989), Karp, L.S. and Perloff, J.M. (1993), Deodhar, S.Y. and Sheldon, I.M. (1995), Deodhar, S.Y. and Sheldon, I.M. (1996), Buschena, D.E. and Perloff, J.M. (1991), entre otros.

Hay tres aportes considerables en este conjunto de estudios: El primero es el de aplicar el método de ecuaciones simultáneas para estimar un parámetro estático, como en el caso de, Buschena, D.E. and Perloff, J.M. (1991) y Deodhar, S.Y. and Sheldon, I.M. (1995). El segundo es el de incorporar estrategias de los agentes junto a la estimación del parámetro estático, como en el caso de Carter, C.A. and MacLaren, D. (1997). El tercer aporte es el de estimar las estrategias en forma dinámica y cambiante en el tiempo, como en el caso de Deodhar, S.Y. and Sheldon, I.M. (1996), Karp, L.S. and Perloff, J.M. (1994) y Karp, L.S. and Perloff, J.M. (1995).

2.5.1. Modelos de ecuaciones simultáneas.

Los autores Buschena, D.E. and Perloff, J.M. (1991), analizan el mercado del aceite de palma, en el cual Filipinas es el principal productor y exportador mundial. En el modelo se considera la oferta de Filipinas como uno de los agentes – el que ejerce poder monopólico – y al resto del mundo como el agente perjudicado.

Se plantean dos ecuaciones, una demanda mundial de aceite de palma, una demanda de todos los países distintos de Filipinas y, restando estas dos ecuaciones, se obtiene la demanda mundial que es abastecida por Filipinas, la demanda residual. Esta última ecuación se estima junto a una ecuación de oferta del agente en cuestión.

La motivación de aquel estudio es justificar la acción monopólica de dicho país considerando, las ventajas comparativas en la producción de este alimento y la participación del estado como responsable de la consolidación de su poder monopólico en el mercado mundial mediante subsidios tecnológicos en la producción.

Los autores Deodhar, S.Y. and Sheldon, I.M. (1995) estiman un modelo similar para el mercado alemán de plátanos. El modelo y los supuestos son los mismos que en Buschena, D.E. and Perloff, J.M. (1991) excepto que la ecuación de oferta de aceite de coco se deriva de una ecuación de costos que varía con la cantidad producida, mientras que la ecuación de costos de producción de plátanos es constante en relación con la cantidad producida.

El segundo enfoque es el que se aplica para el caso del arroz y ha sido empleado por Marchant et al. (2003) y consiste en intersectar los parámetros de las dos ecuaciones del sistema sin considerar la posibilidad de rotación de la curva de demanda, tal como, fue propuesto por Bresnahan (1982), lo que significó un gran avance en relación con la identificación del parámetro de concentración en industrias individuales usando información agregada.

2.5.2. Modelos estáticos con estrategias.

El estudio de Carter, C.A. and MacLaren, D. (1997), es un modelo de importaciones de carne de vacuno en el mercado japonés. Este modelo permite estimar las estrategias entre los exportadores de este producto hacia el mercado japonés, pero la estimación es de carácter estática.

La ventaja es que ellos emplean el método de hipótesis no anidadas. Se desconoce la información de las empresas exportadoras al mercado japonés, pero sí los países exportadores – Australia y EEUU – que son los agentes y se usa la hipótesis no anidada para determinar qué tipo de competencia fijan entre ellos.

Se estima un sistema de seis ecuaciones con reacciones de cada tipo de estrategia para cada ecuación y se emplea el estadístico de Razón de verosimilitud para determinar cuál ecuación (estrategia) es la más apropiada.

Se plantean tres ecuaciones con estrategia en precio y tres en cantidad. En las tres con estrategia en precio, una es tipo Bertrand y las otras dos son Stackelberg con liderazgo en precio para cada uno de los países exportadores. Las tres ecuaciones en cantidad son, una tipo Cournot y las otras dos son Stackelberg con liderazgo en cantidad para cada país exportador.

Otro antecedente fundamental que ellos revelan, es que los agentes que comercializan productos transables no perecibles (arroz, trigo y carbón), compiten por fijar precios, mientras que aquellos que transan productos perecibles (flores frescas, verduras y frutas) compiten por fijar volumen. Ambas se consideran acciones colusivas.

Aquellos productos no perecibles tienen bajo costo de almacenamiento lo que desincentiva a que la producción actual tenga que ser comercializada durante la temporada actual (Carter, C.A. and MacLaren, D., 1997).

Esto es un indicio para un posterior análisis sobre estrategias entre agentes en el sector arrocero esperando que dicha estrategia podría ser en precios y no en cantidades según lo desarrollado por Carter, C.A. and MacLaren, D. (1997).

2.5.3. Modelos dinámicos de estrategias.

El tercer aporte de interés sobre *commodities* agropecuarios transables es el de un modelo de estrategias entre los agentes que compiten entre sí. Los autores Deodhar, S.Y. and Sheldon, I.M. (1996) estiman un modelo dinámico para el mercado de plátanos alemán, pero esta vez considerando las interacciones estratégicas entre los agentes competidores que son los países que exportan hacia el mercado alemán.

En dicha investigación se empleó un método de Control óptimo, conocido como programación cuadrático-lineal, en el cual se empleó una demanda inversa lineal y una función de costos de ajuste cuadrática.

Ellos demostraron que la estimación hecha previamente en Deodhar, S.Y. and Sheldon, I.M. (1995), de naturaleza estática, fue mejorada por el hecho de un aumento del valor del parámetro de concentración y un aumento de la respuesta de las variables empleadas en la estimación.

El modelo diseñado en Deodhar, S.Y. and Sheldon, I.M. (1996) también explicado por Perloff et-al. (2007), emplea variaciones entre observaciones en el tiempo de las variables o diferencias, lo que constituye en sí un modelo de ecuaciones diferenciales en el cual las estimaciones son recursivas y las ecuaciones son estados estacionarios que deben tener un estado endógeno cuadrático y un estado o regla de control lineal con el mismo número de variables endógenas que ecuaciones.

2.6. Derivación del parámetro de concentración.

2.6.1. El caso general.

Se plantea en esta sección la derivación algebraica del parámetro de concentración que subyace en el modelo de ecuaciones simultáneas según Bresnahan (1982) y Deodhar, S.Y. and Sheldon, I.M. (1995). El sistema está compuesto por la demanda inversa de la industria por arroz nacional y por una ecuación auxiliar de oferta nacional. La siguiente expresión:

$$\Pi_i = P(Q)q_i - c_i(q_i),$$

es la función de beneficio de una empresa representativa, donde $P(Q)$ es la demanda inversa de la empresa y $c_i(q_i)$ es la función de costos totales de la empresa representativa.

La condición de primer orden para maximizar el beneficio con respecto a q_i , es:

$$P(Q) + \lambda \left[\frac{\partial P}{\partial Q} \frac{\partial Q}{\partial q_i} \right] q_i = CM_i(q_i),$$

Donde, $CM_i(\cdot)$ es la función de costo marginal. Si ∂Q puede ser tratado como cambios discretos, se puede expresar como $\partial Q = dq_i + dq_j^e$, donde dq_j^e es la reacción esperada de las demás empresas que compran arroz ante la compra de la(s) empresa(s) que ejercen poder, dq_i , con $i \neq j$. Por lo tanto:

$$\frac{\partial Q}{\partial q_i} = \left[1 + \frac{\partial q_j^e}{\partial q_i} \right].$$

En equilibrio, $q_j^e = q_j$, y se puede expresar de la siguiente forma:

$$P(Q) + \lambda \frac{\partial P}{\partial Q} \left[1 + \frac{dq_j}{dq_i} \right] q_i = CM_i(q_i),$$

donde, dq_j/dq_i es parámetro conjetural. Si se considera que $q = q_i + q_j$, y que, $i + j = n$, se puede tomar el efecto de las empresas restantes como $j = n - i$, y que, $Q = q_i \cdot n$, por ende, se tiene lo siguiente:

$$\left(\frac{\partial q_i}{\partial q_i} + \frac{\partial q_{n-i}}{\partial q_i} \right) \cdot q_i \cdot \frac{n}{n} = \left(\frac{1}{n} + \frac{n-1}{n} \cdot \frac{\partial q_{n-i}}{\partial q_i} \right) \cdot Q$$

Considerando que las empresas son simétricas – tienen estructuras de costos idénticas y producen un bien homogéneo – y dándole el valor ϕ al parámetro conjetural $\partial q_{n-i}/\partial q_i$, se puede generalizar esta ecuación para el caso de n empresas como:

$$P(Q) + \lambda \frac{\partial P}{\partial Q} \left[\frac{1 + (n-1)\phi}{n} \right] Q = CM.$$

De esta última ecuación, se deduce que asumiendo una estrategia de tipo Cournot, el parámetro $\phi = 0$, por lo tanto, $\lambda = 1/n$.

Ahora se procede a plantear el sistema de ecuaciones y despejar el parámetro de concentración λ .

Sea la ecuación de demanda inversa :

$$pxr_t = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot x_t + \alpha_2 \cdot Z_t + \xi_{1t},$$

donde Z_t es un vector de variables exógenas necesarias para la identificación del parámetro, el subíndice t denota tiempo en años y $-\lambda \partial pxr / \partial x = \alpha_1$.

La ecuación de costo marginal se puede expresar como:

$$CM = \gamma_0 + \gamma_1 \cdot W_t + \psi_t,$$

donde W_t es un vector de variables exógenas que son parte de los costos. Luego la ecuación de oferta se obtiene reemplazando esta ecuación en la ecuación de equilibrio:

$$x_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot pxr_t + \beta_2 \cdot W_t + \xi_{2t},$$

de donde, $\partial pxr / \partial x = 1/\beta_2$. Luego, $\lambda = -(-\alpha_1 \cdot \beta_1)$.

2.6.2. Extensión del caso general.

Según Sheldon, I. and Sperling, R. (2001), se han empleado dos enfoques en la estimación del poder de mercado, tales como, el de la función de producción de Appelbaum

(1979) y el de identificación generalizada de Bresnahan (1982).

La identificación de Deodhar, S.Y. and Sheldon, I.M. (1995) es un caso específico del enfoque propuesto por Bresnahan (1982). El caso general es empleado también por, Just, R.E. and Chern, W.S. (1980) y Buschena, D.E. and Perloff, J.M. (1991) y consiste en asumir una función de costos variable con la cantidad producida.

Los autores señalan por convención que las ecuaciones a estimar son, la oferta o demanda y la condición de primer orden. Esta condición de primer orden, es empíricamente el reemplazo de la ecuación de, costo marginal o del valor del producto marginal, que no son observables, para obtener una forma econométricamente estimable.

En el caso general, se debe estimar el parámetro λ mediante el producto entre una pendiente y un factor que proviene de incluir una variable que está multiplicada por uno de los instrumentos. Sea la ecuación de costos variables de la siguiente forma:

$$C(Q)_t = \alpha_1 + \alpha_2 \cdot Q_t + \alpha_3 \cdot R_t + \xi_t,$$

donde, la ecuación varía con respecto a la cantidad producida Q .

$$Q = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot P + \alpha_2 \cdot YP.$$

En este caso, la variable exógena Y se multiplica por la variable endógena P , lo que permite separar el valor en la segunda ecuación.

$$P = \gamma_0 + \left(\gamma_1 + \frac{\delta_i}{\alpha_1 + \alpha_2 \cdot Y} \right) \cdot q_i + \gamma_2 \cdot w_i.$$

En el caso específico, la ecuación de costos totales no varía con la cantidad producida:

$$C(Q)_t = \alpha_1 + \alpha_3 \cdot R_t + \xi_t,$$

mientras que, la ecuación de demanda, tiene la siguiente forma:

$$P = \gamma_0 + \left(\gamma_1 + \frac{\delta_i}{\alpha_1} \right) \cdot q_i + \gamma_2 \cdot w_i.$$

2.6.3. El problema de la equivalencia observacional.

Debido a que el modelo que se planteó incluye series de precios de mercado del arroz paddy y volúmenes del mismo, en econometría se presenta el problema de la equivalencia observacional.

La series de precios de arroz paddy son puntos de equilibrio en el tiempo. Al intersectar con la serie de volumen no se puede distinguir económicamente ninguna de las dos curvas si se usa otra serie para producir un desplazamiento. Este concepto conduce al análisis de la simultaneidad y de la endogeneidad (Theil, 1971; Greene, 2003).

Ambos conceptos, simultaneidad y endogeneidad, están ligados, puesto que si se tiene una ecuación de demanda inversa con el precio de arroz paddy como variable independiente y el volumen paddy como variable dependiente, no se puede saber si la primera genera un efecto causal sobre la segunda, o viceversa.

Entonces, si el volumen paddy también crea un efecto sobre el precio, se pueden explicar ambas variables en dos ecuaciones, incluyendo otras que expliquen sólo a una de ellas pero no a ambas.

Quedaría un sistema como el siguiente:

$$\begin{aligned} p &= \alpha_0 + \alpha_1 \cdot q + \alpha_2 \cdot x + \mu, \\ q &= \beta_0 + \beta_1 \cdot p + \beta_2 \cdot z + v, \end{aligned}$$

en donde, las variables diferentes de precio y volumen se denominan exógenas o instrumentales, porque están determinadas fuera del modelo (Wooldridge, 2002).

En cada ecuación se está estimando p y q de manera simultánea, donde p y q , son variables endógenas y x y z son exógenas.

3. Metodología.

Para desarrollar el objetivo 1, se realizó la estimación del sistema de ecuaciones simultáneas, del cual se calculó el parámetro de concentración λ , se obtuvo la elasticidad demanda-precio, y las elasticidades oferta precio de corto plazo y de largo plazo.

Luego, se procedió a descomponer el modelo lo que permitió comprobar la existencia del poder de oligopsonio, de forma tal de verificar si la validez del sistema de ecuaciones es estadísticamente satisfactorio.

3.1. Derivación del poder de oligopsonio.

Se plantearon tres ecuaciones que representan el actuar o decisión de dos agentes: procesadores de arroz paddy y productores de arroz paddy. Los procesadores corresponden a importadores y molineros. Asumiendo un comportamiento racional de estos agentes, se plantea una ecuación de beneficio del procesador.

$$\pi_i = pyr \cdot y - px \cdot x_i - F.$$

La variable $pyr \cdot y$ es el precio del arroz elaborado por el volumen de arroz elaborado nacional que equivale al ingreso total de la empresa, mientras que $px \cdot x$ es el precio de la materia prima (arroz paddy) por su volumen. El volumen que compran las empresas oligopsónicas está expresado como x_i y sumado a lo que compran las demás empresas, x_j , da como resultado la demanda total de arroz paddy, $x_T = x_i + x_j$.

