

N° 227

UN ANÁLISIS ECONÓMICO DEL CONSUMO
MUNDIAL DE CELULOSA

José Ignacio Sémbler - Patricio Meller - Joaquín Vial

DOCUMENTOS DE TRABAJO

Serie Economía

Un Análisis Econométrico del Consumo Mundial de Celulosa *

José Ignacio Sémbler[†]

Patricio Meller[‡]

Joaquín Vial[§]

RESUMEN

En este trabajo se especifica y estima un modelo econométrico para el consumo de celulosa a nivel mundial y desagregado según los principales países consumidores. El modelo utilizado corresponde a uno de demanda derivada para una firma productora de papel representativa que demandará celulosa como un insumo más para su producción. Esta demanda es posteriormente agregada a nivel de país para la estimación econométrica. Las elasticidades del consumo mundial son obtenidas mediante simulaciones del modelo agregado. Luego se estudia la capacidad del modelo para replicar los datos históricos, su respuesta ante *shocks* transitorios sobre ciertas variables relevantes y su comportamiento fuera del período de estimación.

Los resultados obtenidos son acordes con la evidencia empírica existente. La elasticidad precio del consumo a nivel mundial tiene un valor -0,20 en el corto plazo (CP) y -0,24 en el largo plazo (LP). El ingreso de los países resultó ser una de las variables que tiene gran influencia en el consumo de celulosa; la elasticidad ingreso encontrada fue 1,02 y 1,12 para el CP y LP respectivamente. En este estudio se incorporó también el efecto del precio del papel reciclado, obteniéndose una elasticidad precio cruzada de 0,22 en el CP y de 0,24 en el LP, lo que pone de manifiesto la sustitución entre estos productos. Para el precio de la energía se obtuvo una elasticidad de -0,01 tanto en el CP como en el LP. El hecho que no se registraran diferencias significativas entre las elasticidades de corto y largo plazo indicaría según el modelo planteado, que el consumo de celulosa no sufre mayores ajustes entre lo que es consumo corriente y el de largo plazo o de equilibrio. Los resultados indican además que si bien es innegable la importancia creciente en el consumo mundial de celulosa que han tenido países en vías de desarrollo como China, actualmente son los países industrializados los que tienen una mayor incidencia en el consumo mundial; luego, escenarios futuros para el consumo de este producto, al menos en el corto plazo, debiesen estar ligados con el comportamiento de estos países.

El estudio muestra además que el modelo agregado es capaz de replicar satisfactoriamente los datos históricos dentro de la muestra, así como también los datos fuera de la muestra. Finalmente una proyección a mediano plazo para el período 2003-2008 predice que el consumo de este producto debiese crecer a una tasa promedio anual del 2,3%, cifra acorde con las proyecciones que maneja la industria.

Palabras Claves:

Clasificación JEL:

* Este artículo es una versión resumida de la Tesis de Magíster en Economía Aplicada (CEA_DII, Universidad de Chile) de José Ignacio Sémbler.

[†] Ingeniero Civil Industrial y Magíster en Economía Aplicada, Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile. EMail: jsembler@ing.uchile.cl

[‡] Investigador del Centro de Economía Aplicada (CEA) del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile.

[§] Economista Jefe BBVA-Chile.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el mercado mundial de la celulosa, ha sido objeto de variadas y profundas transformaciones. Hasta hace unas décadas, esta industria se caracterizaba por un fuerte sesgo hacia el mercado nacional, como una industria abastecedora de insumos para la producción interna de papeles y cartones. El proceso de globalización, reflejada en la reducción de costos de transporte, disminución de las barreras comerciales y adopción de nuevas tecnologías, entre otras, ha desencadenado una serie de transformaciones en la industria y un aumento de la competitividad en el mercado internacional, lo que ha originado, entre otros aspectos, la aparición de nuevos agentes en el mercado tanto a nivel de productores como de consumidores. Por el lado de la demanda, se destaca la aparición de nuevos e importantes centros de consumo como es el caso de China.

La importancia de esta industria contrasta con la relativa falta de estudios de las características de este mercado. A nivel internacional el principal inconveniente de los estudios es que no se concentran en el mercado de la celulosa en particular, si no que se trata en forma más agregada, ya sea como “industria del papel” o “industria de productos forestales”. Dada esta realidad los modelos construidos no incorporan todas las particularidades de este mercado, pues se trata de modelos más generales que abarcan los distintos productos involucrados.

En virtud de lo anteriormente expuesto, resulta relevante realizar un análisis actualizado del consumo de celulosa. El objetivo principal de este trabajo es especificar y estimar empíricamente un modelo para el consumo de celulosa a nivel mundial y desagregado para el caso de los principales países consumidores de este producto, que permita identificar las características estructurales del consumo, en particular estimar las elasticidades elasticidad precio e ingreso. Estos resultados serán útiles para los agentes interesados en el mercado de la celulosa.

El artículo está organizado de la siguiente manera: en la primera sección se revisan una serie de antecedentes relacionados con el mercado mundial de la celulosa, y en particular, con el consumo de celulosa; el objetivo es la identificación de los aspectos relevantes para el modelamiento del consumo. La segunda sección presenta el modelo teórico del consumo de celulosa que corresponde a uno de demanda derivada para el caso de una firma representativa productora de papel que demandará celulosa como un insumo para su producción (demanda que posteriormente es agregada a nivel de país para su

estimación). La tercera sección presenta los resultados de las estimaciones econométricas del consumo de celulosa a nivel desagregado para los principales países consumidores y posteriormente a nivel agregado, es decir, para el consumo mundial mediante simulaciones del modelo agregado. La cuarta sección presenta un análisis de las propiedades del modelo de consumo agregado; en particular se analiza: su capacidad para replicar los datos históricos, su respuesta ante *shocks* transitorios sobre ciertas variables relevantes y su comportamiento fuera del período de estimación mediante una proyección de mediano plazo para el período 2003-2008. La sección final proporciona las principales conclusiones y algunas sugerencias para estudios posteriores. Finalmente en la sección de anexos se incluye una descripción de la base de datos usada con las respectivas fuentes de información, el listado de ecuaciones del modelo y un mayor detalle de las estimaciones econométricas y de otros resultados del estudio.

1. ANTECEDENTES SOBRE EL CONSUMO MUNDIAL DE CELULOSA

La celulosa es una fibra vegetal extraída principalmente de árboles (“*wood pulp*”), los cuales constituyen el 90% de la materia prima utilizada en la producción mundial de celulosa; el 10% restante es producido a partir de plantas como cañamos, bambúes y algodones. La pulpa obtenida a partir del proceso productivo es utilizada primordialmente para la producción de distintos tipos de papeles y cartones, constituyéndose en el insumo principal para estos productos.

Una primera clasificación de la celulosa es a partir del tipo de proceso productivo con que es obtenida, distinguiéndose la celulosa química, semiquímica y mecánica. Una segunda clasificación es la que hace mención al tipo de madera utilizada en su producción, distinguiéndose la *softwood* o de fibra larga (producida principalmente a partir de pinos y abetos) y la *hardwood* o de fibra corta (producida de árboles de eucaliptos, abedules, álamos, entre otros). No obstante lo anterior, debido a la homogeneidad que presenta la celulosa, es tratada como un *commodity*; las celulosas químicas son las más transadas y sus precios sirven de *benchmark* tanto para productores y consumidores¹. Como se puede apreciar en la siguiente tabla para el año 2003 la producción mundial de este tipo de celulosa alcanzó 125,6 millones de toneladas (que representa un 73% de la producción mundial), de las cuales

¹ Tipo de celulosa considerada en este estudio.

34,8 millones de toneladas (es decir, un 86,8% de las exportaciones totales) fueron comercializadas a nivel mundial vía exportaciones, en el denominado *Market Pulp*.

Tabla N°1: Producción y Exportaciones Celulosas *Wood Pulp* (2003)

	Produccion (toneladas)	(%)	Exportaciones (toneladas)	(%)	Export / Product (%)
Wood Pulp	172.141.008	100,0%	40.125.405	100,0%	23,3%
Quimica	125.682.007	73,0%	34.828.636	86,8%	27,7%
Semi-quimica	8.427.814	4,9%	2.481.742	6,2%	29,4%
Disuelta	2.881.000	1,7%	1.684.216	4,2%	58,5%
Mecanica	35.150.187	20,4%	1.130.811	2,8%	3,2%

Fuente: FAO (*Food and Agriculture Organization*)

En primera instancia, se podría decir que los distintos tipos de celulosa no son sustitutos perfectos, ya que la producción de cada una de estos tipos de celulosa está orientada al uso como insumo en distintos tipos de papeles y cartones, los cuales se diferenciarán según sus características físicas (como resistencia) y propiedades químicas (como su nivel de blancura). Por ejemplo, la celulosa mecánica es utilizada principalmente para la producción de papel de menor calidad, como es el caso de papel de diario y volantes. La celulosa de fibra larga es utilizada para la producción de papeles gráficos, cartulinas, papel de envolver, entre otros; mientras que la celulosa de fibra corta es utilizada en la producción de papeles más finos como los papeles de imprenta, escritura y papeles *tissue*, entre otros.

A nivel mundial las principales regiones consumidoras son Norte América con un 41,1% del consumo mundial, seguida por Europa con un 28,4% y Asia con un 22,6%.

Tabla N°2: Consumo Mundial de Celulosa Química (2003)

	Consumo (ton)	Participación
AFRICA	1.200.559	1,0%
ASIA	28.458.240	22,6%
OCEANIA	1.149.786	0,9%
EUROPA	35.743.143	28,4%
NORTE AMERICA	51.655.290	41,1%
SUDAMERICA	7.474.989	5,9%
TOTAL	125.682.007	100%

Fuente: FAO (*Food and Agriculture Organization*)

A nivel desagregado por países se tiene que Estados Unidos es el principal país consumidor a nivel mundial, concentrando un 36,8% del consumo mundial, cifra bastante superior a las que registran los otros principales países consumidores, como es el caso de Japón (8,8%) y China (5,9%).

Tabla N°3: Principales Países Consumidores de Celulosa Química a Nivel Mundial (Año 2003)

	País	Consumo (Ton)	Participacion	Acumulado (Ton)	Acumulado
1	Estados Unidos	46.242.573	36,8%	46.242.573	36,8%
2	Japón	11.032.000	8,8%	57.274.573	45,6%
3	China	7.398.675	5,9%	64.673.248	51,5%
4	Brasil	6.267.100	5,0%	70.940.348	56,4%
5	Suecia	5.491.312	4,4%	76.431.660	60,8%
6	Finlandia	5.244.670	4,2%	81.676.330	65,0%
7	Alemania	4.774.000	3,8%	86.450.330	68,8%
8	Canada	4.659.604	3,7%	91.109.934	72,5%
10	Francia	3.153.398	2,5%	94.263.332	75,0%
11	Russia	3.150.000	2,5%	97.413.332	77,5%
12	Italia	3.071.988	2,4%	100.485.320	80,0%
	Resto del Mundo	25.196.687	20,0%	125.682.007	100,0%
	Mundial	125.682.007			

Fuente: FAO (*Food and Agriculture Organization*)

Es importante mencionar la importancia creciente que ha tenido China en el consumo mundial de celulosa desde la década de los 90, período que coincide con el proceso de apertura económica y comercial de este país. Al observar las tasas de crecimiento (promedio) del consumo de celulosa para los principales países consumidores durante distintos períodos comprendidos entre 1961 y el 2003, se puede apreciar las altas tasas de China en el último tiempo con respecto a las tasas de crecimiento del consumo a nivel mundial y para el resto de los países considerados en este estudio. Lo anterior, hace notorio la relevancia que tiene y tendrá en el futuro este mercado para la celulosa.

Tabla N°4: Tasas de crecimiento promedio de consumo de celulosa

	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2003
MUNDIAL	6,48%	2,86%	2,15%	1,35%
Estados Unidos	5,96%	2,57%	2,06%	0,21%
Japón	11,10%	3,87%	3,12%	0,18%
China	5,19%	5,94%	4,01%	11,33%
Brasil	10,20%	14,20%	4,91%	6,96%
Suecia	6,99%	3,20%	1,94%	1,63%
Finlandia	5,38%	2,67%	3,68%	2,80%
Canadá	5,79%	2,82%	0,19%	-0,26%
Alemania	5,94%	3,80%	2,46%	1,19%
Francia	6,08%	2,98%	2,03%	0,40%
Italia	8,79%	4,56%	1,83%	3,86

Fuente: FAO (*Food and Agriculture Organization*)

En estos países es posible apreciar cierto grado de heterogeneidad en cuanto a la estructura del consumo. Por un lado, hay países que son importadores netos de celulosa como es el caso de Italia, Alemania, China y Francia², mientras que hay otros como Brasil, Canadá y los Escandinavos que satisfacen su consumo interno esencialmente con producción local y se caracterizan además por presentar una marcada orientación exportadora.

En breve, el consumo de celulosa a nivel mundial ha estado determinado principalmente por el consumo proveniente de los países industrializados o más desarrollados. A continuación se muestra la participación relativa en el consumo mundial de celulosa para el caso de los países en vías de desarrollo (donde se encuentra China y Brasil, entre otros) y el consumo de los países desarrollados, en base a la clasificación de la FAO.

Tabla N°5: Participación en el consumo mundial de celulosa: países desarrollados v/s vías de desarrollo.

	1963	1973	1983	1993	2003
DESARROLLADOS	95,3%	95,1%	91,8%	87,6%	79,5%
NO DESARROLLADOS	4,7%	4,9%	8,2%	12,4%	20,5%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: FAO (*Food and Agriculture Organization*)

Considerando que la celulosa es un producto utilizado principalmente en la producción de papeles y cartones, resulta importante analizar brevemente algunos aspectos relacionados con este mercado. Los datos para el año 2003 muestran que la producción mundial de papeles y cartones alcanzó 325,8

² Estos países poseen un ratio de importaciones sobre consumo (Importaciones (t) / Consumo (t)) de 0.99, 0.90, 0.74 y 0.60 respectivamente.

millones de toneladas, de las cuales un 31% fueron comercializadas a nivel internacional. A nivel desagregado, se tiene que los principales países consumidores de papeles y cartones en el año 2003 fueron Estados Unidos (27,2%), China (14,4%), Japón (9,7%) y Alemania (5,6%), países que se encuentran además entre los principales consumidores de celulosa, lo que pone de manifiesto que el consumo de celulosa estaría fuertemente relacionado con el consumo de papel.

Tabla N°6: Producción y Exportaciones de Papeles y Cartones (Año 2003)

	Produccion (toneladas)	%	Exportaciones (toneladas)	%	Export / Producc
Papeles y Cartones	325.831.483	100,0%	101.169.699	100,0%	31,0%
Papel de Diario	37.893.416	11,6%	18.459.499	18,2%	48,7%
Impresión - Escritura	97.199.494	29,8%	39.479.889	39,0%	40,6%
Otros Papeles y Cartones	190.738.573	58,5%	43.230.311	42,7%	22,7%

Fuente: FAO (*Food and Agriculture Organization*)

FACTORES DETERMINANTES DEL CONSUMO DE CELULOSA

La demanda por *commodities* depende principalmente del precio del bien, el ingreso, el precio de los sustitutos y los cambios en los gustos de los consumidores. A continuación se detallan algunos aspectos para el caso particular de la celulosa, relacionados con el precio de la celulosa y los sustitutos.

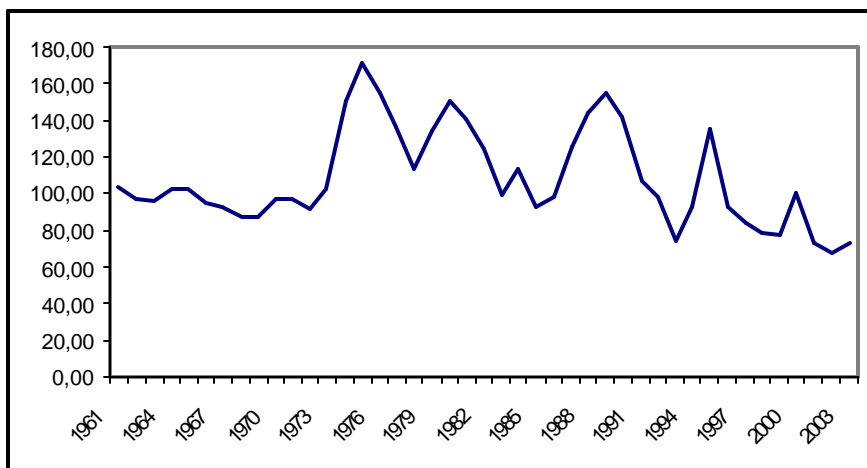
Precio de la celulosa

Para el caso de los *commodities*, existe una amplia literatura sobre los factores que intervienen en la determinación de los precios de estos productos, distinguiéndose entre los determinantes de largo y corto plazo (Marshall & Silva, 2002). En el largo plazo el precio de equilibrio estaría determinando esencialmente por factores propios o estructurales del mercado, relacionados con la curva de demanda de estos productos (como por ejemplo: el nivel de actividad económica, sustitución con otros productos, preferencias de los consumidores) y la curva de oferta (costos, capacidad de producción, entre otros). Si bien en el corto plazo los factores recién mencionados también estarían presentes, además intervendrían un conjunto de otros factores que pueden llegar a tener igual o mayor influencia en la determinación de precios como lo son los inventarios³ en el caso de productos almacenables y otras variables “no reales” como las expectativas de los agentes del mercado y factores especulativos.

