



ANÁLISIS ACERCA DEL PRECIO DE LAS DISTINTAS CLASES DIAMÉTRICAS DE LAS TROZAS QUE DEN RENTABILIDAD AL FORESTADOR Y MAXIMICEN EL VALOR AGREGADO DE UNA CUENCA

Gustavo Daniel BRAIER¹

Palabras clave: *mercado maderero, economía regional, rendimiento, demanda*

1. INTRODUCCIÓN

En el marco del PIA 12027 se ha llevado a cabo un análisis respecto del efecto que tienen los precios de las distintas clases diamétricas de trozas. La hipótesis que se plantea es que el funcionamiento imperfecto del mercado de la madera triturable y chips impacta en un peor funcionamiento del mercado de las otras clases diamétricas. Cuando se habla de un peor funcionamiento se hace referencia a un menor nivel de actividad y, por lo tanto, un menor valor agregado. En el mundo cotidiano, un menor valor agregado implica menos producción y menos empleo.

En el trabajo realizado se observa, mediante la utilización de un modelo sobre el mercado maderero regional, que a diferentes precios de mercado para la madera triturable y el chip se verifica un diferente nivel de actividad no solo en el mercado de la industria que utiliza madera triturable, sino también en aquel que utiliza otras clases diamétricas. Con un precio más alto se observa un mayor nivel de inversión y producción. Con un precio más bajo, se observa un menor nivel de inversión y producción.

Situaciones de mercado. Monopsonio

El mercado de la madera triturable es estructuralmente oligopsónico. La madera triturable es aquella que por su ancho solo es apta para ser triturada en su utilización industrial. Un mercado oligopsónico es aquel en el que pocos compradores enfrentados a muchos vendedores están en capacidad de fijar el precio del bien negociado. El vendedor tiene muy pocas alternativas de mercado que se profundizan en su escasez porque la madera tiene un bajo valor por volumen y no soporta fletes largos.

Rol de los precios en la economía

Los precios tienen un rol muy importante en la economía. Están asociados a la parte racional de las decisiones que toman los actores económicos. Es sabido, y ya está comprobado, que nuestro accionar no es solamente racional, sino también emocional, pero el rol racional basado en los precios es muy importante.

Cada actor económico tiende a adquirir los bienes al menor precio posible, mientras intenta vender su producto al mayor precio posible. Como fuera dicho, hay factores que pueden incidir en tomar una buena o mala decisión en esta línea, pero eso no significa que esta línea principal deje de estar presente.

Por ejemplo, se pretende tener toda la información existente al momento de tomar una decisión, pero sabemos que ello es imposible, tanto por lo vasto del conjunto de datos, como por la dinámica que tienen los mismos. Otros factores que afectan una decisión racional son las irregularidades, que si bien no queda bien que queden por escrito, sabemos que existen, como el pago de diferenciales de precios dependiendo de si se trata de una operación registrada impositivamente o no, o si hay algún

¹ Msc.– Fundación Ambiente y Desarrollo. Contacto: gdbraier@gmail.com; PAPYRO.COM
+54 11 4795-9666



empleado venal en el departamento de compras que decide basado en el dinero que puede recibir del vendedor en lugar de buscar el beneficio de su empleador.

Transferencia de ingresos e impactos en el nivel de actividad

En los mercados se cruzan las necesidades de vender con las de comprar, realizables mediante acuerdos mutuos de precios, formas de entregas, plazos de pago, etcétera. Cuando el comprador tiene más poder de negociación que el vendedor, se pactan precios más bajos que si no se diese esta situación en la mayor parte de los casos. Esto lleva a que la actividad ejercida por el comprador le permita tener una ganancia mayor, mientras que el vendedor tiene una ganancia menor. Ese excedente que se genera en el comprador puede tener diferentes usos, que pueden verificarse tanto dentro como fuera de la cuenca económica en donde se realiza la transacción. Si el vendedor tiene la casi totalidad de su actividad dentro de la cuenca, es posible que sus ingresos se vuelquen en esa misma cuenca. Si el comprador tiene actividad tanto dentro como fuera de la cuenca, no es fácil saber en qué área geográfica se volcará el ingreso obtenido.