Se maximizó la función de beneficio con respecto a x_i e igualando a cero para obtener la demanda derivada:

$$\frac{\partial \pi}{\partial x} = pyr \cdot \frac{\partial y}{\partial x} - \left(\lambda \cdot \frac{\partial pxr}{\partial x} \cdot \frac{\partial x}{\partial x_i} \cdot x + pxr \cdot \frac{\partial x}{\partial x_i} \right) = 0.$$

El paréntesis corresponde a la descomposición de la demanda total en función de lo que

demandan las empresas oligopsónicas. Aislando el valor del producto marginal:

$$\left(\lambda \cdot \frac{\partial p_{xr}}{\partial x} \cdot \frac{\partial x}{\partial x_i} \cdot x + p_{xr} \cdot \frac{\partial x}{\partial x_i} \right) = p_{yr} \cdot \frac{\partial y}{\partial x},$$

donde, se consideró el precio por el producto marginal:

$$\lambda \cdot \frac{\partial p_{xr}}{\partial x} \cdot \frac{\partial x}{\partial x_i} \cdot x + p_{xr} \cdot \frac{\partial x}{\partial x_i} = p_{yr} \cdot pmg,$$

luego, se factorizó el elemento $\partial x / \partial x_i$:

$$\left(\lambda \cdot \frac{\partial p_{xr}}{\partial x} \cdot x + p_{xr} \right) \cdot \frac{\partial x}{\partial x_i} = p_{yr} \cdot pmg.$$

Se dividió por p_{xr} a ambos lados:

$$\left(\lambda \cdot \frac{\partial p_{xr}}{\partial x} \cdot \frac{x}{p_{xr}} + 1 \right) \cdot \frac{\partial x}{\partial x_i} = \frac{p_{yr} \cdot pmg}{p_{xr}}.$$

Se descompuso el volumen total en el volumen de las empresas i más el de las empresas j , o sea, $\partial x = \partial x_i + \partial x_j$ y el factor que multiplica a λ se invirtió y pasó en el denominador la elasticidad oferta-precio:

$$\left(\frac{\lambda}{\varepsilon_{ocp}} + 1 \right) \cdot \frac{\partial x_i + \partial x_j}{\partial x_i} = \frac{p_{yr} \cdot pmg}{p_{xr}},$$

luego, se aisló la variación conjetural $\partial x_j / \partial x_i$:

$$\left(\frac{\lambda}{\varepsilon_{ocp}} + 1 \right) \cdot \left(1 + \frac{\partial x_j}{\partial x_i} \right) = \frac{p_{yr} \cdot pmg}{p_{xr}}.$$

Asumiendo una estrategia de tipo Cournot, $\partial x_j / \partial x_i = 0$:

$$\left(\frac{\lambda}{\varepsilon_{ocp}} + 1 \right) = \frac{pyr \cdot pmg}{pxr}.$$

Finalmente, restando 1 se llega a un equivalente del índice de Lerner, para el caso del oligopsonio el que permite medir el poder de oligopsonio:

$$\frac{\lambda}{\varepsilon_{ocp}} = \frac{py \cdot pmg}{pxr} - 1 = \frac{py \cdot pmg - pxr}{pxr} = L,$$

3.2. Estimación del poder de oligopsonio.

3.2.1. Planteamiento del sistema de ecuaciones simultáneas.

A partir de la maximización de la función de beneficio con respecto a x_i e igualando a cero:

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial x_i} = y \cdot \frac{\partial pyr}{\partial x_i} - \left(\lambda \cdot \frac{\partial pxr}{\partial x} \cdot \frac{\partial x}{\partial x_i} \cdot x + pxr \cdot \frac{\partial x}{\partial x_i} \right) - F = 0, \quad (1)$$

se obtiene la ecuación de demanda inversa industrial derivada de arroz paddy, en cuyo caso la variable endógena es precio del arroz paddy pxr , y las variables independientes son el precio por el volumen elaborado $pmg \cdot pyr$ (valor del producto marginal) y el volumen de arroz paddy demandado x más un vector o conjunto de variables exógenas más un término de error.

Adicionalmente, se plantearon dos ecuaciones auxiliares para minimizar el sesgo de simultaneidad presente en la ecuación de demanda e identificar el índice de concentración. La segunda es la ecuación de oferta cuya variable endógena es el volumen de arroz paddy producido nacional x , mientras que las variables independientes son, el precio del arroz paddy de mercado pagado a mayoristas pxr , más un conjunto de variables exógenas y más un término de error.

La tercera consiste en una ecuación de tecnología, en que la variable dependiente es el volumen final de arroz elaborado y la variable independiente es el volumen de arroz paddy, más un conjunto de variables exógenas y más un término de error. El parámetro $\delta_1 = \partial y / \partial x$ permite identificar de mejor manera el producto marginal de arroz elaborado sobre arroz paddy.

$$pxr_t = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot pyr_t + \alpha_2 \cdot x_t + \alpha_i \cdot Z_{it} + \xi_{it}, \quad (2)$$

$$x_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_{t-1} + \beta_2 \cdot pxr_t + \beta_j \cdot W_{jt} + \xi_{jt}. \quad (3)$$

$$y_t = \delta_0 + \delta_1 \cdot x_t + \delta_k \cdot R_{kt} + \xi_{kt}, \quad (4)$$

Las ecuaciones 2, 3 y 4 son un sistema de ecuaciones donde, las variables pxr , x y pyr , son variables endógenas y se asume causalidad simultánea entre ellas. El resto de las variables, R_{kt} , Z_{it} y W_{jt} , son vectores de variables exógenas. Estos vectores, son diferentes en este sistema que corresponde al sistema estructural, mientras que son iguales en la representación reducida del sistema y no incluyen ninguna de las tres variables endógenas.

Los subíndices k, i y j son el número de variables exógenas de las ecuaciones 4, 2 y 3, donde todos pueden ser $k = i = j$ o $k \neq i \neq j$ (siempre y cuando todos sean distintos de cero, en cuyo caso habría una ecuación subidentificada). Es necesario que el número de variables endógenas no sea superior al de variables exógenas del sistema y que se cumplan las condiciones de orden y de rango del mismo.

3.2.2. Uso de variables exógenas como instrumentos.

Para realizar la estimación del modelo fue antes necesario corroborar que las series fuesen estacionarias, es decir, que el valor de la media y de la varianza de cada serie fuera estadísticamente igual a cero, así como la covarianza entre los residuos de las pruebas ADF-GLS para cada serie fueran estadísticamente iguales a cero. Esto equivale a decir que las series al ser estacionarias, carecen del problema de raíz unitaria.

Se realizó una prueba de estacionariedad para todas las variables que se emplearon en la estimación. A su vez, se transformaron a sus logaritmos naturales, debido a que expresadas en logaritmos y diferenciadas una vez resultaron ser estacionarias, mientras que expresadas en niveles persistió el problema de raíz unitaria en alguna de ellas.

La ecuación de demanda inversa, está compuesta por variables que provienen de la maximización de la función de beneficio, donde $\ln p_{xr}$ y $\ln x$ son variables endógenas, más otras variables instrumentales que no estén correlacionadas con el residuo de dicha ecuación, que son exógenas. La producto marginal multiplicada por el precio de arroz a consumidor está presente en esta ecuación.

La ecuación de oferta es una ecuación auxiliar que se compone de las dos variables endógenas $\ln x$ y $\ln p_{xr}$, más otras variables exógenas que no estén correlacionadas con el residuo y que sean capaces de generar un movimiento en dicha curva que implica su identificación. La variable de expectativas de Nerlove, está presente, tanto en la forma estructural como en la forma reducida del sistema de ecuaciones. Dicha variable no se excluyó del modelo, a pesar de no mostrar un valor estadísticamente distinto de cero.

Esto podría sugerir que los agricultores no están usando un esquema de expectativas adaptativas, pero otro esquema podría ser posible, como el de expectativas racionales. Por el contrario, podría sugerir que si siguen el esquema expectativas adaptativas, dicho esquema no está siendo capturado por este modelo.

El último elemento que se justifica en estas líneas en relación con el método empleado en la estimación por sistema de ecuaciones simultáneas es el uso de variables exógenas como instrumentos. ¿Existe una explicación genérica del por qué emplear variables que no están directamente relacionadas con el o los agentes que se están queriendo modelar? La respuesta es sí.

Los autores Heckman, J. and Navarro-Lozano, S. (2004) hacen la distinción entre el uso de variables que son propias del agente, como información *relevante* y otras que son obtenidas por el analista, llamada información *mínima relevante*. Ambos conjuntos de información son diferentes por el hecho de que el primero es toda información que el agente toma en cuenta para tomar sus decisiones de producción cada temporada y el segundo es toda información con la que el analista cuenta y con la cual puede sortear

el problema econométrico de la omisión de aquella variable que el agente observa pero que el analista no.

Es decir, son dos tipos de información, y se asume que el analista no justifica por el agente porque la información que éste emplea no es la misma que la que aquel emplea. Ejemplos del primer conjunto de información puede ser: precio de la urea empleada en la producción de arroz, precio de la mano obra, precio de la maquinaria, y otros elementos de costo del proceso productivo del arroz para los agentes productores y lo mismo para los agentes que procesan el arroz y lo elaboran.

También puede existir una justificación específica para el presente caso. Las variables pertenecientes al sector del maíz, el producto interno bruto y los precio internacionales del arroz de Thailandia y del trigo en Golfo de México, poseen una relación analítica con las variables presentes en cada ecuación.

El precio y la superficie del maíz están altamente correlacionados con el volumen de arroz paddy y con el precio del arroz paddy, en la primera y segunda ecuación, respectivamente. Representan en ambos casos efectos de sustitución con el precio del arroz paddy y con el volumen de arroz paddy producido.

El producto interno bruto rezagado en un periodo está correlacionado con el precio y el volumen del arroz, porque el agente considera el nivel de la inflación inherente para la toma de decisión de la temporada.

Los precios internacionales están correlacionados con el agente que procesa arroz nacional e importa arroz elaborado. El precio de arroz Thailandia sirve de referencia para la temporada actual y el del trigo en el periodo anterior.

Todas estas relaciones son analíticas y no representan necesariamente la decisión que toma el agente frente a su época productiva anual.

Ecuaciones en su forma estructural. Las ecuaciones estructurales figuran a continuación:

$$\ln pxr_t = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot pmg \cdot \ln pyr_y + \alpha_2 \cdot \ln x_t + \alpha_3 \cdot \ln pci_f_t + \alpha_4 \cdot \ln sup_{t-1}$$

$$+ \alpha_5 \cdot \ln pib_{t-1} + \alpha_6 \cdot \ln supmz_t + \alpha_7 \cdot \ln supmz_{t-1} + \xi_{1t},$$

$$\begin{aligned} \ln x_t = & \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln x_{t-1} + \beta_2 \cdot \ln pxr_t + \beta_3 \cdot \ln pcf_t \\ & + \beta_5 \cdot \ln sup_t + \beta_6 \cdot \ln pib_{t-1} + \beta_7 \cdot \ln supmz_t + \beta_9 \cdot \ln supmz_{t-1} \\ & + \beta_{10} \cdot \ln pmz_t + \beta_{11} \cdot \ln pmz_{t-1} + \beta_{12} \cdot \ln volim_t + \beta_{10} \cdot \ln volim_{t-1} + \xi_{2t}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln y_t = & \delta_0 + \delta_1 \cdot \ln x_t + \delta_2 \cdot \ln supmz_t + \delta_3 \cdot \ln supmz_{t-1} + \delta_5 \cdot \ln pmz_t \\ & + \delta_6 \cdot \ln thair_t + \delta_7 \cdot \ln wheat_t + \delta_9 \cdot \ln wheat_{t-1} + \delta_{10} \cdot \ln volim_t + \xi_{3t}. \end{aligned}$$

Estas son las ecuaciones que se desean estimar, pero como se puede ver, las variables del lado izquierdo en cada una se encuentran también en el lado derecho intercambiadas.

En el Cuadro 6 se pueden ver la descripción de los coeficientes relevantes de este sistema.

Cuadro 6: Descripción de coeficientes.

| Variable | Descripción |
|--|---|
| $\alpha_3 = \lambda \cdot \partial \ln pxr_t / \partial \ln x_t$ | Pendiente de ecuación de demanda. |
| $1/\beta_2 = \partial \ln pxr_t / \partial \ln x_t$ | Pendiente de ecuación de oferta. |
| $\lambda = -(-\alpha_3 \cdot \beta_2)$ | Parámetro de concentración. |
| $\epsilon_d = 1/\alpha_3$ | Elasticidad demanda-precio. |
| $\epsilon_{ocp} = \beta_2$ | Elasticidad oferta-precio de corto plazo. |
| $\epsilon_{olp} = \beta_2/\gamma$ | Elasticidad oferta-precio de largo plazo. |
| $\lambda/\epsilon_{ocp} = \lambda/\beta_2$ | Poder de oligopsonio de corto plazo. |
| $\lambda/\epsilon_{olp} = \lambda/\beta_2/\gamma$ | Poder de oligopsonio de largo plazo. |
| $\gamma = (1 - \beta_9)$ | Parámetro de expectativas de Nerlove. |
| $\beta_1 = \partial \ln x_t / \partial \ln x_{t-1}$ | Parámetro de ajuste de largo plazo. |
| $y = 0,67 * x + volim$ | Volumen final arroz elaborado. |
| $\delta_1 = \partial \ln y / \partial \ln x$ | Producto marginal de arroz elaborado sobre arroz paddy. |

Fuente: elaboración propia.

El número de variables en el lado derecho de cada ecuación es distinto, pues la variable $\ln sup_t$ no ocurre en la demanda y $\ln sup_{t-1}$ no aparece en la oferta.

La primera es la ecuación de demanda inversa y la segunda de oferta. Las variables $\ln pxr_t$ y $\ln x_t$ son endógenas. Para su estimación se expresó la forma reducida y se estimó desde allí.