³ En el caso de la celulosa, su relativa homogeneidad y alta duración presenta un incentivo para su acumulación. Los indicadores más considerados son: los inventarios *Norscan* (*stocks*) de los países Norteamericanos y Escandinavos, que en conjunto concentran más del

En cuanto al comportamiento histórico de los precios de la celulosa⁴, se argumenta que el tamaño relativamente pequeño de la producción que se comercia internacionalmente, con respecto a la producción total, sería uno de los hechos que subyace detrás de los fuertes vaivenes que han experimentado los precios históricos. La consecuencia directa es que este 23% de la producción mundial causa fluctuaciones y variaciones de precios en períodos relativamente cortos para toda la comercialización de los productos terminados de papel, a lo que se suma un alto grado de ciclicidad entre la oferta y demanda de celulosa. (Ince, 1999). Los orígenes de la alta volatilidad de los precios de la celulosa, además están asociados a un conjunto de factores que actúan en forma correlacionada, como lo son: la alta intensidad en capital de la industria; comportamiento competitivo, y la capacidad de utilización.

Figura N°1: Precio Real histórico de la Celulosa (2000=100)



Fuente: FAO (*Food and Agriculture Organization*)

Nota: Corresponde al precio unitario de exportaciones mundiales deflactado por el índice precios al por mayor (IPM) de Estados Unidos.

Como ejercicio ilustrativo, a continuación se realiza un análisis comparativo de la volatilidad del precio real (mensual) de la celulosa con respecto a un conjunto índices y precios (reales) de un conjunto de

50% de la producción mundial) y los *Utimpulp* (stocks de los principales países europeos, excluyendo los Escandinavos que constituyen cerca de un 40% del consumo mundial de celulosa)

⁴ A nivel internacional se tiene que el índice de referencia utilizado son los Foex PIX, que son precios para la pulpa NBSK (*Northern Bleached Softwood Kraft Pulp*) y BHKP (*Bleached Hardwood Kraft Pulp*) vendidas en Europa y para la NBSK vendida en EE.UU., el cual es calculado en base a las cantidades y precio acordados entre oferentes y demandante, eliminando el 10% de los precios mayores y el 10% de lo menores.

commodities obtenidos del Fondo Monetario Internacional (FMI). Para cada uno de los *commodities* seleccionados se presenta un conjunto de estadísticos descriptivos como la media, mínimo, máximo, desviación estándar y volatilidad histórica anual para el período 1983–2004.

Tabla N°7: Estadísticos para precios reales de *commodities* (1983:1 – 2004:4)

	Mínimo	Máximo	Media	Desv- Estand.	Volatilidad Anual	Nº Obs
Commodities (s / energía)	0,896	1,756	1,216	0,171	0,591	264
Alimentos	0,953	1,778	1,317	0,208	0,719	264
Bebidas	0,785	2,998	1,510	0,546	1,890	264
Petroleo	0,374	1,556	0,857	0,259	0,898	264
Metales	0,831	2,124	1,146	0,231	0,801	264
Aluminio	0,748	2,855	1,079	0,287	0,994	264
Cobre	0,773	2,346	1,250	0,333	1,152	264
Materias Primas	0,750	1,433	1,064	0,153	0,530	264
Algodón	0,642	2,085	1,299	0,335	1,161	264
WoodPulp	0,619	1,654	0,978	0,244	0,846	264
Madera Laminada	0,564	1,860	1,004	0,261	0,903	264
Madera Aserrada Hardwood	0,365	1,622	0,932	0,311	1,078	264
Madera Aserrada Softwood	0,545	1,262	0,913	0,187	0,649	264

Fuente: Fondo Monetario Internacional.

Nota: La volatilidad anual corresponde a la anualización de la desviación estándar obtenida a partir de los precios mensuales (desviación estándar multiplicada por raíz de 12)

Como se puede apreciar, la volatilidad del precio de la celulosa resulta ser mayor que la registrada para el índice general de *commodities* (que excluye energía) y el de materias primas (índice dónde se encuentra calificada la celulosa). Además se observa que su volatilidad es similar a la registrada para el caso de metales y madera laminada, pero menor en relación a otros *commodities* como el índice de precios de bebidas, aluminio, cobre, algodón y madera aserrada de fibra corta (*hardwood*).

Productos sustitutos de la celulosa

A nivel mundial se identifican principalmente dos productos sustitutos de la celulosa que se utilizan para la producción de papeles y cartones: la celulosa *non-woodpulp* (proveniente de plantas como cañamos, bambúes y algodones) y el papel reciclado.

a) Celulosa *Non-Woodpulp*

Para el caso de la celulosa *non-woodpulp* se tiene que su producción y consumo se concentra principalmente en Asia. La producción mundial para el año 2003 alcanzó 19,8 millones de toneladas,

cifra bastante inferior si se compara con la producción de celulosa. Además se observa que este producto se consume esencialmente a nivel interno ya que sólo un 1,6 % de la producción mundial es transada internacionalmente.⁵ .

Se debe tener en consideración que la principal desventaja de esta materia prima con respecto a la celulosa, es que los papeles y cartones obtenidos a partir de este tipo de celulosa son de baja y mediana calidad, haciéndose necesario: (i) la importación de papeles de mejor calidad y/o celulosa *wood pulp* (Li et al. 2002); (ii) la promoción de la industria local de celulosa, como en el caso de China, principal país consumidor de este tipo de celulosa (14,3 millones de toneladas en el año 2003) y donde el gobierno ha fomentado el desarrollo de la industria local mediante un conjunto de mecanismos como préstamos por parte de bancos estatales, incentivos fiscales y subsidios de capital, para establecer al menos 5,8 millones de hectáreas para plantaciones de *wood pulp* (Barr C. & Cossalter C. 2004)

b) Papel Reciclado

El papel reciclado a nivel mundial se considera como el principal producto sustituto de la celulosa. No obstante lo anterior, es necesario tener en consideración ciertas ventajas y desventajas que presenta este producto y las que tendrán incidencia, en mayor o menor grado, en la potencialidad del papel reciclado como sustituto de la celulosa. En cuanto a las ventajas de utilizar papel reciclado se tiene que: (i) una mayor utilización de éste tendría como consecuencia que se ocupen una menor cantidad de árboles para la producción de papel, lo que podría ser impulsor de políticas que se enfoquen a la preservación de los recursos forestales; (ii) menores cantidades de consumo de agua y energía en los procesos productivos, y (iii) reducción de la contaminación originada de la producción de papel, ya que se reduce la cantidad de sustancias químicas utilizadas. Con respecto a las desventajas del papel reciclado frente a la celulosa “virgen” se tiene que: (i) un mismo papel se puede reciclar entre tres y ocho veces, por lo que resulta necesario mezclar con pulpa virgen en diferentes proporciones debido a la degradación que va sufriendo el papel utilizado; (ii) el proceso de recolección de papel viejo resulta sumamente dificultoso debido a: los grandes volúmenes involucrados, a los distintos tipos de papel y agentes involucrados (hogares, empresas), a la carencia de políticas en este ámbito y a los deficientes sistemas de recolección de papel en un gran conjunto de países.

⁵ Fuente: FAO (*Food and Agriculture Organization*)

Un área prominente de nuevos trabajos, ha sido el estudio de los efectos del aumento del uso de papel reciclado sobre los patrones de inversión de la industria del papel, en especial sobre su localización. Se argumenta que el uso del papel reciclado en productos más elaborados ha sugerido invertir en áreas que son más densamente pobladas (por ende con una mayor oferta de papel usado), como alternativa a las tradicionales inversiones en las regiones ricas en cuanto a disponibilidad de plantaciones forestales. (Lundmark, 2002)

En la siguiente tabla se detallan los principales países consumidores de papel reciclado a nivel mundial para el año 2003, que como se puede observar son coincidentes con los países que registran los mayores niveles de consumo de papel.

Tabla N°8: Principales Consumidores de Papel Reciclado Año 2003

	País	Consumo (Ton)	Participación	Acumulado (Ton)	Acumulado
1	Estados Unidos	30.784.863	20,8%	30.784.863	20,8%
2	China	26.612.806	17,9%	57.397.669	38,7%
3	Japón	12.969.000	8,7%	70.366.669	47,4%
4	Alemania	11.328.000	7,6%	81.694.669	55,1%
5	Korea	7.780.000	5,2%	89.474.669	60,3%
6	Francia	5.686.248	3,8%	95.160.917	64,1%
7	Italia	5.348.678	3,6%	100.509.595	67,8%
8	Inglaterra	4.499.887	3,0%	105.009.482	70,8%
9	España	4.448.000	3,0%	109.457.482	73,8%
10	Indonesia	3.159.366	2,1%	112.616.848	75,9%
	Resto del Mundo	35.724.526	24,1%	148.341.374	100,0%
	Mundial	148.341.374			

Fuente: FAO (*Food and Agriculture Organization*)

Si bien el consumo de papel reciclado ha aumentado en las últimas décadas, la tasa ha sido decreciente. No obstante lo anterior, las tasas de crecimiento exhibidas en las pasadas décadas han resultado superiores a las registradas para el consumo de celulosa, lo que explicaría el creciente posicionamiento que ha tenido el papel reciclado como un insumo en la producción de papel.

Tabla N°9: Tasas de crecimiento promedio de consumo de papel, celulosa y papel reciclado

	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2003
Papel	5,84%	3,52%	3,69%	2,58%
Celulosa	6,48%	2,86%	2,15%	1,35%
Reciclado	8,48%	4,99%	5,13%	4,60%
Celulosa/Papel	1,11	0,81	0,58	0,52
Reciclado/Papel	1,45	1,42	1,39	1,78
Celulosa/Reciclado	0,76	0,57	0,42	0,29

Fuente: FAO (*Food and Agriculture Organization*)

Relacionado con el punto anterior, un indicador utilizado usualmente en la industria forestal es la tasa de utilización (*utilization rate*); esta tasa indica la proporción de papel viejo o reciclado que es “efectivamente usado” en la producción de papel a nivel de países⁶. Por lo anterior, debiese ser el indicador clave para evaluar políticas relacionadas con el impacto efectivo del papel reciclado en la producción de papel. A partir de los datos de la FAO se tiene que la tasa de utilización a nivel mundial fue de 0,45 para el año 2003, siendo Singapur e Israel los países con una mayor tasa de 0,93 y 0,87 respectivamente.

Tabla N°10: Evolución de la tasa de utilización (UR) para principales países consumidores de celulosa

	1973	1983	1993	2003
Mundial	0,26	0,31	0,39	0,46
Estados Unidos	0,25	0,23	0,35	0,38
Japón	0,41	0,50	0,55	0,42
China	0,25	0,37	0,43	0,70
Alemania	0,40	0,43	0,54	0,59
Italia	0,44	0,45	0,63	0,57
Francia	0,36	0,40	0,43	0,57
Brasil	0,28	0,30	0,24	0,39
Canadá	0,06	0,09	0,17	0,16
Suecia	0,06	0,10	0,15	0,19
Finlandia	0,03	0,04	0,05	0,05

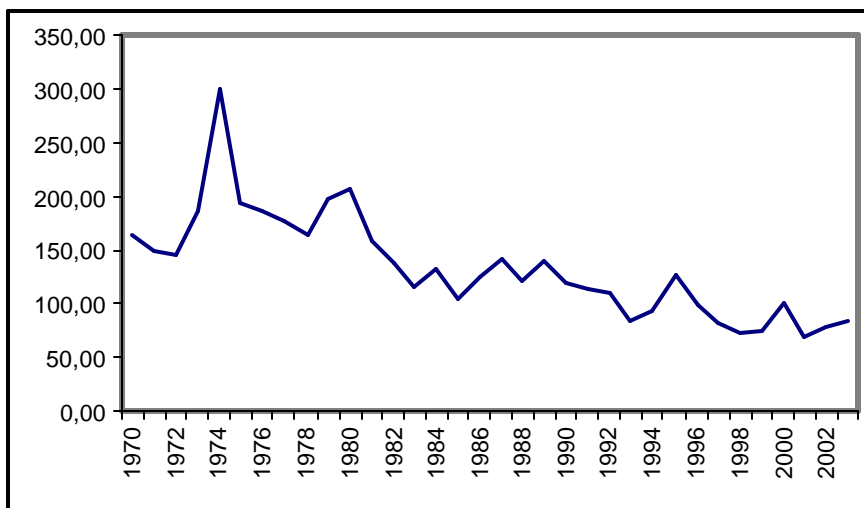
Fuente: FAO (*Food and Agriculture Organization*)

Como se puede apreciar, en general a nivel mundial y para el caso de los principales países consumidores de celulosa las tasas de utilización han sido crecientes en el tiempo. Sin embargo, también se observan diferencias importantes entre los países considerados, por ejemplo, Finlandia, Suecia y Canadá son los países que poseen menores tasas de utilización, lo que era esperable si se considera que estos poseen una mayor disponibilidad de recursos forestales para producir celulosa *wood pulp*. En el otro extremo, con las mayores tasas se encuentra China y los otros países europeos, los cuales poseen poca disponibilidad de recursos forestales. En el caso de los países europeos tal situación ya había sido observada en estudios previos; por ejemplo Lundmark (2000) muestra que estos países y en especial los de Europa Occidental han incrementado el uso de papel reciclado, lo que ha implicado que han disminuido su dependencia de los países Nórdicos, principal origen de las importaciones de celulosa de estos países.

⁶ Normalmente es calculado como la razón entre el consumo total de papel reciclado y la producción total de papel, ambos medidos en igual período de tiempo.

Hay que destacar la creciente importancia que ha adquirido el mercado internacional del papel reciclado en los últimos años, reflejado por ejemplo en el aumento de los flujos comerciales de este producto. Para ilustrar lo anterior, se tiene que en el año 2003 las exportaciones de papel reciclado alcanzaron las 30,8 millones de toneladas, cifra que equivale a un 21% de la producción mundial. En cuanto al precio internacional del papel reciclado éste ha disminuido en términos reales a través de los años con la excepción de algunos saltos abruptos como es el caso del año 1995. Ackerman F. y Gallagher K. (2001) mediante una análisis econométrico concluyen que esta situación se debería a factores relacionados con las expectativas de los agentes o especulativos, más que por motivos estructurales.

Figura N°2: Precio Real histórico del Papel Reciclado (2000=100)



Fuente: FAO (*Food and Agriculture Organization*)

Nota: Corresponde al precio unitario de exportaciones mundiales deflactado por el índice precios al por mayor (IPM) de Estados Unidos.

2. MODELO DEL CONSUMO MUNDIAL DE CELULOSA

2.1 MODELO TEÓRICO PARA EL CONSUMO DE CELULOSA

La celulosa es un producto intermedio utilizado principalmente para la producción de papeles y cartones, por lo que su demanda corresponde a una demanda derivada. Al nivel de una firma representativa productora de papel, la función de producción es:

$$Y_t = Y_t(C_t, RP_t, X_t) \quad (1)$$

donde Y_t es la producción de papel de la firma en el período t ; C_t es la cantidad de celulosa utilizada en la producción de papel en el período t ; RP_t es la cantidad de papel reciclado utilizado en la producción de papel en el período t y X_t es un vector de otros insumos utilizados en la producción de papel en el período t .

El problema de esta firma representativa será: dado un cierto nivel de precios para los insumos que utiliza⁷ y un nivel de producción, la firma elegirá la cantidad que demandará para cada insumo mediante la minimización de su función de costos sujeto a sus posibilidades de producción (dada por su función de producción):

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & (P_t^C C_t + P_t^R RP_t + P_t^{X^T} X) \\ \{C_t, RP_t, X_t\} \quad & \text{s.a} \quad Y_t = Y_t(C_t, RP_t, X_t) \end{aligned} \quad (2)$$

donde P_t^C es el precio de la celulosa en el período t ; P_t^R es el precio del papel reciclado en el período t ; P_t^X es un vector de precios de los otros insumos utilizados en la producción de papel en el período t . Aplicando el lema de Shephard (Mas-Colell, 1995) se puede obtener la función de demanda por cada factor, a partir de la derivada parcial de la función de costos respecto al precio del insumo en cuestión: Por lo tanto, la demanda por celulosa por parte de la firma representativa será una función dependiente del precio de la celulosa, precio del papel reciclado, precio de los otros insumos y del nivel de producción de la firma.

$$C_t = C_t(P_t^C, P_t^R, P_t^X, Y_t) \quad (3)$$

⁷ Se asume que la firma es tomadora de precios en estos mercados.