Veamos ahora qué impacto tienen estos hechos en la dinámica de las cuencas foresto-industriales basadas en especies de rápido crecimiento.

La economía regional y la foresto-industria con especies de rápido crecimiento

La existencia de plantaciones forestales es un hecho relativamente reciente que complementa la oferta maderera proveniente de los bosques nativos. Una característica importante de las mismas es la homogeneidad de las trozas que ofrece, a semejanza de los bosques del hemisferio norte, donde surgió la base industrial que satisfizo las necesidades de la población mundial durante décadas. Por el contrario, los bosques subtropicales y tropicales presentan una gran cantidad de especies diferentes por hectárea, lo que imposibilita llevar adelante un proceso industrial similar al tradicional. La mayor cantidad de bibliografía y trabajos realizados sobre la planificación forestal se han basado en bosques nativos, metodología que luego fue trasladada con pocos cambios hacia las plantaciones forestales.

Las diferencias fundamentales entre ambos tipos de cuencas madereras son: que una tiene que ser plantada, mientras la otra fue generada naturalmente; las plantadas tienen un rendimiento anual muy superior y, por lo tanto, sus ciclos de crecimiento son más cortos. Esto hace que deba destacarse una diferencia que se estudia mucho en economía entre stock y flujo. Si bien ambas unidades tienen un flujo de madera derivado de su crecimiento anual, en los bosques nativos el stock es de suma importancia dada su extensión y la enorme cantidad de masa maderable que se encuentra en pie.

Por el lado de las plantaciones forestales, no existe un stock importante que dé sustento a su oferta. Su gran crecimiento anual, que multiplica en aproximadamente 10 veces al del bosque nativo, es el que hace que su oferta se constituya más en un flujo que en una base de stock. En consonancia con los esquemas industriales tradicionales, el stock puede ser visto como un costo financiero evitable.

La diferencia marcada lleva a que las metodologías de análisis y las consideraciones básicas puedan ser distintas, aunque no están muy profundizadas ni en los análisis ni en la literatura.

En el caso de las plantaciones forestales, dados los cortos ciclos de crecimiento que tienen en términos relativos a los bosques nativos, se pueden plantear modelos que sugieran no solo qué tipo de tratamiento silvicultural darle a las plantaciones, sino también qué complejo industrial puede acompañarlas. Esto es así, además, porque la fuerza industrial de conversión de la madera tiene un dinamismo necesariamente asociado al agregado de superficie por decisión humana y por los altos rendimientos. La combinación de potencial aumento de superficie, con grandes volúmenes acumulados anualmente, hace que en un corto período de tiempo la realidad de la región pueda cambiar radicalmente, permitiendo la instalación de industrias que, por ejemplo, diez años antes eran impensadas e inviables por falta de recurso fibroso.



Las industrias que se puedan instalar se abastecerían de las trozas provistas por los árboles que, por su propia naturaleza, tienen clases diamétricas. Éstas tienen distintas potencialidades industriales. Cada una de esas trozas tiene un valor de mercado, derivado de la cantidad de madera ofertada y la demandada. Juega también en la fijación de este valor el poder de negociación de cada uno de los actores. Adicionalmente, juega el desarrollo industrial de la cadena transformadora. Solo es capaz de pagar precio más alto por diámetros y calidades mayores aquel establecimiento industrial que esté en capacidad de sacarle un mayor provecho económico. Se puede tener la calidad maderera perfecta, pero si no existe la industria capaz de sacar provecho de ese material, el precio será el mayor que la industria pueda pagar, pero nunca alcanzará a su potencial productivo.

Entonces, visto globalmente, y no el bosque por un lado, la industria por otro y el mercado de productos industrializados en un tercer concepto, el objetivo es obtener la mayor cantidad de pesos por la venta de los productos industriales obtenidos del rollo. La búsqueda de este comportamiento es económicamente virtuoso porque estaría cubriendo la demanda de productos por la que más se está dispuesto a pagar y la que supuestamente más se necesita en la región productiva, porque lleva el valor agregado sectorial a su máximo y porque permite distribuir esos mayores recursos entre todos los integrantes del clúster productivo, incluyendo al estado por medio del pago de tasas e impuestos.