Ecuaciones en su forma reducida.

$$\begin{aligned}\ln p_x r_t &= \pi_{\alpha 0} + \pi_{\alpha 2} \cdot \ln p_y r_t + \pi_{\alpha 3} \cdot \ln x_{t-1} + \pi_{\alpha 4} \cdot \ln p c i f_t + \pi_{\alpha 5} \cdot \ln s u p_t + \pi_{\alpha 6} \cdot \ln s u p_{t-1} \\ &+ \pi_{\alpha 7} \cdot \ln p i b_{t-1} + \pi_{\alpha 8} \cdot \ln s u p m z_t + \pi_{\alpha 9} \cdot \ln s u p m z_{t-1} + \pi_{\alpha 10} \cdot \ln p m z_t \\ &+ \pi_{\alpha 11} \cdot \ln p m z_{t-1} + \pi_{\alpha 12} \cdot \ln t h a i r_t + \pi_{\alpha 13} \cdot \ln w h e a t_t + \pi_{\alpha 14} \cdot \ln w h e a t_{t-1} \\ &+ \pi_{\alpha 15} \cdot \ln v o l i m_t + \pi_{\alpha 16} \cdot \ln v o l i m_{t-1} + v_{1t},\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\ln x_t &= \pi_{\beta 0} + \pi_{\beta 2} \cdot \ln p_y r_t + \pi_{\beta 3} \cdot \ln x_{t-1} + \pi_{\beta 4} \cdot \ln p c i f_t + \pi_{\beta 5} \cdot \ln s u p_t + \pi_{\beta 6} \cdot \ln s u p_{t-1} \\ &+ \pi_{\beta 7} \cdot \ln p i b_{t-1} + \pi_{\beta 8} \cdot \ln s u p m z_t + \pi_{\beta 9} \cdot \ln s u p m z_{t-1} + \pi_{\beta 10} \cdot \ln p m z_t \\ &+ \pi_{\beta 11} \cdot \ln p m z_{t-1} + \pi_{\beta 12} \cdot \ln t h a i r_t + \pi_{\beta 13} \cdot \ln w h e a t_t + \pi_{\beta 14} \cdot \ln w h e a t_{t-1} \\ &+ \pi_{\beta 15} \cdot \ln v o l i m_t + \pi_{\beta 16} \cdot \ln v o l i m_{t-1} + v_{2t}.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\ln y_t &= \pi_{\delta 0} + \pi_{\delta 2} \cdot \ln p_y r_t + \pi_{\delta 3} \cdot \ln x_{t-1} + \pi_{\delta 4} \cdot \ln p c i f_t + \pi_{\delta 5} \cdot \ln s u p_t + \pi_{\delta 6} \cdot \ln s u p_{t-1} \\ &+ \pi_{\delta 7} \cdot \ln p i b_{t-1} + \pi_{\delta 8} \cdot \ln s u p m z_t + \pi_{\delta 9} \cdot \ln s u p m z_{t-1} + \pi_{\delta 10} \cdot \ln p m z_t \\ &+ \pi_{\delta 11} \cdot \ln p m z_{t-1} + \pi_{\delta 12} \cdot \ln t h a i r_t + \pi_{\delta 13} \cdot \ln w h e a t_t + \pi_{\delta 14} \cdot \ln w h e a t_{t-1} \\ &+ \pi_{\delta 15} \cdot \ln v o l i m_t + \pi_{\delta 16} \cdot \ln v o l i m_{t-1} + v_{3t}.\end{aligned}$$

En este caso, las variables endógenas están sólo en el lado izquierdo, y los nuevos parámetros, son combinaciones de los parámetros de las ecuaciones estructurales. El número de variables que están al lado derecho es el mismo en cada ecuación.

Estas dos ecuaciones se estimaron y se obtuvieron las variables endógenas ajustadas $\ln \hat{p}_x r_t$ y $\ln \hat{x}_t$. Hecho esto, se reemplazan estas dos variables en el lado derecho correspondiente en las ecuaciones estructurales.

Parámetros de forma estructural. El planteamiento de un sistema de ecuaciones estructurales o simultáneas debe hacerse en varias etapas. Esto consiste en estimar el modelo en la forma reducida y luego estimar en una segunda etapa la forma estructural. A continuación se muestra el cálculo de cada parámetro, tanto de la forma estructural como reducida, y la relación entre ellos.

$$\alpha_0 = \pi_{\alpha 0} - \frac{\pi_{\alpha 3}}{\pi_{\beta 3}} \cdot \pi_{\beta 0}, \quad \beta_0 = \pi_{\beta 0} - \frac{\pi_{\beta 2}}{\pi_{\alpha 2}} \cdot \pi_{\alpha 0}$$

$$\begin{aligned}
\alpha_1 &= \frac{\pi_{\alpha 3}}{\pi_{\beta 3}}, & \beta_1 &= \frac{\pi_{\beta 2}}{\pi_{\alpha 2}} \\
\alpha_2 &= \pi_{\alpha 2} - \frac{\pi_{\alpha 3}}{\pi_{\beta 3}} \cdot \pi_{\beta 2}, & \beta_2 &= \pi_{\beta 2} - \frac{\pi_{\beta 2}}{\pi_{\alpha 2}} \cdot \pi_{\alpha 2} \\
\alpha_3 &= \pi_{\alpha 3} - \frac{\pi_{\alpha 3}}{\pi_{\beta 3}} \cdot \pi_{\beta 3}, & \beta_3 &= \pi_{\beta 3} - \frac{\pi_{\beta 2}}{\pi_{\alpha 2}} \cdot \pi_{\alpha 3} \\
\alpha_4 &= \pi_{\alpha 4} - \frac{\pi_{\alpha 3}}{\pi_{\beta 3}} \cdot \pi_{\beta 4}, & \beta_4 &= \pi_{\beta 4} - \frac{\pi_{\beta 2}}{\pi_{\alpha 2}} \cdot \pi_{\alpha 4} \\
\alpha_5 &= \pi_{\alpha 5} - \frac{\pi_{\alpha 3}}{\pi_{\beta 3}} \cdot \pi_{\beta 5}, & \beta_5 &= \pi_{\beta 5} - \frac{\pi_{\beta 2}}{\pi_{\alpha 2}} \cdot \pi_{\alpha 5} \\
\alpha_6 &= \pi_{\alpha 6} - \frac{\pi_{\alpha 3}}{\pi_{\beta 3}} \cdot \pi_{\beta 6}, & \beta_6 &= \pi_{\beta 6} - \frac{\pi_{\beta 2}}{\pi_{\alpha 2}} \cdot \pi_{\alpha 6} \\
\alpha_8 &= \pi_{\alpha 8} - \frac{\pi_{\alpha 3}}{\pi_{\beta 3}} \cdot \pi_{\beta 8}, & \beta_8 &= \pi_{\beta 8} - \frac{\pi_{\beta 2}}{\pi_{\alpha 2}} \cdot \pi_{\alpha 8} \\
\xi_1 &= v_1 - \frac{\pi_{\alpha 3}}{\pi_{\beta 3}} \cdot v_2, & \xi_1 &= v_2 - \frac{\pi_{\alpha 2}}{\pi_{\alpha 2}} \cdot v_1
\end{aligned}$$

Parámetros de la forma reducida.

$$\begin{aligned}
\pi_{\alpha 0} &= \frac{\alpha_0 + \alpha_1 \cdot \beta_0}{1 - \alpha_1 \cdot \beta_1}, & \pi_{\beta 0} &= \frac{\beta_0 + \beta_1 \cdot \alpha_0}{1 - \alpha_1 \cdot \beta_1} \\
\pi_{\alpha 2} &= \frac{\alpha_2 + \alpha_1 \cdot \beta_2}{1 - \alpha_1 \cdot \beta_1}, & \pi_{\beta 2} &= \frac{\beta_2 + \beta_1 \cdot \alpha_2}{1 - \alpha_1 \cdot \beta_1} \\
\pi_{\alpha 3} &= \frac{\alpha_3 + \alpha_1 \cdot \beta_3}{1 - \alpha_1 \cdot \beta_1}, & \pi_{\beta 3} &= \frac{\beta_3 + \beta_1 \cdot \alpha_3}{1 - \alpha_1 \cdot \beta_1} \\
\pi_{\alpha 4} &= \frac{\alpha_4 + \alpha_1 \cdot \beta_4}{1 - \alpha_1 \cdot \beta_1}, & \pi_{\beta 4} &= \frac{\beta_4 + \beta_1 \cdot \alpha_4}{1 - \alpha_1 \cdot \beta_1} \\
\pi_{\alpha 5} &= \frac{\alpha_5 + \alpha_1 \cdot \beta_5}{1 - \alpha_1 \cdot \beta_1}, & \pi_{\beta 5} &= \frac{\beta_5 + \beta_1 \cdot \alpha_5}{1 - \alpha_1 \cdot \beta_1} \\
\pi_{\alpha 6} &= \frac{\alpha_6 + \alpha_1 \cdot \beta_6}{1 - \alpha_1 \cdot \beta_1}, & \pi_{\beta 6} &= \frac{\beta_6 + \beta_1 \cdot \alpha_6}{1 - \alpha_1 \cdot \beta_1} \\
\pi_{\alpha 8} &= \frac{\alpha_8 + \alpha_1 \cdot \beta_8}{1 - \alpha_1 \cdot \beta_1}, & \pi_{\beta 8} &= \frac{\beta_8 + \beta_1 \cdot \alpha_8}{1 - \alpha_1 \cdot \beta_1}
\end{aligned}$$

$$v_1 = \frac{\xi_1 + \alpha_1 \cdot \xi_2}{1 - \alpha_1 \cdot \beta_1}, \quad v_2 = \frac{\xi_2 + \beta_1 \cdot \xi_1}{1 - \alpha_1 \cdot \beta_1}$$

Se mantuvo la numeración entre las ecuaciones para asociarlas entre ellas. Se puede ver que en la forma reducida, se pierde el parámetro 1, porque la estimación de la forma estructural requiere despejar todas las variables endógenas del sistema hacia el lado derecho y estimar aquellas frente a todas las exógenas del sistema (Theil, 1971).

No obstante, el número de ecuaciones entre los dos tipos de ecuaciones debe ser el mismo, por ende, se hicieron dos restricciones de exclusión adecuadas, igualando a cero los parámetros estructurales α_3 y β_4 . Así se tiene el mismo número de parámetros que ecuaciones y soluciones únicas para todos ellos.

3.2.3. Estimación por mínimos cuadrados en tres etapas.

Para una estimación consistente y eficiente de este sistema de ecuaciones, los supuestos de endogeneidad y de causalidad se pueden probar empíricamente. Está generalizado el concepto de que al usar el estimador de mínimos cuadrados ordinarios en un sistema de ecuaciones se obtienen valores estimados sesgados e inconsistentes (Theil, 1971).

La estimación de mínimos cuadrados en tres etapas consiste en realizar una primera regresión y obtener los valores de las variables endógenas estimadas o generadas y usar estas en la estimación de las ecuaciones originales estructurales (mínimos cuadrados en dos etapas).

En la nueva segunda etapa se usan los valores estimados de las variables endógenas para restringir valores en la matriz de varianzas y covarianzas de los residuos y obtener la estimación de nuevos instrumentos que son consistentes y con mejores propiedades asintóticas. Los nuevos instrumentos corresponden a los mismos instrumentos escogidos como variables exógenas, pero en este caso son generados tras segunda etapa.

Finalmente, en la tercera etapa, se realiza la estimación de la forma estructural con los nuevos instrumentos con esas mejores propiedades asintóticas para la obtención de parámetros consistentes e insesgados (Wooldridge, 2002).

3.3. Inferencia y prueba de hipótesis.

Como resultados del objetivo 2, se procedió a descomponer el modelo con la estimación para ver el sustento estadístico detrás del mismo.

Prueba de estacionariedad.

Las pruebas de estacionariedad se aplican tanto a las series que se emplean en las ecuaciones como a los residuos de cada ecuación. La estacionariedad es la invariancia de la media y de la varianza de las series del modelo y de los residuos de cada ecuación, así como la nula correlación entre las observaciones entre dos periodos del tiempo, tanto para las series como los residuos, para cada pares de años del periodo total de la muestra (1960-2007).

Todas las series del modelo, mostraron ser integradas de orden 1, ($I(1)$). Se optó por usar los logaritmos de las series puesto sin diferenciar se sospechó de caminata aleatoria en medias y varianzas.

Para probar que tanto las series como los residuos son estacionarios, se empleó la prueba ADF-GLS (Dutoit et-al., 2009).

Prueba de autocorrelación.

Para probar la presencia de autocorrelación de los residuos de la serie se empleó la prueba Q de Ljung-Box. El valor de este estadístico sigue la distribución χ^2 con un número de grados de libertad equivalente al número de rezagos escogidos para la prueba.

Prueba de heteroscedasticidad.

La heteroscedasticidad es la presencia de variabilidad sistemática en los residuos, la que puede ser, creciente, decreciente, o cuadrática.

Para detectarla se puede hacer una inspección gráfica y ver si este patrón sistemático se manifiesta. Luego, hay que utilizar una prueba para detectarla fehacientemente.

Se escogió la prueba de White. Esta consiste en realizar la regresión, luego utilizar los residuos al cuadrado de esta ecuación como variable dependiente y hacer otra regresión usando las variables elevadas a potencias y los productos entre ellas.

El estadístico de White, sigue una distribución χ^2 con un número de grados de libertad igual al número de variables independientes de la ecuación en potencias. Si este valor crítico a un 95 % de confianza es mayor que el valor calculado por la prueba, no se rechaza la hipótesis nula de que los residuos son homoscedásticos.

Prueba de multicolinealidad.

La multicolinealidad es la presencia de combinaciones lineales entre las variables. Existen pocos métodos para detectarla con exactitud, pero hay varias formas intuitivas de sondearla.

Una forma, es ver si las correlaciones entre las variables de las ecuaciones son muy altas. Además, algo que es común de la multicolinealidad perfecta es que aparezcan valores excesivamente altos en los valores t calculados (p.e., cercanos a 1000 en valor absoluto) y cuando se eliminan variables de las ecuaciones y se nota un cambio muy brusco en los valores t de las otras variables, también se puede pensar en que hay multicolinealidad.

Se estimó la matriz de correlaciones entre las variables para verificar que las correlaciones entre las variables no son excesivamente altas.

Pruebas de especificación.

La especificación de las ecuaciones debe someterse a pruebas de especificación que consisten en probar si la elección de una determinada ecuación ha sido apropiada.

Se han escogido un número breve de pruebas de especificación, que prueben el sustento de los postulados econométricos de los modelos de regresión empleados.

Prueba de Ramsey. La prueba de Ramsey es otra prueba de especificación que permite probar si la forma funcional es apropiada. Consiste en hacer la primera regresión, utilizar los residuos de esta, elevarlos a la segunda potencia (o tercera) y volver a hacer la misma regresión con éstos como variable dependiente. El estadístico es:

$$F_{\text{Ramsey}} = \frac{(R_{\text{Ramsey}}^2 - R^2)/k}{(1 - R_{\text{Ramsey}}^2)/(n - k)}, \quad \text{donde}$$

Cuadro 7: Valores de la prueba de Ramsey.

| | |
|-----------------------|---------------------------------|
| R_{Ramsey}^2 | R^2 con nuevas variables. |
| R^2 | R^2 del modelo log-log. |
| k | Número de variables nuevas. |
| n | Número de variables de log-log. |

Fuente: elaboración propia.

Si el valor $-p$ del estadístico F_{Ramsey} es mayor por sobre un 5% de probabilidad, se puede concluir que tal elección no es la apropiada. Esta prueba permitió comparar dos formas funcionales alternativas, a saber, la forma doble lineal (lin-lin) con la doble logarítmica (log-log).

Prueba de Jarque-Bera. La prueba de Jarque-Bera consiste en la evaluación de los residuos de las ecuaciones para determinar si estos siguen una distribución normal. El valor del estadístico Jarque-Bera sigue una distribución χ^2 con 2 grados de libertad. Se probó el cumplimiento o incumplimiento de esta prueba al 95% de confianza.

$$JB = n \left[\frac{S^2}{6} + \frac{(K - 3)^2}{24} \right],$$

donde, S es achatamiento (*skewness*) y K es kurtosis (*kurtosis*) y n es el tamaño de la muestra.