Si se asume una función de producción del tipo *Cobb–Douglas*, función utilizada recurrentemente en diferentes estudios y específicamente en algunos de productos forestales (Chas-Amil & Buongiorno 2000, Simangunjson & Baudin 2001):

$$Y_t = a_t C_t^a R P_t^b X_t^c \quad (4)$$

se obtiene una solución analítica para la demanda de celulosa dada por:

$$C_t = C_t(P_t^C, P_t^R, P_t^X, Y_t) = d_0 (P_t^C)^{d_1} (P_t^R)^{d_2} (P_t^X)^{d_3} (Y_t)^{d_4} \quad (5)$$

2.2. DINÁMICA de AJUSTE del MODELO

La ecuación (5) de demanda por celulosa es una ecuación de demanda estática, en el sentido que la demanda por celulosa se ajusta inmediatamente en el período t. Para incorporar la dinámica al modelo con el objetivo de poder distinguir entre las elasticidades de corto y largo plazo, se considera un modelo de ajuste parcial, por lo que la ecuación (6) representaría la demanda de equilibrio condicional a los precios y *output*, es decir:

$$C_t^* = C_t^*(P_t^C, P_t^R, P_t^X, Y_t) = d_0 (P_t^C)^{d_1} (P_t^R)^{d_2} (P_t^X)^{d_3} (Y_t)^{d_4} \quad (6)$$

donde C_t^* es el consumo de equilibrio o de largo plazo. Dado que los precios y el *output* están variando constantemente, C_t^* no será observable y se tendrá bajo la hipótesis de ajuste parcial que el consumo en un período t (C_t) se ajustará hacia el consumo de equilibrio (C_t^*) mediante la siguiente ecuación que describe la dinámica de ajuste:

$$\left(\frac{C_t}{C_{t-1}} \right) = \left(\frac{C_t^*}{C_{t-1}} \right)^I \quad (7)$$

donde λ mide la velocidad del ajuste y cumple que $0 \leq \lambda \leq 1$ ⁸. Por lo tanto reemplazando (7) en (6) se tiene que el consumo en el período t estará dado por:

$$C_t = C_t(P_t^C, P_t^R, P_t^X, Y_t, C_{t-1}) = \mathbf{b}_0 (P_t^C)^{\mathbf{b}_1} (P_t^R)^{\mathbf{b}_2} (P_t^X)^{\mathbf{b}_3} (Y_t)^{\mathbf{b}_4} (C_{t-1})^{\mathbf{b}_5} \quad (8)$$

La ecuación anterior, por ende, representará la demanda por celulosa en el corto plazo. Tomando logaritmo e incorporando un término de error, se obtiene el siguiente modelo empírico para la demanda de celulosa en el **corto plazo**:

$$LC_t = \mathbf{a}_0 + \mathbf{b}_1 LP_t^C + \mathbf{b}_2 LP_t^R + \mathbf{b}_3 LP_t^X + \mathbf{b}_4 LY_t + \mathbf{b}_5 LC_{t-1} + u_t \quad (9)$$

donde L denota el logaritmo de la variable en estudio y u_t es un término de error o perturbación. Dado que todas las variables tienen forma logarítmica, los coeficientes asociados a las variables representarán elasticidades, en este caso, elasticidades de corto plazo. Para el caso de β_1 (elasticidad precio de la demanda) se espera que sea negativo, es decir, un aumento del precio de la celulosa debiese conllevar a una menor cantidad demandada; β_2 (elasticidad cruzada de la demanda) se espera que sea positivo bajo el supuesto que el papel reciclado y la celulosa son sustitutos, por lo que aumentos del precio del precio del papel reciclado debiesen aumentar la cantidad demandada por celulosa; β_3 (elasticidad precio de otros insumos de la demanda) se espera que sea negativo ya que aumentos en el precio de otros insumos (por ejemplo energía) debiesen disminuir la cantidad demanda por celulosa. Finalmente, se espera que β_4 (elasticidad ingreso de la demanda) sea positivo bajo el supuesto que la celulosa es un bien normal.

La ecuación (6) constituye la demanda de largo plazo; al aplicar logaritmo e incorporar un término de error aleatorio, el modelo empírico para la demanda de celulosa en el **largo plazo**, estará dado por:

$$LC_t^* = \mathbf{d}_0 + \mathbf{d}_1 LP_t^C + \mathbf{d}_2 LP_t^R + \mathbf{d}_3 LP_t^X + \mathbf{d}_4 LY_t + e_t \quad (10)$$

⁸ De aquí se desprende en forma directa que el modelo estático es un caso especial de este modelo dinámico. Cuando $\lambda=1$ el ajuste se alcanza instantáneamente en un período t.

donde L denota el logaritmo de la variable en estudio, C_t^* representa el consumo de equilibrio, y los d_i representan las elasticidades de largo plazo de las variables respectivas. Tal como se indicó anteriormente C_t^* no es observable por lo que la ecuación (10) no puede ser estimada directamente; no obstante las elasticidades de largo plazo pueden ser obtenidas a partir de las elasticidades de corto plazo mediante las siguientes identidades:

$$d_1 = \frac{b_1}{1} \quad ; \quad d_2 = \frac{b_2}{1} \quad ; \quad d_3 = \frac{b_3}{1} \quad ; \quad d_4 = \frac{b_4}{1} \quad ; \quad (1-1) = b_5 \quad (11)$$

Cabe destacar que en el caso que β_5 (coeficiente que acompaña al consumo rezagado en un período) no resulte ser estadísticamente significativo, se tendrá que las elasticidades tanto de corto como largo plazo serán idénticas.

3. ESTIMACIÓN ECONOMETRICA DEL CONSUMO MUNDIAL DE CELULOSA

3.1 DATOS

Para las estimaciones econométricas de consumo de celulosa se utilizaron datos anuales para el período 1970-2002⁹; la elección de este período se basa casi exclusivamente en base a la disponibilidad de datos. Como se mencionó, para este estudio se trabajará con celulosa química¹⁰, cabe destacar que se ha omitido la celulosa mecánica, que si bien constituye un 20,4% de la producción total de celulosa, es consumida esencialmente a nivel local en la producción de papel de diario, comercializándose vía exportaciones sólo un 3,2% de la producción mundial. El consumo anual de celulosa química para los países considerados es obtenido de la base de datos FAOSTAT de la *Food and Agriculture Organization* (FAO) y corresponde a consumo aparente.

El precio internacional de la celulosa química y del papel reciclado se obtiene como la razón entre la valoración de las exportaciones mundiales y la cantidad total de exportaciones (es decir, precio unitario de exportaciones mundiales) los cuales son obtenidos también de la FAOSTAT. Este precio está dado

⁹ La excepción es para China, cuya ecuación de consumo de celulosa fue estimada para el período 1979-2002 por falta de datos del período previo.

¹⁰ Es decir, se esta agregando la celulosa de fibra corta y larga ya que no se cuenta con datos a este nivel de desagregación para el período considerado en este estudio

en dólares por tonelada, por lo que para las regresiones de cada país se considera este precio ajustado por el tipo de cambio (moneda local/USD) y deflactado por algún índice de precios doméstico, es decir, en términos reales¹¹. Los respectivos tipos de cambios, deflatores del PIB, índices de precios, además de otros datos como el precio de la energía (*UK Brent*), salarios, PIB nominal son obtenidos de la *International Financial Statistics* del Fondo Monetario Internacional (FMI). Para el caso del PIB real se utilizó el Banco Mundial que está expresado en precios constantes de 1995.

3.2. REVISION de ESTUDIOS PREVIOS

Los estudios relacionados con el mercado de celulosa, se concentran principalmente en estimaciones de demanda. Cruz et. al.(2003) estiman elasticidades de precio en forma desagregada por regiones, bajo el supuesto que las importaciones de celulosa son diferenciadas por lugar de producción, encontrando que la elasticidad precio de la demanda de las distintas regiones, con excepción de Asia, son altamente inelásticas. Bintag et. al (2001) comparan dos métodos para estimar demanda de productos forestales: uno de demanda estática y otro de ajuste parcial dinámico. Usando nueve grupos de productos forestales para 64 países en el período 1973-1997, concluyen que son los modelos estáticos los que tienen mejor desempeño predictivo. Buongiorno et. al. (2000), utilizando un panel de datos para países de la Unión Europea, concluyen que la hipótesis que sostiene que las elasticidades precio e ingreso son las mismas a través de los países no puede ser rechazada a un nivel de significancia del 1%; además, para el período en estudio (1969-1995) el mayor crecimiento de la demanda es producto principalmente del crecimiento del ingreso nacional, mientras que el precio sólo tiene un pequeño efecto negativo. Buongiorno et. al. (1999), usando el mismo panel de datos con países de la Unión Europea, encuentran que el precio de la celulosa, salarios y precio de la energía (en ese orden) son los principales determinantes del precio del papel.

Como se mencionó anteriormente los estudios generalmente no se enfocan en el mercado de la celulosa en particular si no que generalmente estudian “la industria de la celulosa y papel” como un todo; luego, los resultados están recurrentemente relacionados con esta “industria”. Además las metodologías de modelamiento y estimación generalmente difieren a la utilizada en este estudio.

¹¹ Usualmente se utilizó el deflactor del PIB con base del año 2000

3.3. TÉCNICA de ESTIMACIÓN ECONOMÉTRICA

En la literatura antes citada, generalmente se ha aplicado la técnica de mínimos cuadrados ordinarios (OLS) para estimar la demanda de productos básicos y forestales, bajo el supuesto que los regresores de las ecuaciones de consumo son exógenos, supuesto explicitado especialmente en el caso del precio de la celulosa. Sin embargo, es probable que el precio de la celulosa sea una variable endógena dada la simultaneidad entre el consumo local y precio, por lo que ante esta eventual situación los coeficientes estimados mediante OLS serían inconsistentes. Por esto, se procedió a estimar las ecuaciones de consumo de celulosa a nivel de países mediante dos técnicas: mínimos cuadrados ordinarios (OLS) y variables instrumentales (IV), ya que ante la posibilidad de que el precio de la celulosa sea endógeno para un determinado país, este último método permitirá obtener estimaciones consistentes. Dado los datos disponibles, se utilizaron como instrumentos externos la producción mundial de celulosa y el precio de la celulosa rezagado en un período, bajo el supuesto de que ambos instrumentos se encuentran correlacionados con el precio corriente y que no se determinan simultáneamente con el consumo del período corriente.

Cabe destacar que para el caso de los países con mayores niveles de consumo es más probable que el precio pueda ser una variable endógena debido a la mayor influencia que tendría el consumo local de celulosa sobre el consumo mundial y por ende en el precio internacional. Lo anterior podría llevar a estimar directamente las ecuaciones de estos países por variables instrumentales y por mínimos cuadrados ordinarios para el caso de los países con menor consumo, donde suponer que el precio es exógeno puede ser un supuesto válido. No obstante lo anterior, se procedió a estimar para cada país la ecuación de consumo mediante las dos técnicas propuestas y posteriormente comparar ambos resultados. De esta manera, en el caso de ser correcto lo señalado anteriormente, esto se debiese ver reflejado en que los países con mayor consumo debiesen mostrar mayores sesgos en cuanto a los coeficientes estimados por ambas técnicas (lo que indicaría que OLS es inconsistente). Para comparar los coeficientes obtenidos por ambas técnicas y ver si es que existen diferencias estadísticamente significativas se utiliza el test de Hausman (Hausman, 1978) y la aproximación alternativa de este test desarrollada por Davidson y MacKinnon (1989, 2003)¹².

¹² En una primera etapa se estima la forma reducida del precio corriente en función de todas las variables exógenas del modelo y de los instrumentos considerados, obteniéndose el residuo de la regresión. Posteriormente, se estima la ecuación estructural del consumo incorporando el residuo obtenido en la parte anterior. En el caso de que este residuo sea significativo existirá evidencia de endogeneidad de la variable testeada.

Como se ha considerado un modelo de ajuste parcial, se tiene que en la ecuaciones de consumo aparece la variable dependiente rezagada (Ecuación N°9). Luego, resulta importante testear la posibilidad de autocorrelación de los residuos, ya que en caso de que exista dependencia total de los residuos, es decir, el regresor estocástico dependa de la perturbación en todos los períodos (pasados, presentes y futuros) las estimaciones por OLS pierden la consistencia y se hace necesario instrumentar la variable estocástica (en este caso instrumentar el consumo rezagado en un período). En el caso de dependencia parcial (regresor estocástico sólo depende de la perturbación de los períodos pasados) las estimaciones por OLS seguirán siendo consistentes. La posibilidad de autocorrelación de los residuos para las ecuaciones de consumo es contrastada mediante el test Durbin Watson (DW), y en el caso de que aparezca la variable dependiente rezagada como regresor se utiliza el test H-Durbin y el test *Lagrange Multiplier* (LM) de Breusch-Godfrey, dada la invalidez del test Durbin Watson en este caso.

3.4. RESULTADOS EMPÍRICOS del MODELO de CONSUMO

Las estimaciones de consumo de celulosa a nivel de países fueron realizadas para Estados Unidos, Japón, China, Alemania, Italia y Francia, países que en conjunto concentran un 60,4% del consumo mundial (año 2003). Complementariamente se presentan estimaciones para el caso de Brasil, los países Escandinavos (Suecia y Finlandia) y Canadá, los cuales si bien aparecen entre los principales consumidores de celulosa, sus resultados deben ser tomados con cautela ya que el hecho de estar utilizando consumo aparente puede ser engañoso, ya que en general estos países son grandes productores y exportadores netos de celulosa. Considerando estos países se tiene un 73,8% del consumo mundial de celulosa.

Es importante mencionar algunos aspectos relacionados con el proceso de estimación que condujo a las especificaciones finales para cada país:

- Para cada país se probaron distintas especificaciones, partiendo desde un modelo general y descartando variables que no tenían gran significancia estadística a través de las distintas especificaciones, como ocurrió con el caso de los salarios reales en aquellos países con que se contaba con este dato. El objetivo radica en mejorar la precisión de aquellos coeficientes que si parecían tener un efecto y significancia estadística importante.

- En las distintas especificaciones también se probó la incorporación de variables de tendencias lineales, cuadráticas y cúbicas para captar la gradualidad de los cambios del consumo a través del tiempo.
- En ciertos casos también se consideraron variables mudas para controlar ciertos *outliers* o eventos específicos que afectaron positiva o negativamente el consumo local de estos países.
- Para las ecuaciones de largo plazo encontradas para cada país, se procedió a estudiar si los residuos estas ecuaciones son efectivamente estacionarios, para los cual se utilizó el test de Dickey-Fuller Aumentado, ADF (Dickey & Feller (1979), MacKinnon (1991)).¹³

A continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos de las estimaciones de consumo a nivel de países, en particular las elasticidades de corto y largo plazo de las distintas variables consideradas (precio celulosa, precio papel reciclado, precio energía, ingreso).¹⁴

Tabla N°11: Resumen de Elasticidades del Consumo para los principales países consumidores a nivel mundial

	ELASTICIDADES DE CORTO PLAZO				ELASTICIDADES DE LARGO PLAZO				Período	R2 Ajus
	Precios				Precios					
	Celulosa	Reciclado	Energía	Ingreso	Celulosa	Reciclado	Energía	Ingreso		
Estados Unidos	-0,19	0,18		0,91	-0,19	0,18		0,91	1970-2002	0,980
Japón	-0,33	0,44	-0,07	1,56	-0,33	0,44	-0,07	1,56	1970-2002	0,973
China	-0,17			0,3	-0,50			0,88	1979-2002	0,965
Alemania	-0,02	0,18		0,67	-0,05	0,49		1,81	1971-2002	0,917
Italia	-0,49	0,64	-0,15	1,95	-0,49	0,64	-0,15	1,95	1970-2002	0,952
Francia	-0,11	0,18	-0,03	1,07	-0,11	0,18	-0,03	1,07	1970-2002	0,955
Brasil	-0,24	0,28		0,92	-0,52	0,61		2,00	1970-2002	0,984
Escandinavos *	-0,23	0,15	-0,03	1,17	-0,23	0,15	-0,03	1,17	1970-2002	0,957
Canadá	-0,13	0,27		1,73	-0,13	0,27		1,73	1970-2002	0,879

Notas: (1) * Corresponde a Suecia y Finlandia.