Esta situación es muy dinámica, dado que los gustos de los consumidores, los métodos constructivos y productivos, los costos de transporte, las producciones de otras regiones, los avances tecnológicos que sirven para elaborar la madera o para utilizarla como insumo y varios otros factores más cambian continuamente. A veces, esos cambios son coyunturales, pero otros estructurales, por lo que uno puede presumir que ciertos estados jamás volverán a repetirse en el futuro.

Al mismo tiempo, debe tenerse en cuenta que el mecanismo habitual de mercado falla en el sector foresto-industrial porque la oferta de madera no puede aumentar en el corto plazo (y ni siquiera en el mediano plazo) si el precio de la madera sube, a no ser que lo haga a costa de la oferta futura inmediata (al adelantarse la corta) o de quitarle madera a otra industria (cuando una industria que consume diámetros menores comienza a utilizar diámetros mayores). Ninguna de estas dos alternativas posibles suple el mecanismo que la economía espera del precio y sus señales hacia los mercados productivos. Si el precio es muy bajo, la oferta no puede disminuir porque se deriva de lo que fue plantado décadas atrás. Puede retrasarse el aprovechamiento, pero eso podría profundizar el problema en los años siguientes.

En suma, teniendo en cuenta los problemas estructurales para el funcionamiento tradicional de los mercados en el rubro madera (plazos de maduración de la materia prima demasiado largos para que las señales de precios cumplan su objetivo) y la presencia de monopsonios, se plantea la necesidad de analizar en forma conjunta la estructura productiva por parte de todos sus integrantes con el fin de potenciar la capacidad productiva de la cuenca en su conjunto.

Vamos a pasar ahora a ver un ejemplo de la provincia de Entre Ríos, mientras en el texto vamos detallando las características de la técnica y del modelo utilizado. Como se ha dicho, se ha analizado la cuenca de Entre Ríos con un modelo de optimización (programación lineal), estableciendo que el objetivo es la maximización del valor agregado en la región, partiendo de la superficie plantada actual, del crecimiento presente para las plantaciones en distintos tratamientos silviculturales, los costos de plantación, de aprovechamiento y transporte de la madera, de la capacidad instalada actual con su eficiencia y costos, de una situación de mercado en cantidades y precios y de determinados costos logísticos para la entrega de esos bienes finales.

Maximizar el valor agregado significa conceptualmente buscar las acciones a lo largo de décadas que nos permitan alcanzar el diseño de las plantaciones y de la industria para lograr el máximo beneficio dentro del marco de las condiciones de mercado establecidas para los productos finales. Así, se dibujan dos mundos; uno en el que la provincia tiene incidencia: lo que se planta y lo que se invierte;



en el otro, lo que se puede vender en Argentina o el mundo por las cantidades y precios máximos existentes. Por ejemplo, si hay una demanda de tableros aglomerados de 5mm estimada en la Argentina de 10.000m³ anuales, el conjunto productivo no va a poder vender más que eso. Es importante resaltar el análisis conjunto desde hoy y hasta las siguientes décadas de la forestación, la industria y el mercado de productos industrializados.

En este trabajo vamos a tratar de evitar las fórmulas y vamos a expresar todo lo que se pueda en forma conceptual en atención a los potenciales lectores del documento.

Función objetivo

La función objetivo del modelo busca maximizar los ingresos, y está compuesta por los elementos que se describen a continuación. Los siguientes términos suman a la función objetivo:

1. Ingresos por ventas de productos al mercado interno (en pesos).
2. Ingresos por exportaciones de productos (en dólares).
3. Valuación de las tierras plantadas al final del último período de planificación.
4. Valuación de los módulos de producción construidos al final del último período de planificación.

Por otra parte, los siguientes términos se encuentran restando en la función objetivo:

1. Gastos de plantación.
2. Gastos de corta.
3. Gastos de compra de nueva tierra.
4. Gastos de quema de raleos.
5. Gastos de fabricación de productos.
6. Gastos de flete de madera.
7. Gastos de construcción de nuevos módulos de producción.
8. Gastos logísticos asociados a las exportaciones.
9. Gastos de quema de subproductos.