Prueba de sobreidentificación. Debido a que ambas ecuaciones del sistema están sobreidentificadas, se empleó una prueba de sobreidentificación denominada prueba de Hansen-Sargan.

La prueba consiste en probar si, los instrumentos escogidos en el sistema no están correlacionados con los residuos del mismo, lo que permite determinar si la especificación del modelo es apropiada.

El estadístico Hansen-Sargan sigue una distribución de χ^2 con un número de grados de libertad equivalente a la resta entre todos los instrumentos del sistema menos todas las variables endógenas del sistema.

Prueba de Hausman. La prueba de Hausman es otra prueba de especificación que permite, además de determinar si existe algún instrumento correlacionado con los residuos, comparar la consistencia y la eficiencia de dos estimadores diferentes empleando el mismo conjunto de instrumentos y variables endógenas.

En el presente caso, se comparó la estimación del sistema por mínimos cuadrados de dos etapas con el de mínimos cuadrados de tres etapas. La hipótesis nula supone que el estimador de tres etapas es asintóticamente más eficiente, mientras que la hipótesis nula supone que el estimador de dos etapas es consistente, pero el de tres etapas no lo es, debido a la correlación entre instrumentos y residuos.

3.4. Propuestas de apoyo a la producción nacional.

Para desarrollar el objetivo 2, se procedió a considerar todos los antecedentes recabados en la presente memoria, para proponer medidas correctivas y sugerencias de fomento para el sector arrocero nacional.

Se consultó a varios profesionales vinculados al sector productivo y de comercialización del arroz nacional. Entre las instituciones que representan se encuentran, INIA, Cotrisa, Tucapel, Arrocería San Cristóbal, Servicio Nacional de Aduanas y Ministerio de Relaciones Exteriores.

La intención fue hacer coincidir la visión de este estudio, que es metodológica y cuantitativa, con una visión real sobre la situación del mercado del arroz. Por la naturaleza de los datos empleados, las conclusiones sobre el mismo pueden ser distantes de la verdadera situación, por ende, la información recopilada de diversas personas resultó útil para ser contrastada con los resultados obtenidos en el modelo empírico.

En relación con el poder de concentración, la participación de una de las empresas relevantes en la Región del Maule, acapara cerca del 40 % del mercado y el precio de comercialización está determinado por las fluctuaciones del precio internacional. Además, los contratos con los productores son cancelados al momento de la recepción del arroz paddy momento en el cual, el agricultor puede optar entre vender o almacenar sin costo, solicitando la venta en otro momento deseado (Julio, 2006).

En relación con los factores que reflejan las desigualdades del sector arrocero, las grandes explotaciones cuentan con modernos sistemas de siembra, de aplicaciones de productos químicos y de cosecha, mientras que las explotaciones menores y más numerosas mantienen el esquema tradicional basado en labores manuales y en tracción animal (Vega, 2009).

Existen instituciones en el país dedicadas a la investigación en la producción del arroz, que aportan con nuevas tecnologías para mejorar la producción y el rendimiento, pero uno de los factores limitantes en el largo plazo es el agua (Mariño, 2010).

4. Resultados.

4.1. Estimación del poder de oligopsonio.

4.1.1. Estacionariedad de las series.

Las series que poseen medias y varianzas que se mantienen constantes en el tiempo se denominan estacionarias (Gujarati, 2003). Se encontró que las series del sistema no son estacionarias usando la prueba ADF-GLS (*Augmented Dickey Fuller Generalized Least Squares*), la cual se considera más robusta que otras pruebas usadas con anterioridad (Dutoit et al., 2009).

La prueba se aplicó en dos casos: en las variables que se emplearon en el modelo y en los residuos de cada ecuación del sistema de ecuaciones del modelo. La obtención de residuos que son estacionarios, situación que depende del modelo que se escoge, permitió deducir la presencia de cointegración. Esto que quiere decir que hay un relación estable de largo plazo entre las variables utilizadas y los residuos obtenidos tras la estimación.

Cuadro 8: Prueba de estacionariedad de las variables y los residuos.

| Variable | $I(d)$ | τ_{ADFGLS} | $\tau_{90\%}$ | $\tau_{95\%}$ | $\tau_{99\%}$ | Decisión |
|------------------|--------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $d \ln p_{xr}$ | $I(1)$ | -7,64 | -2,89 | -3,19 | -3,77 | Rechazo H_0 |
| $d \ln x$ | $I(1)$ | -6,43 | -2,89 | -3,19 | -3,77 | Rechazo H_0 |
| $d \ln p_{yr}$ | $I(1)$ | -4,31 | -2,89 | -3,19 | -3,77 | Rechazo H_0 |
| $d \ln y$ | $I(1)$ | -7,44 | -2,89 | -3,19 | -3,77 | Rechazo H_0 |
| $d \ln p_{cif}$ | $I(1)$ | -6,79 | -2,89 | -3,19 | -3,77 | Rechazo H_0 |
| $d \ln s_{up}$ | $I(1)$ | -5,99 | -2,89 | -3,19 | -3,77 | Rechazo H_0 |
| $d \ln p_{ib}$ | $I(1)$ | -4,04 | -2,89 | -3,19 | -3,77 | Rechazo H_0 |
| $d \ln s_{upmz}$ | $I(1)$ | -6,13 | -2,89 | -3,19 | -3,77 | Rechazo H_0 |
| $d \ln p_{mz}$ | $I(1)$ | -6,74 | -2,89 | -3,19 | -3,77 | Rechazo H_0 |
| $d \ln t_{hair}$ | $I(1)$ | -3,90 | -2,89 | -3,19 | -3,77 | Rechazo H_0 |
| $d \ln w_{heat}$ | $I(1)$ | -4,42 | -2,89 | -3,19 | -3,77 | Rechazo H_0 |
| $d \ln v_{olim}$ | $I(1)$ | -7,80 | -2,89 | -3,19 | -3,77 | Rechazo H_0 |
| ξ_1 | $I(0)$ | -4,03 | -2,89 | -3,19 | -3,77 | Rechazo H_0 |
| ξ_2 | $I(0)$ | -5,98 | -2,89 | -3,19 | -3,77 | Rechazo H_0 |
| ξ_3 | $I(0)$ | -4,52 | -2,89 | -3,19 | -3,77 | Rechazo H_0 |

Fuente: elaboración con programa Gretl 1.8.

En el Cuadro 8, la columna $I(d)$ representa el grado de integración d de cada variable. Las variables $I(1)$ son integradas de orden uno y se han debido diferenciar una vez para lograr su estacionariedad. La diferenciación consiste en aplicar el operador diferencia a una serie γ_t , de tal modo que, $d = \gamma_t - \gamma_{t-1}$, a cuya serie se le aplica la prueba ADF-GLS.

Tanto los residuos de la ecuación de demanda (ξ_1) como los de la ecuación de oferta (ξ_2) y los de la ecuación de tecnología (ξ_3) son $I(0)$, es decir, son integrados de orden cero y estacionarios en niveles (sin diferenciar). Con esto se rechaza la hipótesis nula de presencia de raíz unitaria para los residuos de ambas ecuaciones por sobre un 99 % de confianza.

Debido a que los residuos de cada ecuación son estacionarios en niveles o integrados de orden cero ($I(0)$) y que las series son todas integradas de orden uno $I(1)$, las series están cointegradas, como se señaló anteriormente.

4.1.2. Resultados de la estimación.

La estimación del poder de oligopsonio resultó ser igual a 20 %, lo que indica que el mercado industrial del arroz está muy concentrado y que fijaría su precio en un 19 % debajo del valor del producto marginal, es decir, las empresas oligopsónicas fijaron el precio en $p = 0,83 \cdot VPM$. Por otro lado, el parámetro de concentración λ igual a 0,11 indica que estaría dividido por siete a diez grandes empresas que acaparan gran parte de dicho mercado.

Este valor podría justificar el hecho de que las mayores empresas dividen por igual su participación de mercado, lo que en la realidad es poco probable, porque se tomó como supuesto inicial el que las empresas tienen estructuras de costos idénticas entre sí y que producen un mismo producto.

Este supuesto permite hacer la estimación empírica haciendo uso de datos agregados de la industria para inferir en qué medida actúan, pero dista de ser una medida de gran precisión. Por otro lado, la estimación de este parámetro se hizo considerando todo el periodo entre 1960 y 2007. Es decir, el valor estimado es único en todo este periodo y no considera cambios de participaciones (estratégicos) entre las empresas que compiten

por más participación.

En el Cuadro 9 se puede apreciar que la estimación de los parámetros ha obtenido signos esperados. Se esperaba que $\alpha_3 < 0$ y $\beta_3 > 0$, lo cual se corroboró en ambos casos. La significancia de los parámetros, dada por el valor de las probabilidades es, en la mayoría de los casos, superior al 95 %. En el caso de las variables endógenas, el parámetro calculado para lx_t tiene una significancia de 0,0196, lo que indica que es significativamente distinto de cero a un 98,04 % de nivel de confianza. En la ecuación de oferta, el parámetro de $lpxr_t$, es significativamente distinto de cero a un 97,96 %.

Similar es el caso para el resto de las variables excepto para, $lsup_{t-1}$ en la ecuación de demanda, y para $lsupmz_{t-1}$ y $lpmz_t$, en cuyos casos, son significativamente no distintos de cero a menos de un 82 % de grado de confianza. No obstante, no se eliminaron del sistema puesto que fueron necesarios para la identificación del mismo.

En relación con los valores de los parámetros, los signos resultaron ser los esperados y coherentes con la teoría económica. Los parámetros de las variables endógenas, resultaron ser $-0,20$ y $0,53$ para lx_t y $lpxr_t$, respectivamente. El primer valor corresponde al inverso de la elasticidad de demanda y el segundo a la elasticidad de oferta, debido a que las variables están en logaritmos.

La variable de expectativas de Nerlove que permite medir el efecto en el largo plazo arrojó varios resultados durante el proceso de control y estimación. Inicialmente se estimó un sistema de dos ecuaciones en cuyo proceso, esta variable no aportó información al modelo, pero su inclusión producía cambios en la estimación de los demás parámetros. Finalmente, tras la imposición de un modelo de tres ecuaciones, se logró que la inclusión de esta variable no provocara efecto alguno en las demás variables tras el proceso de control. La variable de Nerlove está presente en el modelo final con un nivel que no supera el 86 % de probabilidad y con signo negativo, por ende, no es posible medir el efecto de largo plazo.

En el Cuadro 11, se aprecia que la elasticidad demanda-precio es altamente elástica. Mientras que las elasticidades de oferta son levemente mayores a la elasticidad unitaria. A continuación se presenta la estimación del parámetro de concentración y del poder de concentración oligopsónico.

Cuadro 9: Sistema de ecuaciones, Mínimos cuadrados en tres etapas, MC3E.Variables dependientes: $lpxr$ lx $lpyr$. Observaciones 1961-2007.Instrumentos: $const$ $lpyr_{t-1}$ lx_{t-1} $lpcif_t$ $lsup_t$ $lsup_{t-1}$ $lpib_{t-1}$ $lsupmz_t$ $lsupmz_{t-1}$ $lpmz_t$ $lpmz_{t-1}$ $lthair_t$ $lwheat_{t-1}$ $lvolim_{t-1}$.

| Ecuación 1 | Coef. | Valor Coef. | Desv. Típica | Estadístico z | Valor p |
|----------------|--------------|-------------|--------------|---------------|---------|
| const | α_0 | 25,4938 | 2,85174 | 8,9397 | 0,0000 |
| $lpyr_t$ | α_1 | -0,0944658 | 0,0432046 | -2,1865 | 0,0288 |
| lx_t | α_2 | -0,201325 | 0,0862305 | -2,3347 | 0,0196 |
| $lpcif_t$ | α_3 | 0,359265 | 0,0897380 | 4,0035 | 0,0001 |
| $lpib_{t-1}$ | α_4 | -0,214044 | 0,0633836 | -3,3770 | 0,0007 |
| $lsupmz_t$ | α_5 | -0,583071 | 0,189351 | -3,0793 | 0,0021 |
| $lsupmz_{t-1}$ | α_6 | -0,0223032 | 0,163904 | -0,1361 | 0,8918 |
| Ecuación 2 | Coef. | Valor Coef. | Desv. Típica | Estadístico z | Valor p |
| const | β_0 | -9,85842 | 4,73419 | -2,0824 | 0,0373 |
| lx_{t-1} | β_1 | -0,108180 | 0,0733914 | -1,4740 | 0,1405 |
| $lpxr_t$ | β_2 | 0,527577 | 0,227512 | 2,3189 | 0,0204 |
| $lpcif_t$ | β_3 | -0,261919 | 0,0930247 | -2,8156 | 0,0049 |
| $lsup_t$ | β_4 | 1,01266 | 0,101311 | 9,9955 | 0,0000 |
| $lpib_{t-1}$ | β_5 | 0,342724 | 0,0841302 | 4,0737 | 0,0000 |
| $lsupmz_t$ | β_6 | 0,583560 | 0,176836 | 3,3000 | 0,0010 |
| $lsupmz_{t-1}$ | β_7 | -0,239019 | 0,152533 | -1,5670 | 0,1171 |
| $lpmz_t$ | β_8 | -0,201433 | 0,101036 | -1,9937 | 0,0462 |
| $lpmz_{t-1}$ | β_9 | -0,214559 | 0,0794127 | -2,7018 | 0,0069 |
| $lvolim_t$ | β_{10} | -0,0549982 | 0,0173132 | -3,1767 | 0,0015 |
| $lvolim_{t-1}$ | β_{11} | -0,0233367 | 0,0172687 | -1,3514 | 0,1766 |
| Ecuación 3 | Coef. | Valor Coef. | Desv. Típica | Estadístico z | Valor p |
| const | δ_0 | 7,89034 | 2,30898 | 3,4172 | 0,0006 |
| lx_t | δ_1 | 0,496324 | 0,0896442 | 5,5366 | 0,0000 |
| $lsupmz_t$ | δ_3 | 0,340580 | 0,130301 | 2,6138 | 0,0090 |
| $lsupmz_{t-1}$ | δ_4 | -0,396909 | 0,124988 | -3,1756 | 0,0015 |
| $lpmz_t$ | δ_5 | -0,180380 | 0,0785213 | -2,2972 | 0,0216 |
| $lthair_t$ | δ_6 | -0,179072 | 0,0548209 | -3,2665 | 0,0011 |
| $lwheat_t$ | δ_7 | -1,18545 | 0,493493 | -2,4022 | 0,0163 |
| $lwheat_{t-1}$ | δ_8 | 1,27982 | 0,457196 | 2,7993 | 0,0051 |
| $lvolim_t$ | δ_9 | 0,139992 | 0,0169475 | 8,2603 | 0,0000 |

Fuente: salida del programa Gretl 1.8.