(2) En la sección de Anexos se muestra un detalle con especificaciones testeadas previamente, que incluyen variables no introducidas en especificaciones finales.

Con respecto a los resultados obtenidos, se puede mencionar que:

- En general los ajustes obtenidos para las ecuaciones de consumo de cada país son bastante buenos, lo que indica el alto poder explicativo de los regresores considerados, los cuales resultaron ser altamente significativos desde un punto de vista estadístico.
- En cuanto a la elasticidad precio de la celulosa se encontró que es negativa e inelástica, acorde con lo que indica la teoría y la evidencia empírica existente. Los valores encontrados fluctúan

¹³ Este es un problema usualmente obviado en los estudios econométricos, en particular, cuando se trabaja con series de tiempo y que puede originar regresiones espurias y la invalidez de los tests estadísticos tradicionales. Los resultados de regresiones espurias podrían indicar que existen relaciones de largo plazo entre las variables del modelo de regresión, sin embargo, estas relaciones podrían deberse a que las variables están correlacionadas en el tiempo más que a una relación de causalidad.

¹⁴ En la sección de Anexos se muestra un mayor detalle de las estimaciones y resultados obtenidos.

entre -0.03 y -0,43 para el corto plazo y entre -0,05 y 0,52 para el largo plazo. La mayor elasticidad es para el caso de Italia, lo cual podría ser explicado por el hecho de que Italia es un importador neto de celulosa (ratio importación-consumo mayor a 0,9), y por ende el precio internacional debiese jugar un rol relativamente más importante en comparación con otros países.

- (iii) Para el caso del precio del papel reciclado se encuentran elasticidades positivas e inelásticas, lo que indicaría la sustitución entre reciclado y celulosa.
- (iv) Con respecto al precio de la energía se encuentra que sólo en Japón, Francia, Italia, y los países Escandinavos tiene un efecto significativo. Las elasticidades encontradas resultaron ser menores en comparación a las registradas para el precio de la celulosa y del papel reciclado.
- (v) El ingreso de los países resultó ser una variable que alta incidencia sobre el consumo de celulosa a nivel de países. Los rangos de los valores de las elasticidades para los países seleccionados son bastante altos; por ejemplo, para el largo plazo se tiene variaciones desde 0,8 a 2,0.
- (vi) Para el caso de Estados Unidos, Japón y los países Escandinavos es dónde se encuentran mayores sesgos (corroborados por el test de Hausman) en cuanto a los coeficientes obtenidos mediante las dos técnicas utilizadas: mínimos cuadrados ordinarios y variables instrumentales. Son precisamente estos países los que poseen una mayor participación del consumo mundial, por lo que los resultados obtenidos son acordes con la idea que estos países no son tomadores de precios.
- (vii) Generalmente se encontró que la variable de consumo rezagada no tiene efectos significativos, por lo que las elasticidades de corto y largo plazo serían idénticas. Hay excepciones como China, Brasil y Alemania dónde el coeficiente asociado resultó ser significativo. Para los dos primeros casos era un resultado esperable, dada la persistencia del consumo para estos países que en la última década han tenido tasas de crecimiento del consumo de 11,3 % y 6,9 % respectivamente, cifras muy superiores a la tasa promedio del consumo mundial (1,35%) y de las tasas de los otros países considerados¹⁵. En virtud del modelo planteado se podría decir que estos países están en un proceso de ajuste hacia su nivel de consumo de equilibrio, mientras que el resto de los países ya lo habrían alcanzado (situación concordante con las bajas tasas de crecimiento del consumo exhibidas por estos países en las últimas décadas).

¹⁵ Un detalle de las tasas de crecimientos para distintos períodos de los países en estudio se detalló en la tabla N°4 de la sección 1 de este trabajo.

(viii) Con respecto al test de estacionariedad de los residuos de las ecuaciones de largo plazo encontradas para los países, los resultados del test ADF Aumentado indican que se rechaza la hipótesis nula en todos los casos, lo que implica que los residuos son estacionarios y por ende las relaciones de largo plazo encontradas son efectivamente cointegradas.

Tabla N°12: Resultados Test de Cointegración de Residuos (Dickey Fuller Aumentado)

	ADF	Sig.	Rezagos
Estados Unidos	-5,28	***	0
Japón	-5,15	***	1
China	-2,34	**	0
Alemania	-2,54	**	0
Francia	-5,56	***	0
Italia	-5,83	***	0
Brasil	-4,21	***	0
Escandinavos	-4,10	***	1
Canadá	-3,02	***	0

Notas: (1) El test ADF Aumentado requiere una regresión auxiliar entre los residuos de la regresión, dónde se incorporan variaciones en los residuos rezagados de la siguiente forma:

$$\Delta \hat{u}_t = \mathbf{a} + d\hat{u}_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \mathbf{f}_j \Delta \hat{u}_{t-j} + \mathbf{w}_t$$

donde \hat{u}_{t-j} es el residuo de la regresión en el período $t-j$, Δ es un operador de diferencias entre dos períodos consecutivos y w_t es un error aleatorio. La hipótesis a estudiar en el test ADF será $H_0: d = 0$ (ecuaciones no están cointegradas); $H_1: d < 0$ (ecuaciones cointegradas)

(2) *** Indica significancia al 99%

** Indica significancia al 95%

No obstante todas estas consideraciones, es siempre recomendable explicitar que es probable que los resultados obtenidos para las distintas elasticidades tengan sólo una validez local, es decir, dentro del período muestral considerado en las estimaciones: Por lo tanto no es posible afirmar con certeza absoluta que estas elasticidades se mantendrán fuera de la muestra o en el futuro, ya que lo más probable es que los coeficientes obtenidos pueden estar fuertemente influenciados por características particulares que prevalecieron en este mercado durante el período considerado en las estimaciones.

3.5. ELASTICIDADES AGREGADAS del CONSUMO MUNDIAL

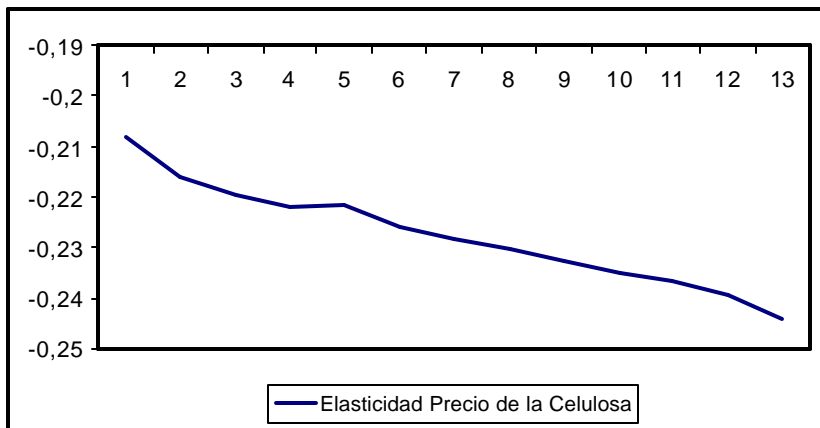
En una primera etapa, se estimaron las distintas elasticidades a nivel desagregado para el caso de los principales países consumidores; el siguiente paso consiste en estimar estas elasticidades a nivel agregado, es decir, para el consumo mundial de celulosa. Para el cálculo de estas elasticidades agregadas a partir de las estimaciones a nivel de países usualmente se puede obtener una solución

analítica para la variable en estudio (en este caso el consumo mundial de celulosa), lo cual puede resultar bastante engorroso dependiendo de la cantidad de ecuaciones envueltas en el modelo, para lo cual se hace necesario construir aproximaciones mediante expansiones de Taylor. Para este estudio, se optó por calcular las elasticidades agregadas por un método alternativo, mediante simulaciones dinámicas¹⁶. La forma de proceder consiste en realizar primero una simulación del modelo para una situación base con lo cual se obtiene una trayectoria para la variable dependiente (en este caso para el consumo mundial de celulosa: C_t); posteriormente se aplica una perturbación o *shock* permanente sobre la variable que se desea obtener la elasticidad (precio celulosa, precio reciclado, precio energía, ingreso) con lo que se obtiene una nueva trayectoria para la variable dependiente (C_s). Finalmente se computa las desviaciones porcentuales entre la trayectoria del consumo perturbado (C_s) con respecto a la trayectoria de la simulación base (C_b).

Elasticidad Precio de la Celulosa

En la siguiente figura se observa la elasticidad precio de la celulosa obtenida al aplicar una perturbación permanente de un 1% al precio de la celulosa con respecto a la simulación base.

Figura N°3: Elasticidad Precio de la Celulosa del Consumo Agregado



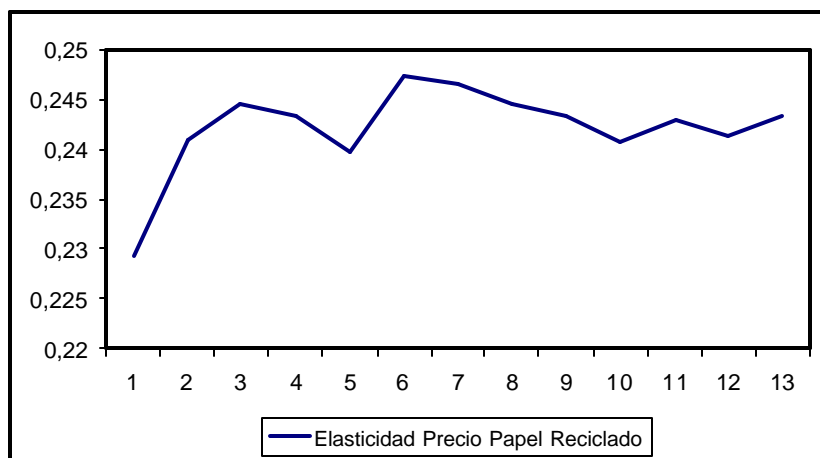
¹⁶ Una simulación dinámica se diferencia de una estática, en que la primera toma los valores rezagados de las variables endógenas a partir de los valores resueltos por el modelo.

Se puede apreciar que la elasticidad precio es negativa, es decir, posee el signo esperado, tomando un valor de $-0,20$ en el corto plazo y de $-0,24$ después de 13 años¹⁷. Si bien se aprecia un descenso en la magnitud de esta elasticidad, también se observa que el cambio evidenciado al final de período de simulación con respecto al inicial es marginal ($-0,04$), lo que indica que no hay mayores diferencias en cuanto a las elasticidades de corto y largo plazo; resultado que era esperable considerando que en las especificaciones de consumo para cada país se obtuvo generalmente modelos donde la variable rezagada del consumo no tenía efectos significativos, por lo que las elasticidades de corto y largo plazo coincidían. Además es altamente probable, que el valor obtenido esté influenciado por la elasticidad encontrada para Estados Unidos, debido al gran peso que tiene este país en el consumo mundial.

Elasticidad Precio del Papel Reciclado

Siguiendo un procedimiento similar al efectuado para la elasticidad precio de la celulosa, a continuación se muestra la elasticidad del consumo con respecto al precio del papel reciclado.

Figura N°4: Elasticidad Precio Papel Reciclado del Consumo Agregado



Como se puede observar, esta elasticidad tiene el signo esperado, es decir positiva, con valores de $0,229$ en el corto plazo, la cual va aumentando a través de los años con ciertos descensos hasta

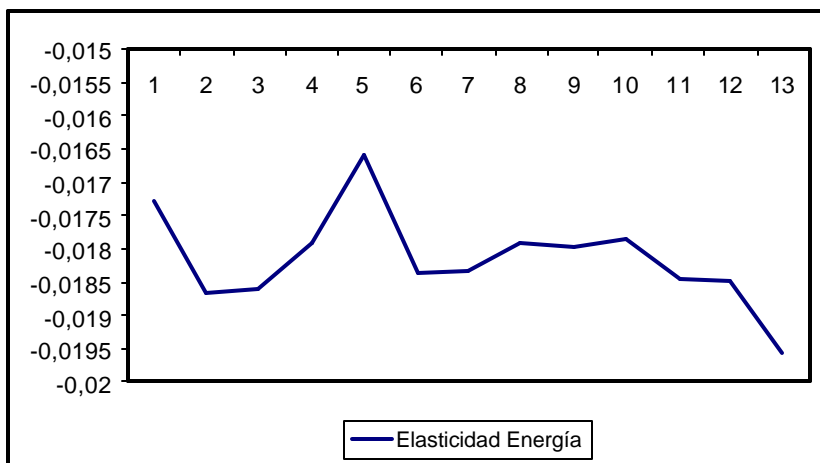
¹⁷ Con el objetivo de analizar si el período muestral considerado para efectuar las simulaciones tenía influencia en los resultados obtenidos, se llevó a cabo la simulación en un período de 23 años, obteniéndose una elasticidad de corto plazo de $-0,20$ y $-0,244$ al cabo de los 23 años, es decir, prácticamente idénticas.

estabilizarse a partir del año 10, alcanzando después de los 13 años un valor de 0,243; es decir, también se aprecia un cambio marginal entre la elasticidad de corto y largo plazo.¹⁸

Elasticidad Precio de la Energía

Si bien el precio de la energía de la celulosa, no resultó ser significativa en todos los países considerados por lo que no aparece como variable explicativa relevante en todas las ecuaciones de consumo a nivel de países, se procedió a estimar de igual forma esta elasticidad agregada con fines meramente indicativos.

Figura N°5: Elasticidad Precio de la Energía del Consumo Agregado



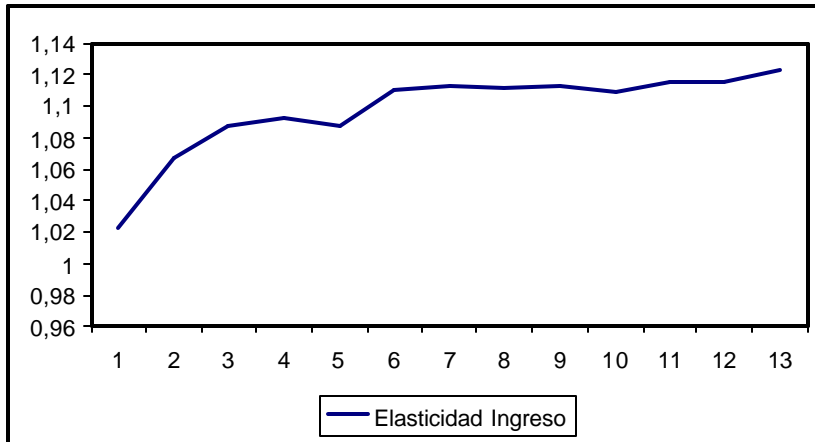
En este caso se tiene que la elasticidad precio de energía para el consumo agregado es negativa y toma un valor en torno a -0.01, sin mayores diferencias entre lo que es corto y largo plazo

Elasticidad Ingreso

Finalmente se muestra la elasticidad ingreso para el consumo agregado.

Figura N°6: Elasticidad Ingreso del Consumo Agregado.

¹⁸ Al ampliar el período simulación a 23 años para las simulaciones se obtienen valores 0,222 y 0,243 al cabo de los 23 años, es decir tampoco hay cambios significativos al considerar un mayor período de simulación.



Como se puede apreciar en la figura, la elasticidad ingreso es positiva, siendo de 1,022 en el corto plazo y creciente en el tiempo, estabilizándose después del quinto año y llegando a un valor de 1,123 después de 13 años.

4. ANALISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MODELO

4.1. VALIDACIÓN DEL MODELO

Como se indicó anteriormente, la elección de las especificaciones finales para las ecuaciones de consumo de los distintos países se basó en un conjunto de criterios como: la calidad del ajuste, la precisión en los estimadores que resultaban ser siempre significativos y consistentes con la teoría, además de un conjunto de tests de diagnóstico de naturaleza estadística. Generalmente se tiene que la decisión de aceptar un modelo u otro va a depender de los propósitos para la cual la estimación ha sido realizada. Por ejemplo, modelos utilizados para predecir, debiesen tener pequeños errores estándar, mientras que los usados para evaluar posibles escenarios de política o para calcular elasticidades estructurales, como en este estudio, debiesen ser consistentes con la teoría económica (Coleman & Elthon, 1970). Por lo tanto, para validar un modelo con múltiples ecuaciones, como el utilizado en este estudio para el consumo agregado de celulosa no existe un criterio estándar o único para aceptar o rechazar su validez estadística, y dependerá del propósito para el cual fue construido.