Todos los gastos e ingresos se encuentran afectados por la tasa de descuento acumulada correspondiente al período en cuestión.

Algunos datos

En la experiencia profesional realizada en temas similares en las últimas décadas, hemos detectado una traba en los integrantes de las cuencas de detenerse demasiado en la exactitud de los datos. Consideramos que es una actitud incorrecta para este tipo de análisis y sabemos que exponer algunos de los datos utilizados va a conducir a eso. Pedimos que se trate de evitar esta actitud en el lector en los números que vamos a exponer. Ténganse en cuenta que la incertidumbre acerca de los datos que se toman como marco o como ponderador de aquí a 5, 10, 20 o 30 años es mayúscula.

La pregunta siguiente es, entonces, ¿si hay tanta incertidumbre vale la pena analizar el futuro con modelos tan exactos y detallados? La respuesta es que las decisiones, con o sin análisis, se toman igual. Cuando uno decide realizar una plantación de 500 hectáreas de Eucalyptus con baja densidad de plantación, con raleos y podas, de algún modo, está apostando a que efectivamente va a realizar esas tareas y que va a poder vender lo producido a las industrias que puedan aprovechar esa calidad y pagar el precio correspondiente. En un modelo, esos supuestos se explicitan. Además, se van sumando las decisiones individuales, lo que termina conformando la oferta. Es imposible que al momento de tomar esa decisión uno sepa qué están pensando hacer todos los colegas en ese año y



los subsiguientes. ¿Qué pasa, luego, si la oferta obtenida no es suficiente para que se instale una planta industrial que aproveche esa madera para el rango de años en que debo realizar mi tala rasa? ¿O qué pasa si hay una gran sobreoferta? ¿Se instalará rápidamente una industria que tome provecho de esa buena calidad de rollos? ¿Habrá en el mercado demanda de esos productos industriales que esa fábrica elaboraría? La bola de cristal es una hermosa fabulación de la mente humana, pero adivinar el futuro no es posible.

¿Qué es lo que sí se puede hacer, entonces? Es analizar todas estas alternativas juntas con herramientas adecuadas y evaluar diferentes escenarios. Esto se puede hacer individualmente, pero si se lo hace en conjunto es mucho más rico. En definitiva, esto es lo que se trata de hacer con este trabajo, mostrando el análisis de este punto en particular.

Tierras (plantadas y no plantadas)

Se incorporaron los mejores datos recabados de plantaciones de eucaliptos en la provincia de Entre Ríos en los finales del año 2013. Las consultas realizadas no permiten afirmar que exista una cifra clara y definitiva de superficie forestal en la provincia. La cifra final y sus detalles fueron armados sobre la base de consultas con funcionarios provinciales, nacionales y del ámbito privado.

Aún así, también se ha hecho una aproximación respecto de las edades, separadas entre 0 y 20 años y de los tratamientos silviculturales a los que fueran sometidas, siendo las alternativas, como se expuso en las unidades de análisis: sin la realización de raleos, con raleos en el año 4 o con raleos en los años 6 y 9. Se trata, entonces, de un total de 84.440 hectáreas distribuidas en estas categorías mencionadas en la forma en que se expone en la **Tabla 1**, que se incluye a continuación.

Edad	Eucalipto R4	Eucalipto R6 Y 9	Eucalipto SR	Total General
0	1250	3750	700	5700
1	550	3750	700	5000
2	550	3750	700	5000
3	550	3750	700	5000
4	377	3231	700	4308
5	308	3294	700	4302
6	706	3919	700	5325
7	663	4088	700	5451
8	1906	2455	335	4696
9	2454	2306	708	5468
10	1314	337	3595	5246
11	1122	524	3937	5583
12	742	910	2438	4090
13	715	664	1384	2763
14	749	651	2382	3782
15	845	2131	2560	5536
16	989	638	1162	2789
17	965	81	1572	2618
18	69	22	305	396
19	31	11	345	387
20	24	0	976	1000
Total General	16879	40262	27299	84440

Tabla 1 Superficie en hectáreas plantada con eucalipto en la provincia de Entre Ríos. Año 2013.