Cuadro 10: Coeficientes de determinación del sistema de ecuaciones.

| | | | |
|------------------------|----------|-----------------------|----------|
| R-cuadrado (Ec. 1) | 0,857298 | R-cuadrado corregido | 0,835893 |
| Media de la vble. dep. | 12,32299 | D.T. de la vble. dep. | 0,400161 |
| Suma de cuad. residuos | 1,051131 | D.T. de la regresión | 0,149548 |
| R-cuadrado (Ec. 2) | 0,921241 | R-cuadrado corregido | 0,896488 |
| Media de la vble. dep. | 11,57022 | D.T. de la vble. dep. | 0,373762 |
| Suma de cuad. residuos | 0,506113 | D.T. de la regresión | 0,103771 |
| R-cuadrado (Ec. 3) | 0,936581 | R-cuadrado corregido | 0,923229 |
| Media de la vble. dep. | 11,56468 | D.T. de la vble. dep. | 0,428977 |
| Suma de cuad. residuos | 0,536842 | D.T. de la regresión | 0,106875 |

Fuente: salida del programa Gretl 1.8.

Cuadro 11: Resumen parámetros estimados.

| | | |
|-------------------------|--|-------------------|
| $\epsilon_d = -4,97$ | Elasticidad demanda-precio | Elástica |
| $\epsilon_{ocp} = 0,53$ | Elasticidad oferta-precio de corto plazo | Inelástica |

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 12: Parámetro de concentración y poder de oligopolsonio.

| | |
|---|--------------------------------------|
| $\lambda = -(-0,20 * 0,53) = 0,11$ | Parámetro de concentración de 0,11 |
| $n = 1/\lambda$ | Mercado concentrado en 7-10 empresas |
| $\lambda/\epsilon_{ocp} = 0,11/0,53 = 20,0\%$ | Poder oligopsónico de corto plazo |

Fuente: elaboración propia.

Se puede apreciar en el Cuadro 12 que el parámetro de concentración λ indica que en el mercado hay evidencia de concentración y de poder oligopsónico por tener un valor que cae dentro del rango de cero a uno de 0,11, como muestra el Cuadro 5. A su vez, bajo el supuesto de simetría de las empresas y homogeneidad de productos, el inverso de λ equivale al número de empresas oligopsónicas que es entre 7 y 10, aproximadamente.

Por otro lado, el poder de oligopsonio de corto plazo es de 20,0%, lo que indica que las empresas compradoras de arroz paddy nacional dejan de pagar un 20,0% del precio del arroz paddy a los productores nacionales, en el corto plazo, respecto del precio que se pagaría en competencia perfecta.

4.1.3. Resultado de las pruebas de inferencia.

Los resultados de las diferentes pruebas de hipótesis se presentan en las secciones siguientes.

Autocorrelación de los residuos. Se optó por usar la prueba Q de Ljung-Box para probar la presencia de autocorrelación de los residuos. Se escogió un número de rezagos de cinco para probar su presencia hasta ese rezago.

Cuadro 13: Contraste de autocorrelación Q de Ljung-Box.

| Rezago | $\chi^2_{LB}(\xi_1)$ | valor -p | $\chi^2_{LB}(\xi_2)$ | valor -p | $\chi^2_{LB}(\xi_3)$ | valor -p | $\chi^2_{Crítico}$ | valor -p | gl | Decisión |
|--------|----------------------|----------|----------------------|----------|----------------------|----------|--------------------|----------|----|---------------|
| $t-1$ | 1,10 | 0,30 | 0,17 | 0,68 | 0,01 | 0,92 | 3,84 | 0,05 | 1 | No rechazo Ho |
| $t-2$ | 1,15 | 0,56 | 3,28 | 0,19 | 0,01 | 0,99 | 5,99 | 0,05 | 2 | No rechazo Ho |
| $t-3$ | 2,44 | 0,49 | 4,17 | 0,24 | 1,77 | 0,62 | 7,81 | 0,05 | 3 | No rechazo Ho |
| $t-4$ | 2,99 | 0,56 | 4,42 | 0,35 | 1,84 | 0,77 | 9,49 | 0,05 | 4 | No rechazo Ho |
| $t-5$ | 2,99 | 0,70 | 4,43 | 0,49 | 1,84 | 0,87 | 11,07 | 0,05 | 5 | No rechazo Ho |

Fuente: elaboración con programa Gretl 1.8.

El Cuadro 13 muestra que hasta el quinto rezago no se puede rechazar la hipótesis nula de que el coeficiente de autocorrelación es igual a cero a un 95% de confianza y para grados de libertad desde 1 hasta 5, que equivale al número de rezagos. Los residuos de la ecuación de demanda (ξ_1), de oferta (ξ_2) y de tecnología (ξ_3), tienen valores del estadístico Q menores que los valores críticos χ^2 asociados.

Heteroscedasticidad. Se escogió la prueba de Heteroscedasticidad de White debido a su fácil implementación. En el Cuadro 14 se muestran los valores calculados de la prueba con 27 grados de libertad al 95 %. El valor calculado sigue la distribución χ^2 . Para rechazar la hipótesis nula a un nivel de 95 % de confianza el valor calculado no debe exceder el crítico.

Cuadro 14: Contraste de heteroscedasticidad de White.

| | χ^2_{White} | valor -p | $\chi^2_{\text{Crítico}}$ | valor -p | Decisión |
|------------|-------------------------|----------|---------------------------|----------|---------------|
| Demanda | 6,67 | 0,88 | 40,11 | 0,05 | No rechazo Ho |
| Oferta | 17,08 | 0,76 | 40,11 | 0,05 | No rechazo Ho |
| Tecnología | 25,90 | 0,06 | 40,11 | 0,05 | No rechazo Ho |

Fuente: elaboración con programa Gretl 1.8.

Como se ve en el Cuadro 14, el valor calculado no excede al valor crítico, por lo tanto, no se puede rechazar la hipótesis nula de que no hay heteroscedasticidad, por ende, no hay problemas de heteroscedasticidad en este modelo.

Multicolinealidad. No existen métodos muy conocidos para detectar y evitar la presencia de multicolinealidad. No obstante, existen medidas de diagnóstico que permiten tener en cuenta su presencia. A continuación se muestra el Cuadro 15 con las correlaciones entre las variables empleadas en el modelo.

En el Cuadro 15 figuran las correlaciones entre cada variable empleada en el modelo. El cuadro está dividido en dos partes a través de las cuales cruza la línea diagonal con correlaciones unitarias de cada variable consigo misma. Todos los valores oscilan entre -1 y 1. Aquellos valores que están más cerca de los extremos pueden presentar colinealidad.

Como muestra el Cuadro 15 no hay elevadas correlaciones entre las variables del sistema. Las correlaciones más altas son de -0,88, entre $lthair_t$ y $lpib_{t-1}$ y entre $lthair_t$ y $lpcif_t$. Una correlación superior a 0,95, podría surgir de algún tipo de combinación lineal entre las variables del modelo, pero eso no se presenta en esta muestra.

Cuadro 15: Matriz de correlaciones entre las variables.

| | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| | LPXRM _t | LPYR _t | LX _t | LY _t | LPCIF _t | LSUP _t | LSUPMZ _t | LPMZ _t | LTHAIR _t |
| LPXRM _t | 1,00 | -0,06 | -0,67 | -0,83 | 0,78 | -0,16 | -0,48 | 0,86 | 0,85 |
| LPYR _t | -0,06 | 1,00 | -0,05 | -0,05 | 0,03 | 0,04 | -0,14 | -0,14 | 0,01 |
| LX _t | -0,67 | -0,05 | 1,00 | 0,68 | -0,47 | 0,73 | 0,54 | -0,64 | -0,65 |
| LY _t | -0,83 | -0,05 | 0,68 | 1,00 | -0,72 | 0,15 | 0,45 | -0,83 | -0,84 |
| LPCIF _t | 0,78 | 0,03 | -0,47 | -0,72 | 1,00 | 0,06 | -0,09 | 0,60 | 0,73 |
| LSUP _t | -0,16 | 0,04 | 0,73 | 0,15 | 0,06 | 1,00 | 0,40 | -0,16 | -0,05 |
| LSUPMZ _t | -0,48 | -0,14 | 0,54 | 0,45 | -0,09 | 0,40 | 1,00 | -0,45 | -0,46 |
| LPMZ _t | 0,86 | -0,14 | -0,64 | -0,83 | 0,60 | -0,16 | -0,45 | 1,00 | 0,85 |
| LTHAIR _t | 0,85 | 0,01 | -0,65 | -0,84 | 0,73 | -0,05 | -0,46 | 0,85 | 1,00 |
| LWHEAT _t | 0,36 | -0,10 | -0,26 | -0,45 | 0,11 | 0,02 | -0,33 | 0,62 | 0,50 |
| LVOLIM _t | -0,38 | -0,01 | -0,01 | 0,62 | -0,45 | -0,38 | -0,04 | -0,43 | -0,42 |
| LX _{t-1} | -0,65 | 0,15 | 0,59 | 0,49 | -0,57 | 0,37 | 0,44 | -0,49 | -0,64 |
| LSUP _{t-1} | -0,14 | 0,23 | 0,30 | -0,07 | -0,04 | 0,53 | 0,28 | -0,01 | -0,06 |
| LPIB _{t-1} | -0,81 | 0,02 | 0,44 | 0,84 | -0,81 | -0,21 | 0,22 | -0,75 | -0,88 |
| LSUPMZ _{t-1} | -0,39 | 0,12 | 0,36 | 0,27 | -0,11 | 0,23 | 0,67 | -0,45 | -0,48 |
| LPMZ _{t-1} | 0,80 | -0,07 | -0,73 | -0,71 | 0,67 | -0,26 | -0,33 | 0,75 | 0,84 |
| LWHEAT _{t-1} | 0,41 | -0,13 | -0,50 | -0,46 | 0,19 | -0,23 | -0,32 | 0,62 | 0,55 |
| LVOLIM _{t-1} | -0,36 | 0,08 | 0,08 | 0,42 | -0,34 | -0,30 | 0,01 | -0,34 | -0,40 |
| | LWHEAT _t | LVOLIM _t | LX _{t-1} | LSUP _{t-1} | LPIB _{t-1} | LSUPMZ _{t-1} | LPMZ _{t-1} | LWHEAT _{t-1} | LVOLIM _{t-1} |
| LPXRM _t | 0,36 | -0,38 | -0,65 | -0,14 | -0,81 | -0,39 | 0,80 | 0,41 | -0,36 |
| LPYR _t | -0,10 | -0,01 | 0,15 | 0,23 | 0,02 | 0,12 | -0,07 | -0,13 | 0,08 |
| LX _t | -0,26 | -0,01 | 0,59 | 0,30 | 0,44 | 0,36 | -0,73 | -0,50 | 0,08 |
| LY _t | -0,45 | 0,62 | 0,49 | -0,07 | 0,84 | 0,27 | -0,71 | -0,46 | 0,42 |
| LPCIF _t | 0,11 | -0,45 | -0,57 | -0,04 | -0,81 | -0,11 | 0,67 | 0,19 | -0,34 |
| LSUP _t | 0,02 | -0,38 | 0,37 | 0,53 | -0,21 | 0,23 | -0,26 | -0,23 | -0,30 |
| LSUPMZ _t | -0,33 | -0,04 | 0,44 | 0,28 | 0,22 | 0,67 | -0,33 | -0,32 | 0,01 |
| LPMZ _t | 0,62 | -0,43 | -0,49 | -0,01 | -0,75 | -0,45 | 0,75 | 0,62 | -0,34 |
| LTHAIR _t | 0,50 | -0,42 | -0,64 | -0,06 | -0,88 | -0,48 | 0,84 | 0,55 | -0,40 |
| LWHEAT _t | 1,00 | -0,20 | -0,12 | 0,23 | -0,34 | -0,37 | 0,35 | 0,81 | -0,09 |
| LVOLIM _t | -0,20 | 1,00 | 0,02 | -0,36 | 0,65 | -0,04 | -0,31 | -0,13 | 0,56 |
| LX _{t-1} | -0,12 | 0,02 | 1,00 | 0,73 | 0,47 | 0,54 | -0,64 | -0,25 | -0,02 |
| LSUP _{t-1} | 0,23 | -0,36 | 0,73 | 1,00 | -0,17 | 0,42 | -0,17 | 0,06 | -0,36 |
| LPIB _{t-1} | -0,34 | 0,65 | 0,47 | -0,17 | 1,00 | 0,21 | -0,76 | -0,37 | 0,61 |
| LSUPMZ _{t-1} | -0,37 | -0,04 | 0,54 | 0,42 | 0,21 | 1,00 | -0,44 | -0,35 | -0,07 |
| LPMZ _{t-1} | 0,35 | -0,31 | -0,64 | -0,17 | -0,76 | -0,44 | 1,00 | 0,62 | -0,42 |
| LWHEAT _{t-1} | 0,81 | -0,13 | -0,25 | 0,06 | -0,37 | -0,35 | 0,62 | 1,00 | -0,20 |
| LVOLIM _{t-1} | -0,09 | 0,56 | -0,02 | -0,36 | 0,61 | -0,07 | -0,42 | -0,20 | 1,00 |

Fuente: Elaboración propia con programa Gretl 1.8.

Forma funcional. Se presentan los resultados de las pruebas de Ramsey, de Normalidad de los residuos, de sobreidentificación de Hansen-Sargan y de Hausman, para probar en su conjunto si la elección del modelo ha sido apropiada.

Prueba Reset de Ramsey. La prueba de Ramsey permitió corroborar que la elección del modelo log-log es más adecuado que la versión lin-lin.

Como se ve en el Cuadro 16, el valor $-p$ para la ecuación de oferta en niveles (lin-lin), de 0,75 %, inferior al 5 %, lo que sugiere que la especificación lineal para esa ecuación no es adecuada. Por ende, se optó por la forma doble logarítmica (log-log) para dicha

Cuadro 16: Contraste de especificación de Ramsey.

| | Modelo lin-lin | | Modelo log-log | |
|------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | F_{Ramsey} | valor - p | F_{Ramsey} | valor - p |
| Demanda | 3,2604 | 0,1959 | 1,7236 | 0,4224 |
| Oferta | 9,7831 | 0,0075 | 0,4594 | 0,7947 |
| Tecnología | 4,7632 | 0,0924 | 16,8444 | 0,0002 |

Fuente: elaboración con programa Gretl 1.8.

ecuación. En el caso de la tecnología el valor - p es menor al 5%, pero no se rechaza su forma logarítmica debido a que el descarte es favorable a esta forma, pero no da información respecto de otra forma funcional mejor que aquella.

Normalidad de los residuos. Los residuos de las tres ecuaciones resultaron ser normales, según el estadístico Jarque-Bera. En dichos casos, el valor del estadístico Jarque-Bera, fue inferior al valor crítico χ^2 asociado, no rechazando la hipótesis de nula de normalidad de los residuos.