En esta sección se presentan un conjunto de criterios e indicadores que permitan analizar principalmente la capacidad del modelo para reproducir los valores históricos. Los datos que predice el modelo se obtuvieron mediante una simulación del modelo agregado para el período 1980–2002. Los indicadores más utilizados para estos propósitos son la raíz del error cuadrático medio (RECM) y el error medio absoluto (EAM), los cuales se basan esencialmente en la medición de los errores de predicción¹⁹. Estos indicarán una mejor capacidad predictiva del modelo cuanto más cercanos a cero estén. Sin embargo, presentan algunos inconvenientes, como por ejemplo: (i) dependerán del orden de magnitud de las variables, ante lo cual, es recomendable expresarlos como proporción de la variable estudiada y (ii) puede ser el caso que estos indicadores sean pequeños con respecto a la variable sin que esto signifique con seguridad que el modelo entregue buenas predicciones, problema que se evidencia usualmente en el caso de series con tendencias fuertes (Vial, 1991). Dados estos inconvenientes y la necesidad de medir no sólo las tendencias de las variables, si no que también las fluctuaciones de éstas y las posibles desviaciones sistemáticas en las predicciones, se procedió a regresionar los valores reales del consumo en función de los valores estimados, es decir:

$$C_t^R = b_0 + b_1 C_t^F \quad (12)$$

Dónde C_t^R corresponde al consumo real en el período t y C_t^F al consumo estimado en el período t. Bajo una perfecta estimación se debería tener que $\beta_0=0$ y $\beta_1=1$. En el caso de que $\beta_0 \neq 0$ se tendrá un sesgo aditivo de los errores (se tendrán proyecciones paralelas a los efectivos). En tanto, si $\beta_1 \neq 1$ existirán diferencias entre las pendientes, de manera que al alejarse de la intersección de ambas rectas, los errores tenderán a crecer y a tener un signo determinado. (Vial, 1991).

Tabla N°13: Regresión del Consumo Real en función del Efectivo (1980-2002)

¹⁹ Específicamente estos indicadores está dado por:

$$RECM = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^T \hat{f}_i^2}{T}} \quad EAM = \frac{\sum_{i=1}^T |\hat{f}_i|}{T}$$

Donde \hat{f}_i es el error de predicción (diferencia entre el valores predicho por el modelo y el valor real) y T es el número de observaciones.

Variable dependiente: Consumo Real	
Consumo Estimado	0,978 (40,47)**
Constante	2339529 (0,91)
R² Ajustado	0,987
Nº Observaciones	23
DW	1,756
Estadístico F	1638,01
p_valor	0,000

Notas: Entre paréntesis valor del estadístico t. (**) Indica significancia al 99%

Los resultados de la regresión muestran que existe una buena calidad del ajuste, reflejada en el alto valor que toma el R^2 (0,98). Los tests individuales para el coeficiente del intercepto y de la pendiente indican que no se puede rechazar al hipótesis nula de que $\beta_0=0$ y que $\beta_1=1$. Al testearse en forma conjunta mediante un test F tampoco es posible rechazar la hipótesis conjunta de que $\beta_0=0$ y $\beta_1=1$ conjuntamente, lo que sería evidencia de que los errores no presentan sesgos aditivos ni multiplicativos. Además en virtud del valor que toma el estadístico Durbin Watson (1,75) no existiría autocorrelación de los residuos, lo que implicaría que no habría sistematización en los errores de predicción.

Con el objetivo de validar los resultados obtenidos anteriormente debido a la posibilidad de que los tests utilizados para testear las distintas hipótesis no tengan el poder suficiente dado el tamaño reducido del período considerado y la posible distribución no normal de los errores, se utilizó el coeficiente de desigualdad de Theil, que es un procedimiento alternativo al utilizado en la parte anterior. Este coeficiente de desigualdad de Theil se basa en la descomposición del error cuadrático medio (ECM) y toma valor cero en el caso de perfecta predicción. Mediante la descomposición del error cuadrático medio es posible obtener un conjunto de componentes que también se utilizan para valorar los resultados predictivos de un modelo (componente de sesgo, regresión y error). El componente de sesgo (U^b) mide si los valores estimados tienden a ser bajos o altos con respecto a los valores efectivos, mientras que el de la regresión (U^r) mide las diferencias entre las varianzas de la serie estimada y la observada. Finalmente el componente del error (U^d) mide la parte residual o no sistemática de los errores de predicción y por ende es en este componente dónde debiese recaer la mayor parte del error

total cometido con la estimación. Cada una de estas componentes variará entre cero y uno y la suma total de estos es uno (es decir, $U^b + U^r + U^d = 1$).²⁰

A continuación se detalla los valores obtenidos para estos indicadores a partir de la estimación del consumo agregado de celulosa, dónde se puede corroborar la buena capacidad del modelo para replicar los valores históricos, capacidad reflejada por ejemplo, en los valores cercanos a cero (perfecta predicción) que toma el termino del error absoluto medio ponderado (EAMP) y el coeficiente de desigualdad de Theil (CDT). Además se tiene que en la componente U^d recae la mayor parte del error de predicción (0,95).

Tabla N°14: Indicadores de la Capacidad Predictiva del Modelo de Consumo de Celulosa (1980 – 2002)

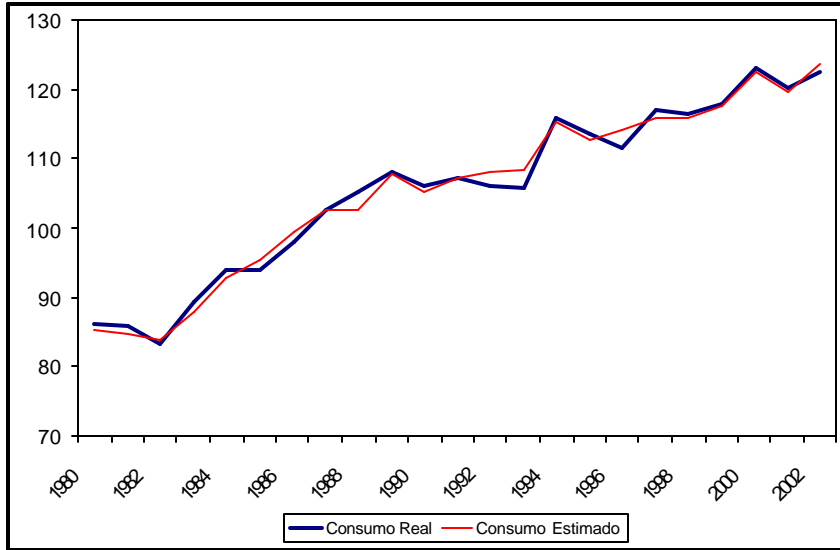
Indicador	Valor
Error Cuadrático Medio (ECM)	1,88E+12
Raíz Error Cuadrático Medio (RECM)	1.371.911
Error Medio Absoluto (EAM)	1.125.891
Error Medio Absoluto Ponderado (EAMP)	0,01707
Coeficiente de Desigualdad de Theil (CDT)	0,01008
Componente de Sesgo (U^b)	0,04102
Componente de la Regresión (U^r)	0,00211
Componente del Error (U^d)	0,95687

Finalmente resulta siempre útil examinar gráficamente los valores reales y estimados a través del tiempo, con el propósito de analizar como responde el modelo en distintos períodos del tiempo ante *peaks* o cambios de tendencias.

Figura N°10: Consumo Mundial de Celulosa: Real v/s Estimado: 1980 - 2002

$$^{20} \text{Específicamente: } U^b = \frac{(\bar{Y} - \bar{Y})^2}{ECM} \quad U^r = \frac{(S_{\hat{Y}} - S_Y)^2}{ECM} \quad U^d = \frac{2(1-r)S_{\hat{Y}}S_Y}{ECM}$$

donde \bar{Y} es la media de los valores reales, $\bar{\hat{Y}}$ es la media de los valores estimados, S_Y es la varianza de los valores reales, $S_{\hat{Y}}$ es la varianza de los valores estimados, r es el coeficiente de correlación entre los valores estimados y reales y ECM es el error cuadrático medio.



Del gráfico anterior de consumo real v/s estimado se pueden notar aspectos que ya habían sido mencionados, como el buen ajuste del consumo estimado con respecto al efectivo. Además no se evidencian mayores sesgos en cuanto a los errores de predicción, ya que no se aprecia una tendencia definida que muestre ya sea una sobrestimación o subestimación persistente del consumo efectivo. También se puede observar que el modelo responde relativamente bien a los quiebres de tendencia en el consumo, resultando especialmente interesante la respuesta del modelo y buen ajuste en los últimos años del período estimado (1998–2002).

4.2. EJERCICIOS de SIMULACIÓN del MODELO

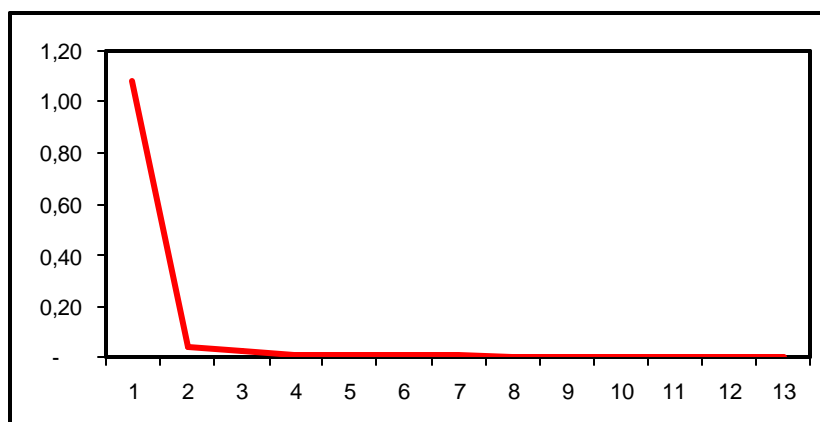
Con el propósito de analizar el desempeño del modelo a nivel agregado, en particular, la consistencia y dinámica de sus respuestas a través del tiempo se efectuó un conjunto de simulaciones que consisten en perturbar una cierta variable en forma transitoria con el propósito de analizar la respuesta de la variable endógena, en este caso, la respuesta del consumo mundial a esa perturbación a través del tiempo. En el caso de la aplicación de un *shock* transitorio, éste es aplicado solamente en el primer período de la simulación, es decir, en el segundo período la variable perturbada vuelve a los valores de la simulación base²¹. En el caso de que el modelo sea estable se tendrá que la trayectoria del consumo mundial de la situación perturbada debiese converger con el paso del tiempo a la trayectoria que tenía esta variable en la situación base.

²¹ Por el contrario, en el caso de una perturbación permanente la variable es perturbada sobre todo el período de simulación

Aumento transitorio del PIB mundial en un 1%

La primera simulación considera el efecto de un aumento transitorio del PIB mundial de un 1%, asumiendo todo lo demás constante²². La siguiente figura muestra el cambio porcentual producido entre la trayectoria del consumo agregado de la situación perturbada con respecto a la situación base a través del tiempo.

Figura N°11: Elasticidad del Consumo Mundial de Celulosa ante un aumento transitorio del 1% del PIB mundial.



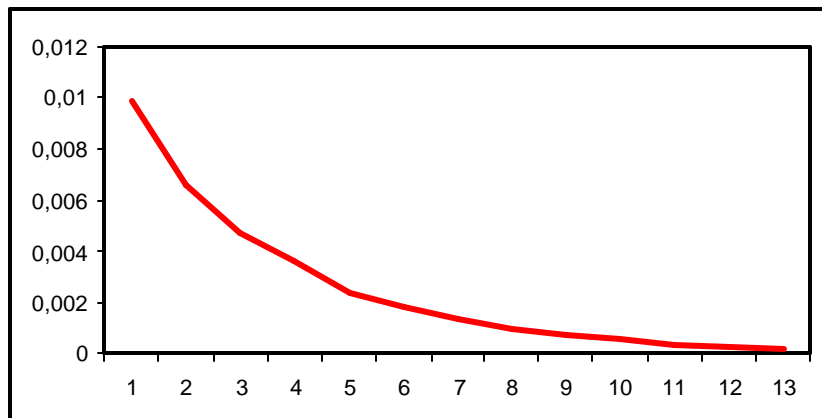
Como se puede apreciar, en el primer año cuando se produce el aumento transitorio del PIB mundial del 1%, el efecto inmediato inducido es un aumento del consumo mundial en un 1,08% con respecto a la trayectoria base, efecto que al siguiente año aún persiste pero a un nivel bastante inferior en comparación al efecto producido en el primer período, para posteriormente irse disipando en los períodos siguientes hasta retomar el nivel de equilibrio. El hecho de que el consumo retome el equilibrio rápidamente, era una situación esperable si se consideran los resultados encontrados a nivel de países, dónde generalmente las elasticidades de corto y largo plazo resultaron ser idénticas debido a que el consumo del período anterior no resultaba ser estadísticamente significativo.

²² Se asume que todos los países crecen transitoriamente un 1% en el año base.

Aumento transitorio del PIB de China en un 1%

Considerando la importancia creciente que ha tenido China sobre el consumo mundial de celulosa, se realizó un ejercicio similar al anterior, pero considerando sólo un aumento transitorio del 1% del PIB de China.

Figura N°12: Elasticidad del Consumo Mundial de Celulosa ante un aumento transitorio del 1% del PIB de China



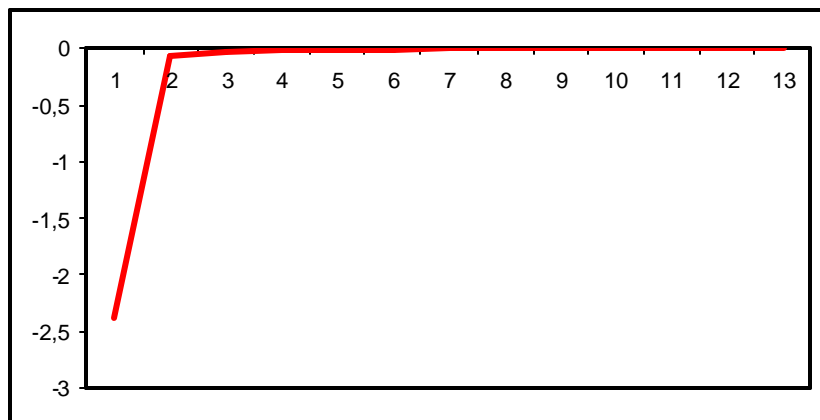
De la figura, se puede ver que el efecto de un 1% transitorio del PIB de China sobre el consumo mundial de celulosa tiene efectos positivos, aunque pequeños en cuanto a magnitud, lo que probablemente se debe a la baja elasticidad ingreso encontrada para este país, al menos en el corto plazo²³. Lo destacable de este caso es el hecho que un aumento transitorio del PIB de China tiene un efecto sobre el consumo mundial prolongado a través del tiempo antes que el consumo mundial retome su equilibrio, por lo que efectos transitorios del crecimiento económico de China tendrían un efecto acumulado o de largo plazo mayor al evidenciado al menos en el corto plazo.

Disminución transitoria del precio del papel reciclado en un 10%

El último ejercicio de simulación analiza el efecto de una disminución transitoria del precio del papel reciclado sobre el consumo mundial de celulosa en un 10%. Según los resultados obtenidos, se esperaría que esta situación implique una disminución del consumo de celulosa debido a la sustitución entre estos productos.

²³ La elasticidad ingreso del consumo encontrada de corto plazo encontrada para el caso de China fue de 0,3; mientras que la de largo plazo fue de 0,88.

Figura N°13: Elasticidad ante una disminución transitorio de un 10% del precio del papel reciclado.



La caída del precio del papel reciclado en el año base en un 10% tiene como efecto inmediato la disminución del consumo de celulosa mundial en un 2,4 %. Al igual que en el caso del aumento transitorio del PIB mundial el efecto de la perturbación no resulta relevante los períodos posteriores al *shock*, retomando prontamente el consumo su nivel de equilibrio.

4.3. PROYECCIÓN DEL CONSUMO DE CELULOSA

Si bien este estudio no ha tenido como fin construir un modelo con fines predictivos, si no más bien sus objetivos se centran esencialmente en la estimación de las distintas elasticidades del consumo de celulosa (a nivel mundial y desagregado), resulta interesante analizar el comportamiento del modelo fuera del período muestral. Para lo anterior, se procedió a realizar una estimación del consumo de celulosa a mediano plazo (2003–2008), utilizando un posible escenario económico para este período.

Considerando que las estimaciones de consumo para los países fueron realizadas hasta el año 2002, fue necesario proyectar las variables exógenas consideradas en el modelo para el período 2003–2008, es decir, proyecciones para el PIB; deflatores (o índices de precios domésticos); tipos de cambio; precio de la energía, celulosa y papel reciclado. Para el caso de los años 2003 y 2004 se utilizaron los valores efectivos de estas variables, mientras que para el período 2005–2008, en el caso del PIB, deflatores y precio de la energía se utilizaron las últimas proyecciones realizadas por el Fondo Monetario

Internacional.²⁴ En tanto, para las paridades cambiarias se supuso que éstas permanecen sin mayores variaciones para el período de estimación, mientras que para el caso del precio internacional de la celulosa y del papel reciclado, dada la falta de proyecciones oficiales se utilizó la tasa de crecimiento promedio de la última década.²⁵

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para la estimación del consumo para el período 2003–2008. Junto con los valores proyectados y tasas de crecimiento previstas se presentan para los años 2003 y 2004 los valores “provisorios” del consumo de celulosa publicados por la FAO²⁶.