FUENTE: Elaboración propia sobre datos de referentes calificados



Se considera, adicionalmente, que hay 50 mil hectáreas que podrían incorporarse en el complejo foresto-industrial, pero las mismas deben comprarse a un precio de \$32.000 por hectárea, en valores de diciembre del año 2013. Este dato también ha sido chequeado con referentes del sector en la provincia y debe señalarse que puede establecer un límite a la expansión del sector, por más que haya mercado para los productos.

Rendimiento de las plantaciones

Cada una de estas plantaciones tiene un rendimiento, tanto para los raleos como para las talas rasas, que se vuelcan en los Tablas a continuación. Los raleos se realizan en años fijos, pero la tala rasa, por la misma característica del modelo, se permite que se realice en algunos de los años en los que se presenta rendimiento. Por ejemplo, un eucalipto plantado y raleado en los años 4 y 6, puede ser cosechado en la edad 17 con un volumen de 219 toneladas de rollos de más de 26 cm en punta fina, o en la edad 19 con un volumen de 236 toneladas de rollos de igual calidad.

Debe tenerse en cuenta en este caso que no se trata del análisis que a veces se realiza de en qué año convendría realizar la tala rasa en función de que el valor del vuelo se incrementaría a una tasa menor que a otra de referencia, sino que se suman un conjunto de consideraciones que se pueden enumerar. Por ejemplo, pudieron haberse realizado plantaciones con grandes diferencias de superficie entre año y año; sin embargo, la demanda es más estable y no puede duplicarse un año y retroceder al 30 por ciento 3 años después. Este tipo de modelos, más cercanos a la realidad que el mero análisis por hectárea, puede demorar algunas cosechas en función de ofrecer un flujo de oferta de madera más estable.

Los rendimientos considerados son los siguientes:

Especie	Edad	08 a 14	14 a 18	18 a 26	26 o mas	Total General
Eucalipto SR	6	24	84	94		202
	7	30	82	134		246
	8	35	82	161	5	283
	9	42	82	179	14	317
	10	44	79	191	28	342
	11	45	77	197	44	363
	12	48	74	198	62	382
Eucalipto R6 Y 9	15				200	200
	16				210	210
	17				219	219
	18				228	228
	19				236	236
	20				243	243
Eucalipto R4	12	11	33	178	105	327
	13	14	36	174	122	346
	14	18	38	171	136	363
	15	22	41	168	148	379
	16	24	41	162	162	389

Tabla 2. Rendimiento de las plantaciones, de acuerdo con su tratamiento silvicultural, edad y clase diamétrica (t/ha). Clase diamétrica expresada en cm de punta fina. FUENTE: Diana Díaz, sobre la base del simulador del INTA.

Especie	Edad	08 a 14	14 a 18	18 a 26	26 o mas	Total General
Eucalipto R4	4	3	40	33		76
Eucalipto R6 Y 9	6		11	95		106
	9			20	100	120
Eucalipto R6 Y 9 Total			11	115	100	226



Tabla 3. Rendimiento del raleo de las plantaciones, de acuerdo con su tratamiento silvicultural, edad y clase diamétrica (t/ha). Clase diamétrica expresada en cm de punta fina. FUENTE: Diana Díaz sobre la base del simulador del INTA

Los valores de las Tablas 2 y 3 deben sumarse para conocer el rendimiento por hectárea a lo largo del ciclo, dado que la primera muestra lo que se obtendría con la tala rasa en diferentes edades y la segunda lo que se obtuvo como consecuencia de los raleos realizados.

Gastos de plantación y cosecha

Para gastos de plantación, en valores cercanos a diciembre de 2013, se tomaron los que se vuelcan en la **Tabla 4**. El caso de “sin raleos” se asemejó al del rebrote, para introducir esta modalidad muy utilizada en la provincia.