Cuadro 17: Contraste de normalidad univariada y multivariada.

| Residuos | ξ_i | χ_{JB}^2 | valor - p | $\chi_{\text{Crítico}}^2$ | valor - p | gl | Decisión |
|------------|---------|----------------------|-------------|---------------------------|-------------|----|---------------|
| Demanda | ξ_1 | 0,42 | 0,81 | 5,99 | 0,05 | 2 | No rechazo Ho |
| Oferta | ξ_2 | 2,07 | 0,36 | 5,99 | 0,05 | 2 | No rechazo Ho |
| Tecnología | ξ_3 | 3,32 | 0,19 | 5,99 | 0,05 | 2 | No rechazo Ho |
| Residuos | ξ_i | χ_{DH}^2 | valor - p | $\chi_{\text{Crítico}}^2$ | valor - p | gl | Decisión |
| Sistema | ξ_i | 12,97 | 0,04 | 5,99 | 0,05 | 2 | Rechazo Ho |

Fuente: elaboración con programa Gretl 1.8.

Por otro lado, en el Cuadro 17, para los residuos del sistema completo, cuya hipótesis nula supone que siguen una distribución normal multivariada, se rechaza Ho debido a que el valor calculado de la prueba Doornik-Hansen de 12,97 es mayor que el valor crítico χ^2 asociado de 5,99 a un 0,05 % de confianza.

Prueba de sobreidentificación. La prueba de sobreidentificación de Hansen-Sargan, indica que sobre la hipótesis nula de que ninguno los instrumentos empleados en el sistema está correlacionado con el error, el valor del estadístico calculado debe ser inferior que el valor crítico χ^2 asociado con un número de grados de libertad igual al número de instrumentos menos el número de variables endógenas a un nivel de confianza dado de 95 % (Gujarati, 2003).

Cuadro 18: Contraste de sobreidentificación de Hansen-Sargan.

| χ^2_{HS} | valor -p | $\chi^2_{Crítico}$ | valor -p | gl | Decisión |
|---------------|----------|--------------------|----------|----|------------|
| 33,64 | 0,03 | 22,36 | 0,05 | 20 | Rechazo Ho |

Fuente: elaboración propia con programa Gretl 1.8.

Luego, viendo el Cuadro 18, considerando un número de grados de libertad de $16 - 3 = 13$, se puede rechazar la hipótesis nula de que los instrumentos escogidos estén correlacionados con el error, y por ende, que sea una forma funcional apropiada, a un nivel de 95 % de confianza.

Prueba de Hausman. La prueba de Hausman permitió saber cuál estimador fue el más apropiado para la solución del sistema de ecuaciones.

Cuadro 19: Contraste de especificación de Hausman.

| χ^2_{HT} | valor -p | $\chi^2_{Crítico}$ | valor -p | gl | Decisión |
|---------------|----------|--------------------|----------|----|---------------|
| 22,6873 | 0,75 | 41,3371 | 0,05 | 28 | No rechazo Ho |

Fuente: elaboración propia con programa Gretl 1.8.

El valor del estadístico de Hausman de 22,67 es mayor que el valor crítico de 41,34 al 95 % de probabilidad, no rechazando la hipótesis nula de que el estimador de mínimos cuadrados de tres etapas es más eficiente que el de dos etapas (ver Cuadro 19).

La prueba de Hausman ha resultado favorable en relación con el uso del estimador de tres etapas por sobre el de dos etapas. La misma prueba se puede emplear para comparar otros tipos de estimadores o métodos de estimación empleados, por ende, es útil en este caso para descartar un método en favor de otro.

Discusión de los resultados.

En el modelo de ecuaciones simultáneas se explotó el problema de la identificación para lograr la estimación del parámetro de concentración.

Las ecuaciones estimadas simultáneamente resultaron ser significativas parcial y globalmente, y los valores de los parámetros estimados con signos correctos y coherentes con la teoría económica.

El valor de la elasticidad de demanda-precio de $-4,97$ es altamente elástico y negativo, lo que indica que ante un aumento de un 1 % del precio mayorista de arroz paddy hay una disminución de un 4,97 % de arroz paddy nacional demandado.

El valor de la elasticidad de oferta nacional de 0,53 indica que ante un aumento de 1 % el precio de arroz paddy mayorista en el mercado nacional hay un aumento de un 0,53 % de volumen nacional de arroz paddy producido.

Durante el proceso de control tras sucesivas estimaciones se obtuvo un valor de esta elasticidad de 1,18, lo que indica que existe una variación menor en torno a la elasticidad unitaria y a un valor débilmente inelástico.

El valor del parámetro de concentración λ se estimó en 0,11. Lo que indica que hay aproximadamente diez empresas que ejercen poder de oligopsonio en el mercado nacional del arroz, asumiendo que son idénticas en costo y en volumen de producción.

El valor del poder de oligopsonio de corto plazo fue de 20,0%. Este valor indica el porcentaje en que se ve disminuido el precio pagado a productor de arroz nacional por efecto del poder oligopsónico.

La inclusión de una de las variables rezagadas endógenas en la ecuación de oferta no significó un mayor aporte para el modelo indicando que es probable que el agente no esté asumiendo un tipo de estrategia de tipo adaptativas. No se pudo estimar el efecto de largo plazo debido al signo obtenido para este parámetro estimado.

El autor Gago (1991) realizó una estimación del poder de oligopsonio en el mercado nacional del arroz para el periodo 1973-1987, encontrando que el precio pagado a la

producción de arroz paddy nacional fue de 34,4 % inferior a lo que se habría pagado en competencia perfecta. Lo que indica que durante ese periodo, de auge comercial hacia el comercio exterior, se vio un impacto más fuerte que el actual en relación con el poder ejercido por la industria molinera.

Esto tiene justificación por el abandono de políticas de fomento productivo a la agricultura tradicional y de pequeños agricultores, desmejorando su capacidad productiva y negociadora. Mientras que la molinería aumentó el volumen demandado de arroz importado y disminuyó el uso de sus instalaciones en labores de molienda.

Actualmente, el sector arrocero se está fortaleciendo por medio de, fomento a mejorar la capacidad negociadora y entregando parte de su producción al poder comprador CO-TRISA que hace segundo negociador con arroz de guarda para lograr un mejor precio de compra. Esto se puede explicar en parte en relación con el menor poder de oligopsonio durante el periodo analizado 1960 -2007.

Nota sobre las implementaciones.

El despeje de los parámetros estructurales y reducidos, se hizo con el programa Mathematica 7.

Para la solución del sistema ecuaciones y todas las pruebas de inferencia, se empleó el programa Gretl versión 1.8. Para las gráficas, se empleo el programa GNU R versión 2.10. Cada uno de estos programas permite exportar los resultados de las regresiones y de las pruebas estadísticas en formato $\text{\LaTeX 2}_{\epsilon}$, lo que permitió incorporarlos fácilmente al documento de la memoria haciendo ciertas modificaciones sobre esos archivos.

La tesis fue escrita en lenguaje $\text{\LaTeX 2}_{\epsilon}$ usando diferentes herramientas libres como, el entorno Kile versión 2.0, el editor Vi versión 7.2., sobre el sistema Debian Linux 5. El documento se compiló y editó como archivo dvi¹ (*device independent document*), el que se transformó en un archivo ps (*postscript*) y paralelamente se compiló a un archivo pdf (*portable document format*). Todas las letras y símbolos de este documento

¹Todos los cuadros fueron redimensionados aplicando una regla de escalas usando el comando `resizebox*` el cual no es independiente del dispositivo, por ende, no es reconocido en un archivo dvi.

tienen fuentes escalables del tipo 1. Esto garantiza que el documento se pueda desplegar correctamente en cualquier computador y ser impreso sin errores en cualquier tipo de impresora.

4.2. Propuestas para mejorar el mercado del arroz.

Se recomienda que haya un aumento de la producción nacional de este alimento, tanto para aumentar el uso de tecnología como para aumentar las superficies sembradas. Considerando la experiencia acumulada durante más de 80 años de producción nacional, se debe lograr que este cultivo vuelva a abastecer la demanda interna o por lo menos lograr que aumente la producción de manera considerable.

Esto se debe alcanzar mediante un mayor fomento al sistema productivo nacional que sea de naturaleza interactiva, es decir, que considere como esencial el tipo de cambio, puesto que favorece a aquellos productos que sí se cotizan en el exterior, pero que signifique un beneficio tanto para el desarrollo tecnológico de este cultivo como para el consumo interno que es una necesidad básica de la población.

Debido a que la exportación de arroz nacional es prácticamente nula en el mercado internacional y que su precio no se cotiza en relación con los precios del mercado mundial, es necesario estabilizar el precio del mercado interno con el de la producción de los países vecinos y lograr acuerdos que signifiquen ventajas y buena reasignación de recursos para los mismos.

Esto se puede lograr por medio de instrumentos de desarrollo del sector público y mejores políticas productivas, tales como, mayor capacidad de poder de compra del estado, mayor afianzamiento entre gremios de productores arroceros y un mejor control del proceso productivo e industrial del arroz por parte de instituciones de apoyo.

Además de las medidas que ya se están tomando en dirección de integrar de manera transparente las importaciones desde Argentina, asociar a los productores y crear pequeños poderes de compra, es necesario potenciar el sector arrocero, haciendo un nuevo estudio sobre los costos de la molinería, y fortaleciendo el sector productivo con tecnología, pues estos dos segmentos deben funcionar de manera óptima y lograr una mejor

reasignación de recursos.

Son necesarios instrumentos públicos que den verdadero soporte a la producción nacional y a la elaboración de sus materias primas para asegurar que los niveles productivos se mantengan estables y, por otro lado, permitir que exista comercialización con vecinos regionales, lo que haría menos vulnerables el precio del mercado interno frente a variaciones de los mercados internacionales.

El arroz es un bien de consumo básico para la alimentación de la mayor cantidad de personas con ingresos medios a bajos, pero no sólo eso, el consumo per cápita nacional debe aumentar para garantizar una mejor alimentación y salud de la población, motivo por el cual debe ser parte de una agenda de producción nacional más comprometida.

El gran apoyo a la producción de arroz en el país, mediante implementación de nuevas tecnologías, creación de nuevas especies, todo lo cual aumenta la productividad de las explotaciones, no se ha apoyado con medidas de apoyo a la comercialización.

El agua como principal elemento condicionante para el proceso productivo está sujeto a las imposiciones de un mercado privatizado y será en el largo plazo un factor que determinará que la producción nacional mejore, siempre y cuando exista una política adecuada que incentive sólidamente la producción.

5. Conclusiones.

Los resultados de la presente memoria permiten concluir que:

1. La estimación del poder de oligopsonio resultó ser coherente con el modelo planteado y con la problemática real que se ha deseado explicar, no obstante, no es una solución única y se puede lograr mediante otros métodos de mayor o menor sofisticación y que dependerán de las herramientas de que disponga el investigador.
2. En el modelo se tomó el supuesto de que oferta y demanda están sujetas a determinación conjunta. El sistema de ecuaciones entrega una estimación de los parámetros de concentración que es consistente e insesgada y que cumple con los supuestos del modelo clásico de regresión lineal.
3. Los datos empleados en el modelo revelaron características tales como, ser puntos de equilibrio definidos en el mercado mayorista y que sobre una estimación como la realizada no mostraron un esquema de expectativas adaptivas.
4. La oferta de arroz nacional es sensible al precio de mercado del arroz paddy. La elasticidad de 0,53 implica que ante un aumento de un 1 % del precio de mercado habrá un aumento en un 0,53 % en la cantidad ofertada nacional.
5. En relación con la demanda industrial, cuya elasticidad se estimó en -4,97, se concluye que hay una alta sensibilidad del precio de demanda del arroz nacional frente a un aumento de la cantidad demandada lo que explica la fuerte tendencia de la industria por sustituir con arroz importado.
6. El parámetro de concentración estimado en 0,11 indica que el mercado está concentrado en aproximadamente cuatro empresas, y el precio que perciben los productores es menor en un 20,0 % respecto del precio que deberían percibir en competencia perfecta lo que implica cuantiosas pérdidas para la producción nacional.
7. El valor del poder de oligopsonio para el periodo 1960-2007 de 20,0 % es un resultado promedio para estos 48 años analizados y se considera muy significativo

y el cual puede representar un promedio de distintas fases de la economía nacional en las cuales, su valor puede haberse visto aumentado como disminuido.

8. La industria ha sido protagonista frente a la demanda interna por este alimento supliendo el diferencial con arroz importado, de calidad no siempre similar al arroz nacional, pero garantizando el consumo en el tiempo.
9. Las importaciones de arroz, como todo producto agropecuario, dependen de las políticas de tipo cambiario, pero este mecanismo no ha sido diseñado para favorecer a este sector de la agricultura, por ende, es insuficiente como medida de regulación. Frente a inestabilidades del mercado internacional, el tipo de cambio no protege al precio nacional del arroz paddy, ya que la demanda de la molinería por arroz importado ha aumentado en los últimos años. Esto se reflejó en el alto valor de la elasticidad demanda-precio (en valor absoluto).
10. La concentración de mercado conformada por poderes de compra de materia prima como el arroz paddy en un mercado agropecuario, es un efecto difícil de regular, debido a la naturaleza productiva del arroz por un lado y a las características que definen el proceso de maximización del o los agentes involucrados.
11. Por ser el chileno un mercado abierto, está sujeto a la naturaleza productiva del principal exportador, Argentina, lo que indica que el agente molinero nacional incluye en su proceso de maximización el precio de importación CIF, el que a su vez, está relacionado con el nivel de producción de dicho país.

Bibliografía

- Aldunate, P., Pérez, R., Poblete, R. y Sánchez, F. (1983). *Situación del sector arrocero y alternativas de industrialización*, págs. 1–26. Fundación Chile.
- Alvarado, R. y Hernaiz, S. (2007). *Arroz manejo tecnológico*, págs. 23–37, 157–171. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Appelbaum, E. (1979). Testing price-taking behavior. *Journal of Econometrics*, 9:283–294.
- Banco Central (1960-1977). *Anuarios de Comercio Exterior*. Banco Central de Chile.
- Banco Central (2001-2009). *Boletín Mensual de Comercio Exterior*. Banco Central de Chile.
- Bresnahan, T. (1982). The oligopoly solution concept is identified. *Economics Letters*, 10:87–92.
- Buschena, D.E. and Perloff, J.M. (1991). The creation of dominant firm market power in the coconut oil export market. *American Journal of Agricultural Economics*, 73:1000–1008.
- Carlton, D. and Perloff, J.M. (1992). *Modern Industrial Organization*, capítulo Monopolies, Monopsonies, and Dominant Firms. McGraw-Hill.
- Carter, C.A. and MacLaren, D. (1997). Price or quantity competition? oligopolistic structures in international commodity markets. *Review of International Economics*, 5:373–385.
- Corts, K. (1999). Conduct parameter and the measurement of market power. *Journal of Econometrics*, 88:227–250.
- Danty, J. y Muñoz, M. (2008). *El mercado del arroz*, págs. 1–7. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Ministerio de Agricultura de Chile.
- Deodhar, S.Y. and Sheldon, I.M. (1995). Is foreign trade (im)perfectly competitive?: An analysis of the german market for banana imports. *Journal of Agricultural Economics*, 46:336–348.