Tabla N° 15: Estimaciones para el Consumo Mundial de Celulosa: 2003 – 2008

	Consumo Efectivo	Consumo Estimado	Crecimiento Consumo Estimado
2003	75.672.634	75.707.418	
2004	76.296.729	76.744.027	
2005		77.924.775	2,13%
2006		79.542.018	2,08%
2007		81.485.396	2,44%
2008		83.525.886	2,50%

Nota: El consumo estudiado corresponde al consumo agregado de celulosa considerando a: Estados Unidos, Japón, China, Alemania, Francia e Italia.

Al comparar los valores proyectados del consumo de celulosa con los efectivos para los años 2003 y 2004, se puede apreciar que los valores proyectados por el modelo son muy similares a los efectivos, existiendo para los dos años una leve sobrestimación. Lo anterior no puede ser considerado como evidencia suficiente para afirmar que el modelo genera buenas predicciones o que sobrestima el consumo efectivo fuera de la muestra.

Además se tiene que con base a los supuestos realizados, el crecimiento del consumo mundial de celulosa para los próximos años (2005-2008) debiese ser del orden del 2,3% según el modelo, es decir, una tasa superior a las registrada durante la última década (1,3%). A continuación se presentan estimaciones para el consumo de celulosa para distintos horizontes de tiempo, efectuadas por importantes empresas analistas de la industria. Como es posible apreciar, las estimaciones obtenidas en este estudio son bastante próximas a las que maneja la industria a nivel mundial.

²⁴ “*World Economic Outlook*”, Septiembre 2005

²⁵ En la sección de anexos se presenta un detalle con los supuestos realizados para la proyección de cada una de las variables independientes.

²⁶ Estos valores corresponden a la última publicación de Agosto del 2005 y que en un futuro próximo debiesen ser actualizadas.

Tabla N° 16: Estimaciones de la Industria para el Consumo Mundial de Celulosa

Empresa	Tipo de Consumo	Período	Tasa Prom. de Crecimiento
PPPC *	Market Pulp	2004-2007	2,5%
Hawkins Wright	Market Pulp	2004-2009	2,2%
Risi	Total	2005-2009	2,2%
	Market Pulp	2005-2009	3,2%

Notas: * *Pulp and Paper Products Council*

Market Pulp se refiere a la celulosa que se transa a nivel internacional.

No obstante los satisfactorios resultados obtenidos, los resultados de esta proyección deben ser tomados con suma precaución, ya que están ligados a un conjunto de supuestos sobre los que se basó la proyección. Además se debe considerar el efecto que pueden tener las variables mudas y de tendencias introducidas para el período de estimación del modelo, las cuales generalmente son difíciles de sostener fuera de la muestra.

5. CONCLUSIONES y COMENTARIOS FINALES

En este trabajo se ha especificado y estimado un modelo econométrico para el consumo de celulosa a nivel mundial y desagregado para los principales países consumidores. Los resultados del estudio indican que la elasticidad precio del consumo a nivel mundial es inelástica, con un valor de -0,20 en el corto plazo y -0,24 en el largo plazo, resultados acordes con la evidencia empírica encontrada en estudios previos. Respecto de la elasticidad ingreso, los valores obtenidos son 1,02 y 1,12 para el corto y largo plazo respectivamente. Esto implica que incrementos en el ingreso mundial (*ceteris paribus*) tendría como consecuencia un aumento igualmente proporcional en el consumo mundial de celulosa.

Un aspecto destacable de este trabajo y que no había sido considerado en estudios anteriores, es la incorporación de otras variables que influyen sobre el consumo de este producto, como el efecto de los sustitutos y de otros insumos utilizados en la producción de papeles. Como producto sustituto se incorporó el papel reciclado, obteniéndose una elasticidad precio cruzada del consumo mundial de 0,22 en el corto plazo y de 0,24 en el largo plazo, lo que pone de manifiesto la sustitución entre estos productos. Para el caso del precio de la energía se encontró que sólo en algunos países resulta ser significativo, encontrándose una elasticidad de -0,01 tanto para el corto como largo plazo.

En este trabajo no se encontraron diferencias significativas entre las elasticidades de corto y largo plazo, lo que indicaría según el modelo planteado que el consumo de celulosa no sufre mayores ajustes entre lo que es el consumo corriente y el de largo plazo o de equilibrio. Este resultado puede ser validado por las bajas tasas de crecimiento que ha experimentado el consumo de celulosa en la última década a nivel mundial (1,3%) y para los países industrializados. En el caso de los países no desarrollados considerados en este estudio, como China y Brasil se encontraron diferencias significativas, lo que se debería a la persistencia del patrón de consumo que han evidenciado en los últimos años. Según el modelo planteado, estos países estarían en una senda de ajuste hacia su nivel de consumo de equilibrio o de largo plazo.

Con base a los resultados obtenidos del estudio, se podría decir que si bien es innegable la importancia creciente (y su más probable impacto futuro) que han tenido en el consumo mundial de celulosa algunos países en vías de desarrollo como el caso de China, actualmente son los países industrializados quienes tienen una mayor influencia sobre el consumo mundial, en especial, el caso de Estados Unidos que concentra más de un tercio del consumo mundial. Ante tal situación, escenarios futuros para el consumo de este producto, al menos en el **corto plazo**, debiesen estar íntimamente ligados con el comportamiento que puedan tener estos países, y en particular, con las tasas de crecimiento económico que puedan alcanzar estas economías, que como se evidenció en este estudio es una de las variables que tiene un mayor impacto sobre el nivel de consumo de este producto.

El modelo es capaz de replicar satisfactoriamente los datos históricos. Teniendo presente lo mencionado previamente, una proyección del consumo de celulosa a mediano plazo (2003-2008) indica que el consumo de este producto debiese crecer a una tasa promedio del 2,3%, cifra similar a la que maneja la industria. Estos aspectos son sin duda argumentos a favor del modelo y los resultados obtenidos. Sin perjuicio de lo anteriormente expuesto, una posible fuente de sesgo de los resultados obtenidos podría deberse a la utilización del PIB real en las estimaciones de consumo a nivel de países. Cuando se agrega la demanda por celulosa de la firma representativa a nivel de país se llega a que el consumo del país dependerá de la producción de papel nacional (entre otras variables), sin embargo, en las estimaciones se utiliza el PIB nacional (real) como variable *proxy*. Esta situación ha sido obviada en estudios previos que utilizan modelos similares, lo cual tiene una serie de ventajas para las posibles inferencias y proyecciones a efectuar a partir de tal especificación. A nivel agregado (mundial) lo más

probable es que ambas variables estén fuertemente relacionadas; el problema puede surgir a nivel de países debido a la heterogeneidad de los distintos componentes del PIB local. Reconociendo esta situación, se exploró la relación entre la producción de papel y PIB real a nivel de países. Los resultados (detallados en la sección de anexos) muestran que para el período de estimación el coeficiente de correlación entre ambas variables a nivel mundial y para los países considerados varía entre 0,92 y 0,99. Adicionalmente, se replicaron las estimaciones encontradas reemplazando el PIB real por producción local de papel, encontrándose que las elasticidades producto son levemente inferiores a las elasticidades ingreso obtenidas y que se repiten los países que exhiben las mayores y menores elasticidades. Si bien puede ser discutible si es válido comparar directamente ambas elasticidades y si dicha evidencia es concluyente, los resultados sugieren la importancia de tener en cuenta esta situación y explorarla en análisis posteriores.

El trabajo desarrollado constituye una primera aproximación a un estudio sistemático del consumo mundial de celulosa desde una perspectiva econométrica. En virtud del estudio realizado y de los resultados obtenidos, a continuación se enuncian posibles temáticas a desarrollar en estudios posteriores:

- (i) Esfuerzos futuros en este tipo de estudios debiesen estar centrados más que en el desarrollo de modelo más complejos, en el mejoramiento de la calidad de la información disponible, que permita por ejemplo realizar, por ejemplo, un análisis diferenciado entre los distintos tipos de celulosa (fibra corta y fibra larga). Es conocido que estas fibras poseen demandas diferenciadas y que si bien en el corto plazo pueden no existir mayores efectos sustitutivos entre estos productos, en el largo plazo pueden surgir ciertos grados de sustitución que son imposibles de analizar y cuantificar con el uso de datos agregados.
- (ii) Si se pretende explorar los determinantes de corto plazo del consumo de celulosa, será necesario incorporar variables como los inventarios (para este estudio sólo fue posible disponer de información de años recientes) y las expectativas de los agentes. Actualmente existe un amplio desarrollo teórico en cuanto al modelamiento de la demanda por inventarios, tanto para la demanda real por parte de productores y consumidores, como para el caso de la demanda especulativa que incorporan el modelamiento de la formación de expectativas por parte de los agentes.

- (iii) Finalmente existen otros temas más específicos y de interés particular para los distintos participantes del mercado de la celulosa que guardan relación con el estudio en mayor profundidad de mercados específicos, que sirvan como insumo para la elaboración de estrategias de promoción y comercialización más efectivas.

REFERENCIAS

- Ackerman F & Gallagher K., 2001, "Mixed Signals: Market Incentives, Recycling and the Price Spike of 1995", Working Paper 01-02, Global Development and Environment Institute.
- Barr C. & Cossalter C., 2004, "China's development of a plantation-based wood pulp industry: government policies, financial incentives, and investment trends", mimeo
- Beerjund C & Soderholm P., 2003, "An econometric analysis of global waste paper recovery and utilization", **Environmental and Resource Economics**, N°26, pp 429-456.
- Bergman M. & Johansson P., 2000, "Strategic Investment in the Pulp and Paper Industry: A Count Data Regression Analysis", Working Paper N° 536, The Research Institute of Industrial Economics.
- Bintag C & Buongiorno J., 2001, "International Demand Equations for Forest Products: A Comparison of Methods", **Scandinavian Journal of Forest Research**, 16, pp 155-172
- Buongiorno J. & Chas-Amil M., 2000, "The demand for paper and paperboard: econometric models for the European Union", **Applied Economics**, Vol. 32, 987-999.
- Buongiorno J. & Turner J., 2004, "Estimating Price and Income Elasticities of Demand for Imports of Forest Products from Panel Data", **Scandinavian Journal of Forest Research**, 9, 358-373.
- Buongiorno J. & Chas-Amil M., 1999, "Determinants of Prices of Paper and Paperboard in the European Union from 1969 to 1992", **Journal of Forest Economics**, Vol 5, N°1.
- Brown R. & Zhang D., 2004, "Paper Products Supply in the United States: 1981-2001", mimeo
- Carrascal U., Gonzales Y. & Rodriguez B., 2000, "Análisis Económico con E-views", Alfaomega Group Editor.
- Chas-Amil M. & Buongiorno J., 2000, "The demand of paper and paperboard econometric models for the European Union", mimeo
- Coleman J. & Elton M., (1991), "An Econometric Model of the World Cotton and Non-Cellulosic Fiber Markets", World Bank Staff Commodity Working Paper, N°24
- Cruz E. Donizette A., Soares J. & Pereira J., 2003, "A Demanda de Celulose no Mercado Internacional", *Cerne*, Vol. N°9, 48-55.
- Davidson R. and James G. MacKinnon, 1989, "Testing for Consistency using Artificial Regressions," **Econometric Theory**, 5, 363-384.
- Davidson R. and James G. MacKinnon, 1990, "Specification Test Based on Artificial Regressions", **Journal of the American Statistical Association**, 85, 220-227.
- Davidson R. and James G. MacKinnon, 1993, "Estimation and Inference in Econometrics", Oxford University Press.
- Deadman D. & Turner R., 1983, "The UK waste paper industry and its long terms prospects", **The Journal of**

Politics Economics, Volume 22, N°2

Dickey, David & Wayne A. Fuller, 1979, “Distributional of the Estimates for Autoregressive Time Series with Unit Root”, **Journal of the American Statistical Association**, 74, 427-431.

Durbin J., 1970, “Testing for Serial Correlation in Least Squares Regression When Some of the Regressors are Lagged Dependent Variables”, **Econometrica**, 38, 410-421.

FAOSTAT, Base de Datos FAO (Food and Agriculture Organization of United Nations)

Hamilton J., (1994), **Time Series Analysis**, Princeton University Press.

Hausman, J. (1978) “Specification Tests in Econometrics,” **Econometrica**, 46, 1251–1272.

Internacional Financial Statistics, Base de datos Fondo Monetario Internacional (FMI)

Internacional Monetary Fund (IMF), 2005, “**World Economics Outlook**”, September 2005.

Isen P., 1999, “Global cycle changes the rules for U.S. pulp and paper”, PIMA’s North American Papermarket 81, pp 37-42.

Lamberg J., 2001, “Strategy Process in Paper and Industry in Scandinavian Countries and in United State in the 20th Century: An Introduction to the Theme”, EBHA Conference 2001, University of Jyvaskyla.

Li H, Luo J., McCarthy P., 2002, “Demand Functions for Paper and Paperboard in China”, International Conference of the Integration of the Greater Chinese Economics”, Hong Kong

Lundgreen T. & Sjostrom M. 1998, “A Dynamic Factor Model for the Swedish Pulp Industry”, Department of Economics, University of Umea

Lundmark R, 2000, “Paper Recovery and Investment Behavior in the European Pulp and Paper Industry”, Licentiate Thesis, Division of Economics University of Technology Lulea.

Lundmark R, 2002, “The Rol of Wasterpaper in the Pulp and Paper Industry; Investment, Technical Changes and Factor Substitution”, Doctoral Thesis, Division of Economics University of Technology Lulea.

Marshall I. & Silva E., 2002, “Determinación del Precio del Cobre: Un Modelo basado en los Fundamentos de Mercado”, En “**Dilemas y Debates en torno al cobre**”, editor Patricio Meller, Ediciones Dolmen

Nerlove M., 1958, “Distributed lags and the estimation of long-run supply and demand elasticities: theoretical considerations”. **Journal Farm Economics**, 40, pp 301-311

Ulloa A, 2002, “Análisis econométrico del consumo mundial de cobre y perspectivas futuras”, En “**Dilemas y Debates en torno al cobre**”, editor Patricio Meller, Ediciones Dolmen

Vial J, 1988, “An econometric study of the world copper market”, Ph.D. Dissertation; University of Pennsylvania; Nota Técnica 112, CIEPLAN.

Vial J, 1991, “Especificación y Evaluación de Modelos Econométricos”, Serie Docente N°3, CIEPLAN.