Especie	0	1	2	3	Total General
Eucalipto R4	8000	2500	1200		11700
Eucalipto R6 Y 9	8000	2500	1200	1000	12700
Eucalipto SR		3200	800		4000

Tabla 4. Gastos de plantación (\$/año/ha). FUENTE: Elaboración propia sobre la base de referentes sectoriales

Para la consideración de los gastos de cosecha de la madera, tanto de raleo como de tala rasa, en los distintos tratamientos silviculturales, se tomaron los datos de la **Tabla 5**.

Edad	Eucalipto R4	Eucalipto R6 Y 9	Eucalipto SR
4	90	90	75
6	90	90	75
7	90	90	75
8	90	90	75
9	90	90	75
10	90	90	75
11	90	90	75
12	70	70	75
13	70	70	75
14	60	60	75
15	60	60	75
16	60	60	75
17	60	60	75
18	60	60	75
19	60	60	75
20	60	60	75

Tabla 4. Gastos de cosecha (\$/t en cada edad). FUENTE: Elaboración propia sobre la base de referentes sectoriales

En relación con los costos, dentro del ámbito del modelo, se ha considerado la posibilidad de que tanto la madera fina, como los residuos, no puedan ser destinados a ninguna industria, por lo que deben asumir un costo de \$10 para ser desechados.

Demanda y capacidad productiva de productos industrializados

Como demanda de los productos industrializados se está tomando lo siguiente, incluyendo volumen,



precio y costos logísticos.

En la Tabla 6 se ve la demanda para cada uno de los productos seleccionados que se elaboran en la provincia con un quiebre en el año 2021 y otro en el 2031, cuando la demanda se aumenta. Al igual que la cantidad de superficie máxima plantable en la provincia, la inclusión de estos valores limita la expansión potencial de la cuenca. Otros valores mayores incrementan el potencial foresto-industrial provincial. Por ejemplo, no se incluyó la posibilidad para el modelo de la construcción de una planta de celulosa en el territorio de la provincia. Esta decisión puede tener como fundamento la reacción popular contra la instalación de la firma Botnia, UPM hacia el año 2014, en la localidad de Fray Bentos, República Oriental del Uruguay. Del otro lado, un inversor puede percibir riesgos en lo atinente a la obtención de la licencia social para operar. Igualmente, se prevé que la madera pulpable se prevé que se utilice en regiones vecinas. Hacia el año 2014, las leyes provinciales vigentes impiden exportar madera pulpable hacia Uruguay.

Entre los productos se incluye una alta demanda a precio muy bajo para el desperdicio. Este valor fue incluido de esta manera para evitar inestabilidad numérica en la resolución del modelo. Esto implica que el costo de desprenderse de la madera que no se procesa en un determinado año baja a \$9,5 en lugar de los \$10 incluidos como costo, gracias al ingreso de \$0,5.

Para dar un ejemplo, en el modelo se considera que las tablas de primera, entre los años 2021 y 2030, anualmente, tienen una demanda anual de hasta 300 mil m³. Esto se debe considerar un máximo y no una exigencia; es una posibilidad de mercado. El precio al que se venden estas tablas es de aproximadamente \$2630 con costos logísticos de \$110.

Producto	Desde	Hasta	Demanda Máx. (u)	Demanda Mín. (u)	Precio CIF (\$/u)	Costos logísticos (\$/u)
Cajonería	2013	2020	50000	0	2400	110
Cajonería	2021	2030	60000	0	2400	110
Cajonería	2031	2062	1000000	0	2400	110
Desperdicio	2013	2062	10000000	0	0,5	1
Laminado	2013	2020	30000	0	4000	110
Laminado	2021	2030	60000	0	4000	110
Laminado	2031	2062	1000000	0	4000	110
Tabla primera	2013	2020	50000	0	2630	110
Tabla primera	2021	2030	300000	0	2630	110
Tabla primera	2031	2062	1000000	0	2500	110
Tabla segunda	2013	2020	150000	0	1600	110
Tabla segunda	2021	2030	300000	0	1600	110
Tabla segunda	2031	2062	1000000	0	1600	110
Tableros de partículas	2013	2020	300000	0	2500	110
Tableros de partículas	2021	2030	400000	0	2500	110
Tableros de partículas	2031	2062	1000000	0	2500	110

Tabla 6. Demanda de productos foresto-industriales (unidades).FUENTE: Elaboración propia sobre consultas con INTA y otros referentes sectoriales

Capacidad de producción y módulos de inversión



Esta demanda de productos foresto-industriales puede ser satisfecha con la transformación industrial de la madera de las plantaciones con el equipamiento inicial, más el que el modelo sugiera introducir, considerando todos los datos en su conjunto, a lo largo del horizonte del modelo.