- Deodhar, S.Y. and Sheldon, I.M. (1996). Estimation of imperfect competition in food marketing: A dynamic analysis of the German banana market. *Journal of Food Distribution Research*, 27:1–10.
- Dutoit, L., Hernandez, K. y Urrutia, C. (2009). *Transmisión de precios para los mercados del maíz y arroz en América Latina*, págs. 8–57. Comisión Económica para América Latina y El Caribe. Naciones Unidas.
- Ewertz, R. (1998). *I Symposium Internacional Cyanamid Arroz*, capítulo Producción, Industrialización y Comercialización del arroz en Chile, págs. 6–10. Cyanamid. Santiago. Chile.
- Farías, C. (1993). *Pequeña agricultura, competitividad e integración comercial*, págs. 45–66. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Ministerio de Agricultura de Chile.
- Fundación Chile (2003a). *Diseño, reglamentación y factibilidad económica para una bolsa agropecuaria en Chile*, págs. 126–137. Fundación Chile.
- Fundación Chile (2003b). *Sector arrocero nacional*. Fundación Chile.
- Gago, J. (1991). *Estudio del mercado nacional del arroz*. Tesis Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.
- Greene, W. (2003). *Econometric Analysis*, capítulo Simultaneous-equations models, págs. 378–424. Prentice Hall. 5a Edición.
- Gujarati, D. (2003). *Econometría*, capítulo Métodos de ecuaciones simultáneas, págs. 735–764. McGraw-Hill. 4a Edición.
- Heckman, J. and Navarro-Lozano, S. (2004). Using matching, instrumental variables, and control functions to estimate economic choice models. *Review of Economics and Statistics*, 86:30–57.
- INE (2009). *Sitio web*. Instituto Nacional de Estadísticas. URL www.ine.cl. Consultado en Julio 2009.
- Instituto de Costos de Chile (1971). *Estudio de costos de la molinería*, págs. 1–16. Instituto de Costos. Ministerio de Economía de Chile.

- Julio, R. (2006). Tucapel S.A. Consulta vía correo electrónico. Realizada en Mayo de 2006.
- Just, R.E. and Chern, W.S. (1980). Tomatoes, technology and oligopsony. *The Bell Journal of Economics*, 11(2):584–602.
- Karp, L.S. and Perloff, J.M. (1989). Dynamic oligopoly in the rice export market. *The Review of Economics and Statistics*, 71:462–470.
- Karp, L.S. and Perloff, J.M. (1993). A dynamic model of oligopoly in the coffee export market. *American Journal of Agricultural Economics*, 75:448–457.
- Karp, L.S. and Perloff, J.M. (1994). Can monopsony power be estimated? *American Journal of Agricultural Economics*, 76:1151–1155.
- Karp, L.S. and Perloff, J.M. (1995). Can market power be estimated? *Journal of Applied Econometrics*, 10:465–485.
- Kay, C. (2002). Chile's neoliberal agrarian transformation and the peasantry. *Journal of Agrarian Change*, 2:464–501.
- Marchant, R., Ortega, J. y Foster, W. (2003). *Modelo de duopsonio en el mercado de maíz de grano (Zea mays L.)*. VIII Congreso de Economía Agraria. Sociedad de Economistas Agrarios de Chile. Santiago. Chile.
- Mariño, A. (2010). INDAP. Comunicado radial. Radio Universal, Región de la Araucanía. Emitido en Febrero de 2010.
- Ministerio de Agricultura de Chile (1958). *La agricultura chilena en el quinquenio 1951-1955*. Departamento de Economía Agraria, Ministerio de Agricultura de Chile.
- ODEPA (1968). *Precios de productos agropecuarios e índices de precios*, págs. 32, 54, 68, 97. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Ministerio de Agricultura de Chile.
- ODEPA (1975). *Chile: Estadísticas agropecuarias 1965-1974*. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Ministerio de Agricultura de Chile.
- ODEPA (1988). *Chile: Estadísticas agropecuarias 1975-1987*. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Ministerio de Agricultura de Chile.

- ODEPA (2009). *Sitio web*. Oficina de Estudios Políticas Agrarias. Ministerio de Agricultura de Chile. URL www.odepa.gob.cl. Consultado en Julio 2009.
- Perloff, J., Karp, L. y Golan, A. (2007). *Estimating Market Power and Strategies*, págs. 43–73. Cambridge University Press.
- Portilla, B. (2000). *La política agrícola en Chile: Lecciones de tres décadas*, págs. 7–76. Comisión Económica para América Latina y El Caribe. Naciones Unidas.
- Reiss, P.C. and Wolak, F.A. (2005). *Handbook of Econometrics*, tomo 6, capítulo Structural econometric modeling: Rationales and examples from industrial organization, págs. 4277–4415. Amsterdam: North-Holland.
- Servicio Nacional de Aduanas (2009). *Sitio web*. URL www.aduana.cl. Consultado en Julio 2009.
- Sheldon, I. and Sperling, R. (2001). *Estimating the extent of imperfect competition in the food industry: What have we learned?* Ohio State University.
- Tarjizán, J. y Paredes, E. (2003). *Organización industrial para la estrategia empresarial*, págs. 3–26. McGraw-Hill.
- Theil, H. (1971). *Principles of Econometrics*, págs. 429–539. Wiley.
- Tirole, J. (1994). *The Theory of Industrial Organization*, págs. 15–50. MIT Press.
- Valdés, A. (1973). Trade policy and its effect on the external agricultural trade of Chile 1945-1965. *American Journal of Agricultural Economics*, 55:154–164.
- Vega, A. (2009). INIA. Consulta vía telefónica. Realizada en Agosto de 2009.
- Wooldridge, J. (2002). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, págs. 48–245. MIT Press.

Anexo I.

Infomación estadística empleada en el modelo.

Se colectó datos estadísticos de diversas fuentes. El Servicio Nacional de Aduanas tiene registros históricos de las importaciones de arroz. El arroz es importado en diferentes grados de elaboración y se conocen tanto las cantidades como los precios CIF, así como los países de origen. Los arroces importados en mayor volumen son los de tipo elaborado y partido, lo que indica otra evidencia en favor de sacar máximo provecho al bajo costo del arroz de importación frente al nacional. Así, los arroces estipulados según norma en el país incluyen un porcentaje máximo de granos partido, lo que explica el gran volumen que se importa de este tipo de arroz.

Los principales países desde los que se importa arroz, son Argentina, Uruguay, Tailandia y E.E.U.U. Esta información ha sido consultada en los Anuarios de Comercio Exterior del Banco Central. La misma información, se encuentra disponible a nivel mensual, lo que permite conocer la dinámica de los niveles transados dentro de la temporada agrícola, información que tampoco es conocida en relación con las compras nacionales de arroz paddy mes a mes. Los datos restantes se colectaron de fuentes como ODEPA, Banco Central, INE y FAOSTAT.

Cuadro 20: Descripción de la muestra de datos.

| | Media | Mediana | Mínimo | Máximo | Desv. Típica | C.V. | Asimetría | Exc. De curtosis |
|-------|----------|----------|----------|----------|--------------|----------|-----------|------------------|
| pxr | 2,45E+05 | 2,15E+05 | 9,96E+04 | 5,28E+05 | 9,77E+04 | 3,99E-01 | 6,87E-01 | -1,10E-01 |
| x | 1,12E+05 | 1,13E+05 | 3,44E+04 | 1,85E+05 | 3,57E+04 | 3,18E-01 | -9,69E-02 | -5,17E-01 |
| pyr | 7,18E+05 | 6,12E+05 | 1,18E+05 | 2,97E+06 | 4,73E+05 | 6,59E-01 | 3,00E+00 | 1,04E+01 |
| pcif | 7,14E+04 | 6,25E+04 | 2,77E+04 | 2,22E+05 | 3,59E+04 | 5,03E-01 | 1,73E+00 | 4,72E+00 |
| sup | 3,03E+04 | 3,04E+04 | 1,38E+04 | 4,71E+04 | 7,05E+03 | 2,33E-01 | -1,47E-01 | 1,48E-01 |
| pib | 3,05E+13 | 1,91E+13 | 9,99E+12 | 7,78E+13 | 2,05E+13 | 6,72E-01 | 8,99E-01 | -6,11E-01 |
| supmz | 9,95E+04 | 9,91E+04 | 5,84E+04 | 1,38E+05 | 1,88E+04 | 1,89E-01 | 2,10E-01 | -6,89E-01 |
| pmz | 2,30E+05 | 1,79E+05 | 9,32E+04 | 1,28E+06 | 1,76E+05 | 7,63E-01 | 4,60E+00 | 2,50E+01 |
| volim | 3,86E+04 | 2,24E+04 | 6,91E+02 | 1,38E+05 | 3,63E+04 | 9,40E-01 | 9,69E-01 | -1,98E-01 |
| wheat | 5,96E+01 | 5,90E+01 | 5,14E+01 | 6,83E+01 | 4,22E+00 | 7,07E-02 | 3,46E-01 | -5,54E-01 |
| thair | 3,49E+02 | 2,24E+02 | 1,35E+02 | 8,12E+02 | 2,21E+02 | 6,33E-01 | 7,09E-01 | -1,10E+00 |

Fuente: elaboración propia con GNU R 2.10.

Cuadro 21: Información de la muestra de datos.

| Serie | Información | Fuente |
|-------|---|-------------|
| pxr | Precio del arroz Paddy Nacional (\$/Ton) | Odepa |
| x | Volumen del arroz Paddy Nacional (Ton) | INE |
| pyr | Precio del arroz elaborado Nacional (\$/Ton) | INE |
| pcif | Precio CIF Internacional del arroz (U\$/Ton) | Bco Central |
| sup | Superficie sembrada con arroz (Há) | INE |
| pib | Producto Interno Bruto (\$) | INE |
| supmz | Superficie Maíz Nacional (Há) | INE |
| pmz | Precio Maíz Nacional (\$/Ton) | Odepa |
| thair | Precio arroz 5 % grano partido Tailandia real (U\$/Ton) | USDA |
| wheat | Precio trigo red winter FOB Golfo México real (U\$/Ton) | USDA |
| volim | Volumen arroz importado (Ton) | Bco Central |

Fuente: elaboración propia.

Anexo II.

Descripción de las fuentes de datos.

Todos los datos fueron colectados para el periodo comprendido entre 1960 a 2007. Corresponden a promedios anuales y a promedios de las temporadas de comercialización cuando se explicita.

1. Precio arroz elaborado a consumidor (pyr).

Serie obtenida de los boletines de precios a consumidor del INE. Expresada en moneda real, deflactada por IPC a Mayo de 2009 (en \$/Ton). El promedio anual empleado consiste en el promedio de los precios mensuales observados de cada mes.

2. Precio arroz paddy a mayorista (pxr).

Serie obtenida de ODEPA (1968, 1975, 1988); Danty y Muñoz (2008) y de ODEPA (2009). Expresada en moneda real, deflactada por IPM a Mayo de 2009 (en \$/Ton). El promedio empleado consiste en el promedio de los precios mensuales de la temporada de comercialización, Abril–Julio.

3. Precio arroz de importación CIF (pcif).

Esta serie se obtuvo de Banco Central (1960-1977, 2001-2009), los que a su vez

Cuadro 22: Base de datos del modelo.