Vial J, 2004, “Modeling Commodity Markets in the Global Economy: Familiar Finding and New Strategies”

6. ANEXOS

A1. DEFINICIÓN DE VARIABLES Y FUENTES DE INFORMACIÓN

Tabla N°31 Definición de variables utilizadas en estimaciones y fuentes de información

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	FUENTE
LCCQ_USA	Logaritmo del consumo (aparente) de celulosa química para Estados Unidos	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization)
LCCQ_JPN	Logaritmo del consumo (aparente) de celulosa química para Japón	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization)
LCCQ_CHN	Logaritmo del consumo (aparente) de celulosa química para China	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization)
LCCQ_DEU	Logaritmo del consumo (aparente) de celulosa química para Alemania	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization)
LCCQ_ITA	Logaritmo del consumo (aparente) de celulosa química para Italia	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization)
LCCQ_FRA	Logaritmo del consumo (aparente) de celulosa química para Francia	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization)
LCCQ_BRA	Logaritmo del consumo (aparente) de celulosa química para Brasil	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization)
LCCQ_NOR	Logaritmo del consumo (aparente) de celulosa química para países Escandinavos (Suecia y Finlandia)	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization)
LCCQ_CAN	Logaritmo del consumo (aparente) de celulosa química para Canadá	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization)
LPRCQ_USA	Logaritmo del precio de la celulosa química en US\$, deflactado por el deflactor del PIB de Estados Unidos.	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization) International Financial Statistics (Fondo Monetario Internacional)
LPRCQ_JPN	Logaritmo del precio de la celulosa química en US\$, convertido a yen por el tipo de cambio promedio y deflactado por el deflactor del PIB de Japón.	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization) International Financial Statistics (Fondo Monetario Internacional)
LPRCQ_CHN	Logaritmo del precio de la celulosa química en US\$, convertido a yuan por el tipo de cambio promedio y deflactado por el deflactor del PIB de China.	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization) International Financial Statistics (Fondo Monetario Internacional)
LPRCQ_DEU	Logaritmo del precio de la celulosa química en US\$, convertido a euro por el tipo de cambio promedio y deflactado por el deflactor del PIB de Alemania.	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization) International Financial Statistics (Fondo Monetario Internacional)
LPRCQ_ITA	Logaritmo del precio de la celulosa química en US\$, convertido a euro por el tipo de cambio promedio y deflactado por el deflactor del PIB de Italia.	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization) International Financial Statistics (Fondo Monetario Internacional)
LPRCQ_FRA	Logaritmo del precio de la celulosa química en US\$, convertido a euro por el tipo de cambio promedio y deflactado por el deflactor del PIB de Francia.	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization) International Financial Statistics (Fondo Monetario Internacional)
LPRCQ_BRA	Logaritmo del precio de la celulosa química en US\$, convertido a reales por el tipo de cambio promedio y deflactado por el deflactor del PIB de Brasil.	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization) International Financial Statistics (Fondo Monetario Internacional)

LPRCQ_NOR	Logaritmo del precio de la celulosa química en US\$, deflactado por deflactor del PIB de Suecia y Finlandia (ponderados por consumos)	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization) International Financial Statistics (Fondo Monetario Internacional)
LPRCQ_CAN	Logaritmo del precio de la celulosa química en US\$, convertido a dólar canadiense por el tipo de cambio promedio y deflactado por el deflactor del PIB de Canadá.	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization) International Financial Statistics (Fondo Monetario Internacional)
LPRRP_USA	Logaritmo del precio del papel reciclado en US\$, deflactado por el deflactor del PIB de Estados Unidos.	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization) International Financial Statistics (Fondo Monetario Internacional)
LPRRP_JPN	Logaritmo del precio del papel reciclado en US\$, convertido a yen por el tipo de cambio promedio y deflactado por el deflactor del PIB de Japón.	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization) International Financial Statistics (Fondo Monetario Internacional)
LPRRP_CHN	Logaritmo del precio del papel reciclado en US\$, convertido a yuan por el tipo de cambio promedio y deflactado por el deflactor del PIB de China.	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization) International Financial Statistics (Fondo Monetario Internacional)
LPRRP_DEU	Logaritmo del precio del papel reciclado en US\$, convertido a euro por el tipo de cambio promedio y deflactado por el deflactor del PIB de Alemania.	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization) International Financial Statistics (Fondo Monetario Internacional)
LPRRP_ITA	Logaritmo del precio del papel reciclado en US\$, convertido a euro por el tipo de cambio promedio y deflactado por el deflactor del PIB de Italia.	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization) International Financial Statistics (Fondo Monetario Internacional)
LPRRP_FRA	Logaritmo del precio del papel reciclado en US\$, convertido a euros por el tipo de cambio promedio y deflactado por el deflactor del PIB de Francia.	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization) International Financial Statistics (Fondo Monetario Internacional)
LPRRP_BRA	Logaritmo del precio del papel reciclado en US\$, convertido a reales por el tipo de cambio promedio y deflactado por el deflactor del PIB de Brasil.	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization) International Financial Statistics (Fondo Monetario Internacional)
LPRRP_NOR	Logaritmo del precio del papel reciclado en US\$, deflactado por deflactor del PIB de Suecia y Finlandia (ponderados por consumos)	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization) International Financial Statistics (Fondo Monetario Internacional)
LPRRP_CAN	Logaritmo del precio del papel reciclado en US\$, convertido a dólar canadiense por el tipo de cambio promedio y deflactado por el deflactor del PIB de Canadá.	FAOSTAT (Food and Agriculture Organization) International Financial Statistics (Fondo Monetario Internacional)
LPREG_USA	Logaritmo del precio de la energía (<i>UK brent</i>) en US\$, deflactado por el deflactor del PIB de Estados Unidos.	International Financial Statistics (Fondo Monetario Internacional)
LPREG_JPN	Logaritmo del precio de la energía (<i>UK brent</i>) en US\$, convertido a yen por el tipo de cambio promedio y deflactado por el deflactor del PIB de Japón.	International Financial Statistics (Fondo Monetario Internacional)
LPREG_CHN	Logaritmo del precio de la energía (<i>UK brent</i>) en US\$, convertido a yuan por el tipo de cambio promedio y deflactado por el deflactor del PIB de China.	International Financial Statistics (Fondo Monetario Internacional)
LPREG_DEU	Logaritmo del precio de la energía (<i>UK brent</i>) en US\$, convertido a euro por el tipo de cambio promedio y deflactado por el deflactor del PIB de Alemania.	International Financial Statistics (Fondo Monetario Internacional)
LPREG_ITA	Logaritmo del precio de la energía (<i>UK brent</i>) en US\$,	International Financial Statistics

	convertido a euro por el tipo de cambio promedio y deflactado por el deflactor del PIB de Italia.	(Fondo Monetario Internacional)
LPREG_BRA	Logaritmo del precio de la energía (<i>UK brent</i>) en US\$, convertido a reales por el tipo de cambio promedio y deflactado por el deflactor del PIB de Brasil.	International Financial Statistics (Fondo Monetario Internacional)
LPREG_FRA	Logaritmo del precio de la energía (<i>UK brent</i>) en US\$, convertido a euro por el tipo de cambio promedio y deflactado por el deflactor del PIB de Francia.	International Financial Statistics (Fondo Monetario Internacional)
LPREG_NOR	Logaritmo del precio de la energía (<i>UK brent</i>) en US\$, deflactado por deflactor del PIB de Suecia y Finlandia (ponderados por consumos)	International Financial Statistics (Fondo Monetario Internacional)
D75	Variable <i>dummy</i> que toma valor 1 en 1975 y 0 en los otros años	
D77_78	Variable <i>dummy</i> que toma valor 1 en 1977 y 1978 y 0 en los otros años	
D79	Variable <i>dummy</i> que toma valor 1 en 1979 y 0 en los otros años	
D86	Variable <i>dummy</i> que toma valor 1 en 1986 y 0 en los otros años	
D94	Variable <i>dummy</i> que toma valor 1 en 1994 y 0 en los otros años	
D95	Variable <i>dummy</i> que toma valor 1 en 1995 y 0 en los otros años	
TREND	Variable de tendencia	

A2. ECUACIONES PARA EL CONSUMO DE CELULOSA POR PAÍSES

$$LCCQ_USA = -0.1970681892 * LPRCQ_USA + 0.1847789124 * LPRRP_USA + 0.8947247094 * LGDP1_USA - 0.05917688516 * (@TREND) + 0.003006022385 * (@TREND^2) - 4.835003004e-05 * (@TREND^3) + 0.1043713411 * D94 - 8.315109303$$

$$LCCQ_JPN = -0.3381943188 * LPRCQ_JPN + 0.4428291369 * LPRRP_JPN - 0.07121929621 * LPREG_JPN + 1.562062001 * LGDP1_JPN - 0.01589676986 * (@TREND) - 0.09196175425 * D86 - 29.13775237$$

$$LCCQ_CHN = -0.1760842582 * LPRCQ_CHN + 0.3089694316 * LGDP1_CHN - 2.513380492 + 0.6642100543 * LCCQ_CHN(-1)$$

$$LCCQ_DEU = -0.02370211214 * LPRCQ_DEU + 0.180426549 * LPRRP_DEU + 0.6795303545 * LGDP1_DEU + 0.6352658892 * LCCQ_DEU(-1) - 14.57824463$$

$$LCCQ_ITA = -0.4949970032 * LPRCQ_ITA + 0.6488596739 * LPRRP_ITA - 0.1597681268 * LPREG_ITA + 1.955726668 * LGDP1_ITA - 0.1995392882 * D86 - 39.45480932$$

$$LCCQ_FRA = -0.1159480724 * LPRCQ_FRA + 0.1872627612 * LPRRP_FRA + 1.072185708 * LGDP1_FRA - 0.03150091181 * LPREG_FRA - 15.36021982$$

$$LCCQ_BRS = -0.2452608818 * LPRCQ_BRS + 0.2817935351 * LPRRP_BRS + 0.9281277938 * LGDP1_BRS + 0.546983556 * LCCQ_BRS(-1) - 0.3721150479 * D79 - 18.64063328$$

$$\text{LCCQ_NOR} = -0.2355646158 * \text{LPRCQ_NOR} + 0.1556168394 * \text{LPRRP_NOR} - 0.03269687635 * \text{LPREG_NOR} + 1.179740871 * \text{LGDP1_NOR} - 0.1649970797 * \text{D77_78} + 0.128648119 * \text{D95} - 14.15651495$$

$$\text{LCCQ_CAN} = -0.1332605187 * \text{LPRCQ_CAN} + 0.2759735296 * \text{LPRRP_CAN} + 1.736758325 * \text{LGDP1_CAN} - 0.1839701922 * (\text{@TREND}) + 0.006703889722 * (\text{@TREND}^2) - 9.793685718 \text{e-}05 * (\text{@TREND}^3) - 0.1689084657 * \text{D75} - 30.00823676$$

$$\begin{aligned} \text{CCQ_BLOQUE1} &= \text{CCQ_USA} + \text{CCQ_JPN} + \text{CCQ_CHN} + \text{CCQ_DEU} + \text{CCQ_FRA} + \text{CCQ_ITA} \\ \text{CCQ_BLOQUE2} &= \text{CCQ_USA} + \text{CCQ_JPN} + \text{CCQ_CHN} + \text{CCQ_DEU} + \text{CCQ_FRA} + \text{CCQ_ITA} + \\ &\text{CCQ_BRAS} + \text{CCQ_NOR} + \text{CCQ_CAN} \end{aligned}$$

A3. DETALLE ESTIMACIONES ECONOMETRICAS A NIVEL DE PAISES.

Variable dependiente: Ln Consumo Celulosa

Método de Estimación	Usa		Japón		China		Alemania		Italia		Francia		Brasil		Escandinavos		Canadá	
	OLS	IV	OLS	IV	OLS	IV	OLS	IV	OLS	IV	OLS	IV	OLS	IV	OLS	IV	OLS	IV
Ln Precio Celulosa	-0,126 (-3,59)**	-0,191 (-3,21)**	-0,152 (-3,20)**	-0,338 (-2,75)**	-0,176 (-2,48)**	-0,141 (-1,66)	-0,023 (-0,27)	-0,010 (-0,05)	-0,494 (-4,57)**	-0,602 (-2,35)**	-0,115 (-2,13)**	-0,204 (-1,87)**	-0,245 (-2,05)**	-0,318 (-1,54)*	-0,070 (-1,05)	-0,235 (-2,21)**	-0,133 (-1,71)*	-0,243 (-1,79)*
Ln Precio Papel Reciclado	0,125 (3,21)**	0,180 (3,15)**	0,297 (5,01)**	0,442 (3,94)**	0,442 (3,94)**	0,168 (1,84)*	0,180 (1,84)*	0,168 (0,96)	0,648 (5,73)**	0,756 (2,92)**	0,187 (3,03)**	0,280 (2,39)**	0,281 (2,29)**	0,347 (1,77)*	0,030 (0,46)	0,155 (1,66)*	0,275 (4,00)**	0,343 (3,49)**
Ln Precio Energía	0,939 (4,89)**	0,917 (4,47)**	1,419 (11,57)**	1,562 (8,92)**	0,308 (2,63)**	0,294 (2,84)**	0,679 (3,00)**	0,682 (2,97)**	1,955 (15,31)**	2,049 (8,54)**	1,072 (13,42)**	1,157 (9,42)**	0,928 (5,02)**	0,917 (4,89)**	1,121 (9,86)**	1,179 (9,12)**	1,736 (4,85)**	1,972 (4,49)**
Tendencia	-0,057 (-4,45)**	-0,054 (-3,91)**	-0,012 (-3,72)**	-0,015 (-3,40)**													-0,163 (-4,95)**	-0,201 (-4,76)**
Tendencia 2	0,002 (5,79)**	0,002 (5,44)**															0,006 (5,47)**	0,007 (5,22)**
Tendencia 3	0,0004 (-7,04)**	0,0004 (-6,70)**															-0,0009 (-6,15)**	-0,0001 (-5,75)**
D75																	-0,168 (-3,55)**	-0,134 (-2,25)**
D77_78																	-0,163 (-4,74)**	-0,164 (-4,29)**
D79																	-0,372 (-4,57)**	-0,383 (-4,45)**
D86																		
D84	0,109 (4,49)**	0,106 (4,09)**																
D85																		
Ln Consumo Celulosa (-1)																		
Constante	-9,633 (-1,76)*	-9,008 (-1,54)	-25,217 (-7,04)**	-29,137 (-5,77)**	-2,513 (-2,33)**	-2,236 (-2,00)**	-14,578 (-2,74)**	-14,511 (-2,69)**	-39,454 (-11,04)**	-42,071 (-6,28)**	-15,360 (-6,66)**	-17,808 (-5,05)**	-18,640 (-5,12)**	-18,667 (-5,09)**	-12,779 (-4,13)**	-14,156 (-4,05)**	-30,008 (-3,30)**	-35,944 (-3,23)**
R ² Ajustado	0,982	0,98	0,983	0,973	0,965	0,949	0,917	0,917	0,952	0,95	0,955	0,951	0,984	0,984	0,965	0,957	0,879	0,869
Nº Observaciones	33	33	33	33	24	24	32	32	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
DW	1,956	1,821	1,843	1,454					1,916	1,969	1,980	1,887			1,700	1,551	1,817	1,735
H-Durbin					-1,053	0,838	-0,160	-0,437										
Breusch - Godfrey	0,004	0,238	0,017	2,314	2,337	1,376	0,063	0,088	0,077	0,247	0,195	0,100	-0,991	-0,775	0,423	0,945	0,154	0,489
p_valor	0,945	0,625	0,893	0,128	0,126	0,240	-0,801	0,765	0,78	0,618	0,658	0,751	0,286	0,464	0,515	0,330	0,694	0,484
Hausman (1)	2,071		26,912		0,557		0,006		0,214		0,878		0,188		3,988			
p_valor	0,978		0,912		0,677		0,999		0,999		0,971		0,999		0,779			
Hausman (2)	1,54		2,36		-1,07		-0,07		0,46		0,99		0,43		2,69			

Notas: OLS Mínimos Cuadrados Ordinarios
 IV Variables Instrumentales (se utilizaron como instrumentos externos la producción mundial de celulosa y el precio de la celulosa rezagado en un período)
 (*) Indica significancia al 90 %
 (**) Indica significancia al 95 %
 (1) Contraste tradicional de Hausman, corresponde al valor del estadígrafo
 (2) Valor del estadístico t para residuo obtenido de la forma reducida del precio de la celulosa (Aproximación de Davidson & Mackinnon)

A3. ESPECIFICACIONES ALTERNATIVAS A NIVEL DE PAISES.