Esta tabla es muy rica en datos y conceptos, los que serán descriptos debajo de la misma. En la primera columna de la Tabla 7 se detallan los productos, que pueden ser repetidos en varias líneas porque se los incluye con distintas especies o clases diamétricas. También podrían repetirse por tener la posibilidad de agregar capacidad sin inversión específica del modelo en algún año, alternativa que no fue considerada en este ejercicio porque no hacía al objeto de su análisis.

En la columna siguiente se incluye la clase diamétrica, junto con la especie. En este caso, las especies son equivalentes y no presentan diferencia productiva entre sí. Sí se presentan diferencias, por ejemplo, respecto de la clase diamétrica, porque equivalen a diferentes productividades en el establecimiento industrial.

Producto	Uso	Especie	Desde	Hasta	Capacidad (u/per)	Madera (tn/u)	Gastos prod. (\$/u)	Gastos flete (\$/u)	Módulo (u)	Costo de módulos (\$/mod)
Cajonería	14 a 18	Eucalipto R4	2013	2062	5000	2	1430	40	10000	100000
Cajonería	14 a 18	Eucalipto R6 Y 9	2013	2062	5000	2	1430	40	10000	100000
Cajonería	14 a 18	Eucalipto SR	2013	2062	5000	2	1430	40	10000	100000
Chip Papel	08 a 14	Eucalipto R4	2013	2062	10000	1	1	1	10000	100000
Chip Papel	08 a 14	Eucalipto R6 Y 9	2013	2062	10000	1	1	1	10000	100000
Chip Papel	08 a 14	Eucalipto SR	2013	2062	10000	1	1	1	10000	100000
Desperdicio	08 a 14	Eucalipto R4	2013	2062	250000	1	1	1	1000000	1000
Desperdicio	08 a 14	Eucalipto R6 Y 9	2013	2062	250000	1	1	1	1000000	1000
Desperdicio	08 a 14	Eucalipto SR	2013	2062	250000	1	1	1	1000000	1000
Laminado	26 o mas	Eucalipto R4	2013	2062	20000	2	2770	40	10000	500000
Laminado	26 o mas	Eucalipto R6 Y 9	2013	2062	20000	2	2770	40	10000	500000
Laminado	26 o mas	Eucalipto SR	2013	2062	20000	2	2770	40	10000	500000
Tabla primera	18 a 26	Eucalipto R4	2013	2062	10000	1,8	1634	40	50000	1000000
Tabla primera	18 a 26	Eucalipto R6 Y 9	2013	2062	10000	1,8	1634	40	50000	1000000
Tabla primera	18 a 26	Eucalipto SR	2013	2062	10000	1,8	1634	40	50000	1000000
Tabla primera	26 o mas	Eucalipto R4	2013	2062	10000	1,6	1728	40	50000	1000000
Tabla primera	26 o mas	Eucalipto R6 Y 9	2013	2062	10000	1,6	1728	40	50000	1000000
Tabla primera	26 o mas	Eucalipto SR	2013	2062	10000	1,6	1728	40	50000	1000000
Tabla segunda	14 a 18	Eucalipto R4	2013	2062	10000	2,5	425	40	50000	1000000
Tabla segunda	14 a 18	Eucalipto R6 Y 9	2013	2062	10000	2,5	425	40	50000	1000000
Tabla segunda	14 a 18	Eucalipto SR	2013	2062	10000	2,5	425	40	50000	1000000
Tabla segunda	18 a 26	Eucalipto R4	2013	2062	10000	2	630	40	50000	1000000
Tabla segunda	18 a 26	Eucalipto R6 Y 9	2013	2062	10000	2	630	40	50000	1000000
Tabla segunda	18 a 26	Eucalipto SR	2013	2062	10000	2	630	40	50000	1000000
Tableros de partículas	08 a 14	Eucalipto R4	2013	2062	70000	2	1830	40	100000	50000000
Tableros de partículas	08 a 14	Eucalipto R6 Y 9	2013	2062	70000	2	1830	40	100000	50000000
Tableros de partículas	08 a 14	Eucalipto SR	2013	2062	70000	2	1830	40	100000	50000000