| año | Precio arroz Nacional Paddy (\$/Ton) | Volumen Nacional Paddy (Ton) | Precio arroz Nacional Elaborado (\$/Ton) | Precio CIF Arroz Importado (U\$/Ton) | Superficie Nacional Paddy (Há) | Producto Interno Bruto Nacional en moneda real (\$) | Superficie Nacional Maíz (Há) | Precio Nacional Maíz (\$/Ton) |
|------|---|---------------------------------------|---|---|---|--|--|--|
| 1960 | 329.087,50 | 107.120,00 | 385.074,05 | 96.921,53 | 38.790,00 | 9.991.207.876.688,16 | 82.600,00 | 289.246,17 |
| 1961 | 350.487,40 | 104.720,00 | 451.628,39 | 90.668,69 | 38.490,00 | 10.469.034.322.869,90 | 83.330,00 | 344.192,92 |
| 1962 | 340.425,56 | 78.480,00 | 473.644,14 | 91.688,71 | 27.690,00 | 10.965.123.693.123,40 | 84.560,00 | 315.912,26 |
| 1963 | 246.068,24 | 79.270,00 | 718.213,77 | 87.763,75 | 30.850,00 | 11.658.794.405.673,80 | 84.350,00 | 279.969,60 |
| 1964 | 288.889,57 | 80.440,00 | 830.093,33 | 81.936,28 | 30.550,00 | 11.918.213.368.073,30 | 88.160,00 | 354.604,79 |
| 1965 | 273.600,06 | 80.386,00 | 1.178.299,02 | 84.060,93 | 27.463,00 | 12.014.547.622.533,80 | 87.644,00 | 321.877,01 |
| 1966 | 388.870,65 | 76.700,00 | 1.436.660,04 | 81.959,44 | 36.884,00 | 13.354.309.324.395,00 | 80.700,00 | 353.854,51 |
| 1967 | 357.096,71 | 84.150,00 | 1.699.399,75 | 93.146,82 | 33.000,00 | 13.787.866.869.829,70 | 92.200,00 | 344.755,86 |
| 1968 | 361.877,11 | 93.488,00 | 2.096.330,65 | 105.008,60 | 32.480,00 | 14.281.499.823.395,20 | 88.610,00 | 309.453,05 |
| 1969 | 365.704,64 | 36.719,00 | 2.968.993,95 | 104.006,88 | 16.190,00 | 14.812.886.833.448,20 | 58.440,00 | 354.067,07 |
| 1970 | 345.273,04 | 76.234,00 | 260.611,93 | 97.343,70 | 25.220,00 | 15.117.482.502.762,10 | 73.860,00 | 318.455,37 |
| 1971 | 371.438,99 | 67.073,00 | 190.581,53 | 67.214,22 | 27.260,00 | 16.471.288.500.035,20 | 77.000,00 | 357.033,96 |
| 1972 | 332.749,16 | 86.085,00 | 118.443,54 | 69.352,79 | 25.700,00 | 16.271.464.342.501,40 | 84.480,00 | 350.099,06 |
| 1973 | 528.103,78 | 54.953,00 | 229.102,23 | 73.356,11 | 18.540,00 | 15.365.954.390.791,10 | 86.390,00 | 1.283.388,15 |
| 1974 | 339.233,84 | 34.350,00 | 491.209,58 | 101.205,11 | 13.770,00 | 15.515.697.178.290,00 | 107.390,00 | 253.260,54 |
| 1975 | 451.304,84 | 76.380,00 | 480.087,07 | 221.838,74 | 22.880,00 | 13.512.577.212.810,30 | 91.550,00 | 221.663,05 |
| 1976 | 343.254,92 | 97.640,00 | 532.412,03 | 147.955,69 | 28.590,00 | 13.987.981.151.534,40 | 109.429,00 | 229.321,65 |
| 1977 | 294.674,62 | 120.010,00 | 488.661,03 | 77.461,08 | 35.460,00 | 15.367.011.077.169,90 | 115.490,00 | 195.327,64 |
| 1978 | 301.420,53 | 104.790,00 | 722.999,19 | 91.564,59 | 32.640,00 | 16.629.778.961.162,60 | 93.810,00 | 222.591,15 |
| 1979 | 236.022,66 | 181.170,00 | 626.536,32 | 134.250,63 | 47.070,00 | 18.007.000.536.912,80 | 130.340,00 | 184.814,46 |
| 1980 | 189.052,97 | 95.441,00 | 610.751,12 | 108.855,78 | 40.840,00 | 19.437.639.990.764,90 | 116.190,00 | 175.989,38 |
| 1981 | 228.554,73 | 99.735,00 | 711.532,79 | 100.984,07 | 31.400,00 | 20.645.145.227.723,00 | 125.530,00 | 164.119,91 |
| 1982 | 208.329,66 | 131.181,00 | 555.619,77 | 74.554,72 | 36.960,00 | 17.839.891.844.636,20 | 107.130,00 | 162.799,02 |
| 1983 | 154.704,83 | 115.555,00 | 538.144,76 | 57.555,78 | 30.430,00 | 17.340.011.636.029,10 | 117.950,00 | 182.897,33 |
| 1984 | 203.512,85 | 165.011,00 | 570.999,51 | 65.226,12 | 39.880,00 | 18.360.565.513.706,60 | 138.370,00 | 185.568,67 |
| 1985 | 169.823,41 | 156.649,00 | 531.587,43 | 58.891,00 | 38.520,00 | 18.721.952.896.043,10 | 130.520,00 | 162.245,63 |
| 1986 | 213.187,56 | 126.667,00 | 608.734,49 | 43.751,22 | 32.020,00 | 23.069.463.078.809,80 | 104.740,00 | 153.142,67 |
| 1987 | 192.944,55 | 147.033,00 | 608.438,17 | 36.281,69 | 37.270,00 | 24.590.725.267.056,50 | 86.680,00 | 141.552,42 |
| 1988 | 222.191,42 | 162.251,00 | 598.820,64 | 54.713,17 | 38.900,00 | 26.388.624.620.062,50 | 90.310,00 | 187.534,54 |
| 1989 | 141.870,25 | 185.186,00 | 592.300,91 | 55.763,23 | 42.990,00 | 29.175.325.031.488,50 | 124.650,00 | 172.134,46 |
| 1990 | 202.349,68 | 136.012,00 | 627.812,27 | 57.716,20 | 32.590,00 | 30.254.105.665.158,70 | 101.130,00 | 174.691,93 |
| 1991 | 253.162,90 | 117.115,00 | 797.943,87 | 59.687,59 | 29.750,00 | 32.665.327.803.744,80 | 99.590,00 | 161.406,18 |
| 1992 | 182.063,09 | 133.531,00 | 710.677,22 | 58.488,80 | 31.760,00 | 36.675.984.425.141,50 | 107.330,00 | 147.721,10 |
| 1993 | 161.776,31 | 130.629,30 | 613.594,92 | 43.289,29 | 29.080,00 | 39.238.265.539.318,60 | 105.960,00 | 142.806,03 |
| 1994 | 216.375,60 | 133.080,00 | 724.161,58 | 50.927,79 | 30.360,00 | 41.478.032.468.305,40 | 104.860,00 | 166.286,96 |
| 1995 | 178.848,19 | 145.899,00 | 678.288,65 | 45.642,02 | 33.930,00 | 45.886.142.398.653,50 | 103.541,00 | 143.961,16 |
| 1996 | 181.522,47 | 152.795,40 | 663.612,99 | 49.865,36 | 32.030,00 | 49.287.911.431.292,60 | 86.628,00 | 187.240,17 |
| 1997 | 196.857,40 | 107.441,60 | 692.191,19 | 46.869,80 | 24.095,00 | 52.931.244.728.672,90 | 86.521,60 | 138.366,98 |
| 1998 | 181.924,50 | 104.344,50 | 706.287,20 | 49.807,97 | 26.702,00 | 55.008.505.436.939,20 | 100.342,00 | 137.782,37 |
| 1999 | 202.035,73 | 61.000,20 | 789.721,89 | 39.507,05 | 14.696,00 | 54.379.388.402.976,90 | 73.284,00 | 137.428,71 |
| 2000 | 154.432,14 | 135.060,00 | 747.774,43 | 34.302,62 | 25.768,00 | 57.305.132.087.367,10 | 69.275,00 | 122.279,23 |
| 2001 | 136.915,43 | 143.260,90 | 719.513,13 | 30.421,73 | 28.550,00 | 59.749.890.307.868,10 | 82.550,00 | 117.450,41 |
| 2002 | 131.225,71 | 141.926,80 | 701.921,71 | 30.681,06 | 27.980,00 | 61.054.894.878.063,20 | 87.270,00 | 128.058,08 |
| 2003 | 129.884,39 | 140.849,10 | 660.890,06 | 27.685,12 | 28.230,00 | 63.491.896.483.123,40 | 109.600,00 | 128.162,79 |
| 2004 | 124.213,46 | 119.265,00 | 575.548,48 | 36.592,02 | 24.900,00 | 67.327.497.763.217,70 | 119.320,00 | 132.971,05 |
| 2005 | 137.342,79 | 116.831,90 | 589.215,39 | 37.353,52 | 25.030,00 | 71.070.537.853.167,50 | 134.280,00 | 100.575,22 |
| 2006 | 99.604,31 | 160.314,60 | 587.656,43 | 35.386,60 | 27.980,00 | 74.332.639.044.502,00 | 123.560,00 | 93.249,28 |
| 2007 | 110.450,46 | 110.280,40 | 561.196,04 | 39.848,67 | 21.765,00 | 77.811.672.845.729,10 | 125.589,00 | 127.048,29 |

Fuente: elaboración propia. Ver descripción a continuación.

Precios maíz y arroz deflactados por IPM a Mayo 2009 base 100.

Precio CIF arroz deflactado por WPI a Mayo 2009 base 100.

PIB Nacional deflactado por IPC a Mayo 2009 base 100.

Cuadro 23: Base de datos del modelo suplementaria.

| año | Precio Trigo FOB Red Winter (US\$/Ton) | Precio Arroz 5 % Tailandia (US\$/Ton) | Superficie Trigo Nacional (Há) | Precio Mayorista Trigo Nacional (\$/Ton) | Volumen Arroz Importado (Ton) |
|------|--|---|--------------------------------------|--|-------------------------------------|
| 1960 | 68,34 | 651,80 | 834.952,00 | 306.838,53 | 15.760,98 |
| 1961 | 65,77 | 646,86 | 769.074,63 | 308.017,81 | 9.235,37 |
| 1962 | 67,24 | 644,76 | 769.642,86 | 322.486,68 | 6.284,60 |
| 1963 | 62,46 | 718,33 | 752.059,60 | 307.658,98 | 12.207,24 |
| 1964 | 61,36 | 812,09 | 747.664,52 | 297.445,80 | 22.234,39 |
| 1965 | 61,73 | 783,11 | 729.303,46 | 340.437,29 | 10.708,08 |
| 1966 | 62,10 | 691,64 | 778.271,68 | 356.219,59 | 39.726,68 |
| 1967 | 64,67 | 683,22 | 720.628,74 | 341.744,16 | 10.180,91 |
| 1968 | 63,93 | 654,70 | 698.786,21 | 332.939,35 | 13.908,27 |
| 1969 | 65,04 | 622,71 | 744.911,66 | 337.910,49 | 2.892,33 |
| 1970 | 64,67 | 614,74 | 738.367,23 | 554.713,10 | 33.679,59 |
| 1971 | 67,24 | 617,80 | 727.645,74 | 575.907,10 | 19.794,31 |
| 1972 | 66,87 | 595,15 | 711.389,88 | 530.798,86 | 15.771,98 |
| 1973 | 67,24 | 541,96 | 533.345,71 | 365.523,97 | 6.461,10 |
| 1974 | 53,65 | 473,79 | 590.596,23 | 604.078,73 | 67.999,70 |
| 1975 | 51,44 | 426,93 | 687.034,25 | 358.577,92 | 22.472,00 |
| 1976 | 51,81 | 408,82 | 574.490,00 | 300.594,71 | 5.038,00 |
| 1977 | 55,48 | 383,96 | 628.632,99 | 299.785,43 | 31.350,26 |
| 1978 | 56,22 | 356,19 | 579.564,29 | 263.454,30 | 11.252,56 |
| 1979 | 57,32 | 320,74 | 559.183,71 | 229.246,44 | 9.000,00 |
| 1980 | 56,59 | 278,74 | 545.881,92 | 209.247,72 | 25.783,69 |
| 1981 | 57,32 | 230,19 | 431.560,38 | 210.138,39 | 19.709,22 |
| 1982 | 58,42 | 226,39 | 373.822,99 | 192.132,08 | 21.612,55 |
| 1983 | 59,89 | 224,44 | 359.476,07 | 230.691,90 | 31.083,27 |
| 1984 | 60,63 | 216,56 | 470.610,95 | 249.895,00 | 1.359,02 |
| 1985 | 58,42 | 222,84 | 506.387,39 | 248.251,25 | 691,14 |
| 1986 | 54,38 | 224,20 | 549.259,80 | 262.655,41 | 9.127,16 |
| 1987 | 55,12 | 221,31 | 676.576,53 | 219.655,69 | 5.270,52 |
| 1988 | 56,95 | 211,20 | 576.145,85 | 214.449,13 | 6.309,67 |
| 1989 | 57,69 | 199,39 | 539.915,90 | 228.899,48 | 1.424,28 |
| 1990 | 59,16 | 184,35 | 582.445,42 | 193.509,67 | 33.730,67 |
| 1991 | 59,52 | 179,00 | 465.887,71 | 205.160,72 | 79.118,12 |
| 1992 | 60,26 | 168,55 | 460.528,96 | 203.200,86 | 20.519,38 |
| 1993 | 59,89 | 166,47 | 394.727,07 | 193.056,38 | 39.204,50 |
| 1994 | 60,99 | 164,07 | 361.136,99 | 207.017,50 | 47.070,12 |
| 1995 | 61,73 | 160,98 | 389.820,00 | 187.746,32 | 52.131,60 |
| 1996 | 60,99 | 153,00 | 368.513,00 | 224.181,56 | 51.307,20 |
| 1997 | 57,69 | 153,66 | 417.136,02 | 184.834,54 | 90.387,93 |
| 1998 | 55,48 | 156,32 | 384.027,49 | 181.765,69 | 71.286,13 |
| 1999 | 54,75 | 152,26 | 338.987,42 | 201.413,31 | 108.114,70 |
| 2000 | 55,12 | 156,61 | 391.787,38 | 176.415,74 | 68.023,52 |
| 2001 | 56,59 | 162,10 | 413.989,88 | 164.970,48 | 91.352,70 |
| 2002 | 56,95 | 162,99 | 426.320,12 | 168.858,60 | 76.665,88 |
| 2003 | 57,69 | 156,79 | 361.358,80 | 178.774,60 | 137.550,33 |
| 2004 | 58,05 | 149,01 | 420.492,78 | 163.928,65 | 89.514,60 |
| 2005 | 58,79 | 143,18 | 419.941,04 | 134.644,86 | 93.226,01 |
| 2006 | 59,16 | 134,81 | 314.728,48 | 138.833,64 | 103.086,88 |
| 2007 | 58,05 | 137,94 | 231.827,10 | 157.112,37 | 112.314,63 |

Fuente: elaboración propia. Ver descripción a continuación.

*Precios arroz Tailandia (no es FOB) deflactado por WPI a Mayo 2009 base 100.**Precio trigo nacional deflactado por IPM a Mayo 2009 base 100.*

se elaboran con información del Servicio Nacional de Aduanas y Servicio Nacional de Aduanas (2009). El promedio anual empleado consiste en cociente entre la suma total de valor CIF en dólares nominales del año y el volumen total en toneladas importado en el año (en U\$/Ton). La serie fue deflactada usando el IPM (en inglés, *wholesale price index, WPI*) de EEUU a Mayo de 2009.

4. Volumen de arroz paddy nacional (x).
Corresponde al volumen total de arroz paddy producido a nivel nacional en el año (en Ton). Está expresado en toneladas métricas. Serie obtenida de INE (2009).
5. Volumen de arroz elaborado nacional ($y=x*0,67+volim$).
Esta serie corresponde al volumen total de arroz elaborado producido a nivel nacional más el volumen de arroz importado en el año (en Ton). Existe una relación estable, llamada coeficiente técnico, entre el volumen paddy y el volumen elaborado de 0,67, por efecto de la elaboración. Es decir, 67 % arroz elaborado por 100 % de arroz paddy. A este volumen se le sumó el volumen de importación total, puesto que en su mayoría proviene elaborado. Está expresado en toneladas métricas. Serie elaborada con las series x y volim.
6. Superficie sembrada de arroz paddy nacional (sup).
Corresponde a la superficie sembrada con arroz a nivel nacional en cada temporada (en Has). Está expresada en hectáreas. Serie obtenida de INE (2009).
7. Superficie sembrada de maíz nacional (supmz).
Corresponde a la superficie sembrada con maíz a nivel nacional en cada temporada (en Has). Está expresada en hectáreas. Serie obtenida de INE (2009).
8. Precio del Maíz Nacional (pmz).
Corresponde al precio promedio anual nacional mayorista de maíz, deflactado por IPM a Mayo del 2009 (en \$/Ton). Serie obtenida de ODEPA (1968, 1975, 1988); Danty y Muñoz (2008) y de ODEPA (2009).
9. Producto Interno Bruto (pib).
Corresponde al Producto Interno Bruto nacional anual expresado en pesos reales, deflactado por IPC a Mayo de 2009 (en \$). Serie obtenida de INE (2009).

10. Precio del Trigo Red Winter FOB (wheat).
Corresponde al Precio del Trigo Red Winter FOB puesto en el Golfo de México anual expresado en dólares reales por tonelada, deflactado por WPI a Mayo de 2009 (en U\$/Ton). Serie obtenida de USDA, enviada por correo electrónico en Septiembre de 2009.
11. Precio del Arroz 5 % Grano Partido Tailandia (thair).
Corresponde al precio del arroz 5 % grano partido Tailandia, no es FOB, anual expresado en dólares reales por tonelada, no deflactado, empleado directamente por estar expresado en moneda real (en U\$/Ton). Serie obtenida de USDA, enviada por correo electrónico en Septiembre de 2009.
12. Precio del Trigo Nacional a Mayorista (ptr).
Corresponde al precio del trigo nacional pagado a mayorista anual expresado en pesos reales por tonelada, deflactado por IPM a Mayo de 2009 (en \$/Ton). Serie obtenida de ODEPA (1968).
13. Superficie Sembrada del Trigo Nacional (ptr).
Corresponde al superficie sembrada del trigo nacional anual expresado en hectáreas (en has). Serie obtenida de ODEPA (1968).
14. Volumen de Arroz Importado (volim).
Corresponde al volumen de arroz importado anual expresado en toneladas (en Ton). Serie obtenida de Banco Central (1960-1977).