Tabla N°32: Especificaciones alternativas a nivel de países

Variable dependiente: Ln Consumo Celulosa									
	Usa	Japón	China	Alemania	Italia	Francia	Brasil	Escand.	Canadá
Ln Precio Celulosa	-0,187 (-3,16)**	-0,338 (-2,75)**	-0,171 (-0,84)	-0,029 (-0,34)	-0,494 (-4,57)**	-0,115 (-2,13)**	-0,249 (-2,04)**	-0,235 (-2,21)**	-0,109 (-1,38)
Ln Precio Papel Reciclado	0,166 (2,84)**	0,442 (3,94)**	0,056 (0,23)	0,139 (1,40)	0,648 (5,73)**	0,187 (3,03)**	0,266 (1,99)**	0,155 (1,66)*	0,297 (4,23)**
Ln Precio Energía	0,0001 (1,11)	-0,071 (-3,62)**	-0,059 (-0,54)	0,040 (1,53)	-0,159 (-5,04)**	-0,031 (-1,92)**	0,013 (0,34)	-0,032 (-1,45)	-0,045 (-1,27)
Ln Ingreso	0,992 (4,64)**	1,562 (8,92)**	0,332 (2,39)**	0,678 (3,07)**	1,955 (15,31)**	1,072 (13,42)**	0,914 (4,77)**	1,179 (9,12)**	1,473 (3,59)**
Tendencia	-0,073 (-3,38)**	-0,015 (-3,40)**							-0,114 (-1,74)*
Tendencia ²	0,003 (4,50)**								0,004 (1,84)*
Tendencia ³	-0,00005 (-5,53)**								-0,00006 (-2,32)**
D75									-0,181 (-3,78)**
D77_78								-0,164 (-4,29)**	
D79							-0,370 (-4,43)**		
D86		-0,091 (-2,10)**			-0,199 (-2,53)**				
D94	0,106 (4,16)**								
D95								0,128 (2,28)**	
Ln Consumo Celulosa (-1)			0,573 (2,68)**	0,585 (4,09)**			0,545 (5,02)**		
Constante	-11,013 (-1,82)*	-29,137 (-5,77)**	-1,834 (-1,34)	-13,768 (-2,64)**	-39,454 (-11,04)**	-15,360 (-6,66)**	-18,223 (-4,67)**	-14,156 (-4,05)**	-23,589 (-2,29)**
R ² Ajustado	0,980	0,973	0,951	0,921	0,952	0,955	0,983	0,957	0,882
Nº Observaciones	33	33	22	32	33	33	33	33	33
DW	1,914	1,454			1,916	1,980		1,551	1,948
Breush - Godfrey	0,025	0,084	2,488	0,084	0,077	0,195	1,419	0,945	0,001
p_valor	0,873	0,771	0,114	0,771	0,780	0,658	0,233	0,330	0,967
Método Estimación	IV	IV	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS	IV	OLS

Notas: **OLS** Mínimos Cuadrados Ordinarios
IV Variables Instrumentales (se utilizaron como instrumentos externos la producción mundial de celulosa y el precio de la celulosa rezagado en un período)
 (*) Indica significancia al 90 %
 (**) Indica significancia al 95 %

Tabla N°33: Resumen de Elasticidades del Consumo para los principales países consumidores

	Elasticidades de Corto Plazo				Elasticidades de Largo Plazo				Período	R2 Ajust
	Precios				Precios					
	Celulosa	Reciclado	Energía	Ingreso	Celulosa	Reciclado	Energía	Ingreso		
Estados Unidos	-0,18	0,16	0,0001	0,99	-0,18	0,16	0,00	0,99	1970-2002	0,980
Japón	-0,33	0,44	-0,07	1,56	-0,33	0,44	-0,07	1,56	1970-2002	0,973
China	-0,17	0,05	-0,05	0,33	-0,40	0,12	-0,12	0,77	1979-2002	0,951
Alemania	-0,02	0,13	0,04	0,67	-0,05	0,31	0,10	1,60	1971-2002	0,921
Italia	-0,49	0,64	-0,15	1,95	-0,49	0,64	-0,15	1,95	1970-2002	0,952
Francia	-0,11	0,18	-0,03	1,07	-0,11	0,18	-0,03	1,07	1970-2002	0,955
Brasil	-0,24	0,26	0,01	0,91	-0,52	0,57	0,02	1,98	1970-2002	0,983
Escandinavos *	-0,23	0,15	-0,03	1,17	-0,23	0,15	-0,03	1,17	1970-2002	0,957
Canadá	-0,10	0,29	-0,04	1,47	-0,10	0,29	-0,04	1,47	1970-2002	0,882

Notas: * Corresponde a Suecia y Finlandia.

A5. SUPUESTO UTILIZADOS EN PROYECCIÓN DEL CONSUMO: 2003-2008

Tabla N°35: Tasas de Crecimiento PIB real (%) utilizados en proyección: 2003-2008

	Mundial	Estados Unidos	Japón	China	Alemania	Italia	Francia	Brasil	Escand	Canadá
2003	4,0	2,7	1,4	9,5	-0,2	0,3	0,9	0,5	2,0	2,0
2004	5,1	4,2	2,7	9,5	1,6	1,2	2,0	4,9	3,1	2,9
2005	4,3	3,5	2,0	9,0	0,8	1,2	1,5	3,3	2,2	2,9
2006	4,3	3,3	2,0	8,2	1,2	1,4	1,8	3,5	3,0	3,2
2007	4,3	2,3	2,0	8,2	1,2	1,4	1,8	3,5	3,0	3,2
2008	4,3	3,3	2,0	8,2	1,2	1,4	1,8	3,5	3,0	3,2

Fuente: “*World Economic Outlook*” (Septiembre 2005), Fondo Monetario Internacional (FMI)

Tabla N°36: Tasas de Crecimiento Deflatores e Índices de Precios (%) utilizados en proyección: 2003–2008

	Estados Unidos	Japón	China	Alemania	Italia	Francia	Brasil	Nórdicos	Canadá
2004	2,6	-1,4	3,9	0,8	2,9	1,4	6,6	0,9	3,1
2005	2,5	-1,2	3,0	0,4	2,6	1,6	6,8	0,7	2,3
2006	2,1	-1,2	3,8	0,7	1,9	1,3	4,6	0,1	2,2
2007	2,1	-0,6	3,8	0,7	1,8	1,7	4,6	1,4	2,2
2008	2,1	-0,6	3,8	0,7	1,8	1,7	4,6	1,4	2,2

Fuente: “*World Economic Outlook*” (Septiembre 2005), Fondo Monetario Internacional (FMI)

Tabla N°37: Tasas de Crecimiento Precios Nominales (%) utilizados en proyección: 2003–2008

	CELULOSA	RECICLADO	ENERGIA
2004	8,5	4,8	30,7
2005	4,7	4,4	43,6
2006	4,7	4,4	13,9
2007	4,7	4,4	-2,2

Fuente: *Food and Agriculture Organization* (FAO) y “*World Economic Outlook*” (Septiembre 2005), Fondo Monetario Internacional (FMI)

A6. REGRESIONES CON PRODUCCIÓN DE PAPEL COMO REGRESOR.

Tabla N°38: Coeficiente de Correlación PIB Real – Producción de Papel.

	Mundial	Usa	Japón	China	Alemania	Francia	Italia	Suecia	Finlandia	Brasil	Canadá
1970-2002	0,995	0,966	0,991	0,986	0,984	0,971	0,928	0,983	0,970	0,988	0,974
1970-1979	0,916	0,840	0,867	0,990	0,851	0,794	0,927	0,689	0,649	0,955	0,619
1980-1989	0,995	0,974	0,986	0,998	0,979	0,926	0,764	0,986	0,981	0,959	0,985
1990-2002	0,980	0,681	0,893	0,972	0,987	0,918	0,977	0,969	0,897	0,961	0,983

Nota: 1970-2002 corresponde al período utilizado en estimaciones econométricas.

Tabla N°39: Resultados Regresión utilizando Producción de Papel como regresor.

Variable dependiente: Ln Consumo Celulosa									
	Usa	Japón	China	Alemania	Italia	Francia	Brasil	Escandinavos	
Ln Precio Celulosa	-0,174	-0,184	-0,236	-0,017	-0,661	-0,051	-0,099	0,169	
	(-1,88)*	(-1,95)**	(-2,84)**	(-0,24)	(-2,97)**	(-0,58)	(-0,97)	(4,13)**	
Ln Precio Papel Reciclado	0,103	0,096	0,064	0,132	0,928	0,197	0,06	-0,121	
	(1,22)	(1,32)	(0,26)	(1,70)*	(3,90)**	1,76*	(0,53)	(-3,38)**	
Ln Precio Energía	-0,00004	-0,03	-0,043	-0,041	-0,036	-0,081	0,021	-0,001	
	(0,36)	(-3,62)**	(-0,38)	(1,99)**	(-5,19)**	(-2,73)**	(0,70)	(-0,15)	
Ln Producción de Papel	0,702	1,04	0,294	0,501	1,324	0,885	0,891	0,613	
	(5,93)**	(13,10)**	(2,21)**	(-4,90)**	(8,06)**	(7,19)**	(7,05)**	(17,13)**	
Tendencia	0,034	-0,01							
	(4,52)**	(-3,64)**							
Tendencia²	-0,0006								
	(-5,78)**								
D73	-0,08								
	(-2,01)**								
D77_78								-0,155	
								(-6,91)**	
D79							-0,353		
							(-5,11)**		
D86					-0,337				
					(-2,44)**				
D94	0,008								
	(4,17)**								
Ln Consumo Celulosa (-1)			0,688	0,602			0,349		
			(3,79)**	(5,40)**			(=2,60)**		
Constante	4,84	-0,911	0,666	-1,770	-5,59	0,771	-1,313	5,649	
	(2,38)**	(-0,69)	-0,56	(-1,19)	(-2,16)**	(0,37)	(-1,72)*	(8,03)**	
R² Ajustado	0,969	0,985	0,949	0,948	0,952	0,885	0,989	0,985	
Nº Observaciones	33	33	22	33	33	33	33	33	
DW	1,630	1,612		2,007	1,43	1,830		1,723	
Breush - Godfrey	1,407	0,018	3,146	0,019	0,829	0,039	1,799	0,448	
p_valor	0,235	0,891	0,176	0,890	0,362	0,841	0,179	0,502	
Método Estimación	IV	IV	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS	IV	

Tabla N°40: Comparación Elasticidad Ingreso – Elasticidad “Producción de Papel” (Elasticidad Producto)

	Elast. Ingreso		Elast. "Prod. Papel"	
	CP	LP	CP	LP
Estados Unidos	0,91	0,91	0,70	0,70
Japón	1,56	1,56	1,04	1,04
China	0,30	0,88	0,29	0,92
Alemania	0,67	1,81	0,50	1,25
Italia	1,95	1,95	1,32	1,32
Francia	1,07	1,07	0,89	0,89
Brasil	0,92	2,00	0,89	1,36
Escandinavos *	1,17	1,17	0,61	0,61

**Centro de Economía Aplicada
Departamento de Ingeniería Industrial
Universidad de Chile**

Serie Economía

Nota : Copias individuales pueden pedirse a CEA c/o Lina Canales, Av. República 701, Santiago, Chile, Fono: +562/678 4072, Fax: +562/689 7895, email: lcanales@dii.uchile.cl

Los documentos también están disponibles en la página Web del CEA, en la dirección <http://www.cea-uchile.cl/>.

Note: CEA's working papers are available upon request from CEA c/o Lina Canales, Av. República 701, Santiago, Chile, Phone: +562/678 4072, Fax: +562/689 7895, email: lcanales@dii.uchile.cl

CEA's working papers are also available at CEA's Web page, under the address <http://www.cea-uchile.cl/>.

2006

227. Un Análisis Econométrico del Consumo Mundial de Celulosa
José Ignacio Sémbler, Patricio Meller y Joaquín Vial
226. The Old and the New Reform of Chile's Power Industry. (Por aparecer en el International Journal of Global Energy Issues (forthcoming 2007)).
M. Soledad Arellano
225. Socioeconomic status or noise? Tradeoffs in the generation of school quality information. (Por aparecer en el Journal of Development Economics).
Alejandra Mizala, Pilar Romaguera y Miguel Urquiola.
224. Mergers and CEO power
Felipe Balmaceda
123. Task-Specific Training and Job Design.
Felipe Balmaceda
122. Performance of an economy with credit constraints, bankruptcy and labor inflexibility
Felipe Balmaceda y Ronald Fischer
121. Renegotiation without Holdup: Anticipating spending and infrastructure concessions
Eduardo Engel, Ronald Fischer y Alexander Galetovic
220. Using School Scholarships to Estimate the Effect of Government Subsidized Private Education on Academic Achievement in Chile
Priyanka Anand, Alejandra Mizala y Andrea Repetto

219. Portfolio management implications of volatility shifts: Evidence from simulated data
Viviana Fernandez y Brian M Lucey
218. Micro Efficiency and Aggregate Growth in Chile
Raphael Bergoeing y Andrea Repetto

2005

217. Asimetrías en la Respuesta de los Precios de la Gasolina en Chile
Felipe Balmaceda y Paula Soruco
216. Sunk Prices and Salesforce Competition
Alejandro Corvalán y Pablo Serra
215. Stock Markets Turmoil: Worldwide Effects of Middle East Conflicts
Viviana Fernández
214. The Competitive Role of the Transmission System in Price-regulated Power Industries
M. Soledad Arellano y Pablo Serra
213. La Productividad Científica de Economía y Administración en Chile. Un Análisis Comparativo (Documento de Trabajo N° 301. Instituto de Economía, Pontificia Universidad Católica de Chile)
Claudia Contreras, Gonzalo Edwards y Alejandra Mizala
212. Urban Air Quality and Human Health in Latin America and the Caribbean
Luis A. Cifuentes, Alan J. Krupnick, Raúl O’Ryan y Michael A. Toman
211. A Cge Model for Environmental and Trade Policy Analysis in Chile: Case Study for Fuel Tax Increases
Raúl O’Ryan, Carlos J. de Miguel y Sebastian Millar
210. El Mercado Laboral en Chile Nuevos Temas y Desafíos
Jaime Gatica y Pilar Romaguera
209. Privatizing Highways in The United States
Eduardo Engel, Ronald Fischer y Alexander Galetovic
208. Market Power in Price-Regulated Power Industries
M. Soledad Arellano y Pablo Serra
207. Market Reforms and Efficiency Gains in Chile
Raphael Bergoeing, Andrés Hernando y Andrea Repetto
206. The Effects on Firm Borrowing Costs of Bank M&As
Fabián Duarte, Andrea Repetto y Rodrigo O. Valdés
205. Cooperation and Network Formation
Felipe Balmaceda

204. Patrones de Desarrollo Urbano: ¿Es Santiago Anómalo?
Raphael Bergoeing y Facundo Piguillem
203. The International CAPM and a Wavelet-based Decomposition of Value at Risk
Viviana Fernández
202. Do Regional Integration Agreements Increase Business-Cycle Convergence? Evidence from Apec and Nafta
Viviana Fernández y Ali M. Kutan
201. La dinámica industrial y el financiamiento de las pyme. (Por aparecer en El Trimestre Económico)
José Miguel Benavente, Alexander Galetovic y Ricardo Sanhueza
200. What Drives Capital Structure? Evidence from Chilean Panel Data
Viviana Fernández

2004

199. Spatial Peak-load Pricing
M. Soledad Arellano y Pablo Serra
198. Gas y Electricidad: ¿qué hacer ahora?. (Estudios Públicos 96, primavera 2004, 49-106)
Alexander Galetovic, Juan Ricardo Inostroza y Cristian Marcelo Muñoz
197. Reformando el sector eléctrico chileno: Diga NO a la liberalización del mercado spot
M. Soledad Arellano
196. Risk, Pay for Performance and Adverse Selection in a Competitive Labor Market
Felipe Balmaceda
195. Vertical Integration and Shared Facilities in Unregulated Industries
Felipe Balmaceda y Eduardo Saavedra
194. Detection of Breakpoints in Volatility
Viviana Fernández
193. Teachers' Salary Structure and Incentives in Chile
Alejandra Mizala y Pilar Romaguera
192. Estimando la demanda residencial por electricidad en Chile: a doña Juanita le importa el precio
José Miguel Benavente, Alexander Galetovic, Ricardo Sanhueza y Pablo Serra
191. Análisis y Recomendaciones para una Reforma de la Ley de Quiebras
Claudio Bonilla, Ronald Fischer, Rolf Lüders, Rafael Mery, José Tagle
190. Trade Liberalization in Latin America: The Case of Chile
Ronald Fischer

189. Time-Scale Decomposition of Price Transmission in International Markets
Viviana Fernández
188. Slow Recoveries. (Por aparecer en Journal of Development Economics)
Raphael Bergoeing, Norman Loayza y Andrea Repetto
187. Market Power in Mixed Hydro-Thermal Electric Systems
M. Soledad Arellano
186. Efectos de la privatización de servicios públicos en Chile: Casos sanitario, electricidad y telecomunicaciones
Ronald Fischer y Pablo Serra
185. A Hierarchical Model for Studying Equity and Achievement in the Chilean School Choice System
Alejandra Mizala, Pilar Romaguera y Carolina Ostoic
184. Innovaciones en Productividad y Dinámica de Plantas. (Revista de Análisis Económico, 18(2), pp. 3-32, 2003)
Raphael Bergoeing y Facundo Piguillem
183. The Dynamics of Earnings in Chile
Cristóbal Huneeus y Andrea Repetto
182. Monopoly Regulation, Chilean Style: The Efficient-Firm Standard in Theory and Practice
Álvaro Bustos y Alexander Galetovic
181. Vertical Mergers and Competition with a Regulated Bottleneck Monopoly
Alexander Galetovic y Ricardo Sanhueza
180. Crecimiento Económico Regional en Chile: ¿Convergencia?
Rodrigo Díaz y Patricio Meller
179. Incentives versus Synergies in Markets for Talent
Bharat N. Anand, Alexander Galetovic y Alvaro Stein
178. Why is Manufacturing Trade Rising Even as Manufacturing Output is Falling?. (Por Aparecer en American Economic Review, Papers and Proceedings)
Raphael Bergoeing, Tim Kehoe, Vanessa Strauss-Kahn and Kei-Mu Yi
177. Transmisión eléctrica y la “ley corta”: por qué licitar es (mucho) mejor que regular
Alexander Galetovic y Juan Ricardo Inostroza
176. Soft Budgets and Highway Franchising
Eduardo Engel, Ronald Fischer and Alexander Galetovic
175. The Credit Channel in an Emerging Economy
Viviana Fernández

* Para ver listado de números anteriores ir a <http://www.cea-uchile.cl/>.