Tabla 5. Capacidad por producto industria, especie y clase diamétrica (unidades). FUENTE: Elaboración propia sobre la base de datos del INTA y consultas con referentes sectoriales.

Por ejemplo, sobre el final de la tabla, en el producto Tabla de Primera, se observa que este producto puede ser desarrollado con clases diamétricas de entre 18 y 26cm en punta fina o más de 26cm. En el primer caso, se consumen 1,8 m³ de madera rolliza por m³ de tabla; en tanto que en las de más de 26 cm en punta fina, el consumo baja a 1,6 m³ de madera rolliza por m³ de tabla.

Gracias a este razonamiento global, que abarca desde la decisión de plantar hasta el mercado final, se pueden hacer análisis que involucren tanto al mercado disponible para los productos industrializados como a la obtención de diferentes proporciones de calidad industrial de madera rolliza de acuerdo con los distintos tratamientos silviculturales.

Por ejemplo, para los tableros de partículas, se tomó una capacidad de 210.000 m³ sobre la base de rollos de entre 8 y 14 cm en punta fina, que utilizan 2 m³ de madera por m³ de tablero producido, con un costo de \$ 1830, costos de flete hasta el mercado de \$ 40 y con módulos productivos que el modelo puede decidir agregar en proporciones variables de 100 mil toneladas a 500 millones de pesos.

Generación de Subproductos

Dentro del modelo se registra la generación de subproductos. Dado que no se ha considerado el tema de energía, se ha concentrado la generación de subproductos en los chips utilizables para la fabricación de celulosa o de tableros.

La generación de los mismos se muestra en la **Tabla 8**.

Producto	Especie	Subproducto	Factor (%)
Cajonería	Eucalipto R4	Chip	30
Cajonería	Eucalipto R6 Y 9	Chip	30
Cajonería	Eucalipto SR	Chip	30
Laminado	Eucalipto R4	Chip	20
Laminado	Eucalipto R6 Y 9	Chip	20
Laminado	Eucalipto SR	Chip	20
Tabla primera	Eucalipto R4	Chip	20
Tabla primera	Eucalipto R6 Y 9	Chip	20
Tabla primera	Eucalipto SR	Chip	20
Tabla segunda	Eucalipto R4	Chip	25
Tabla segunda	Eucalipto R6 Y 9	Chip	25
Tabla segunda	Eucalipto SR	Chip	25

Tabla 6. Generación de subproductos en industrias de transformación mecánica. FUENTE: Elaboración propia sobre la base de consulta con fuentes sectoriales

Por último, en relación directa con el concepto anterior, se incluye la tasa de conversión potencial entre los subproductos y los productos que se pueden elaborar con ellos. Para esta cuenca se incluyen dos conceptos o productos: chips para papel que se venden en otras provincias a tales fines y tableros de partículas que se elaboran en la provincia de Entre Ríos. Entonces, se expresa que se utilizan dos toneladas de chips por cada m³ de tablero producido. De esta forma se cierra el circuito de la generación de subproductos y su utilización. También finaliza la inclusión de los datos.

DISCUSIÓN



El objeto de este estudio es analizar el efecto que tiene la presencia de un mercado monopsónico u oligopsónico para la madera triturable y chips. Esto lleva a pensar que el precio que se paga por este tipo de madera es menor al que se presentaría frente a un mercado más competitivo, con varios compradores y varios vendedores.

Tal como fue planteado el modelo, se han incluido dentro del rubro "costos industriales" los beneficios empresariales y se han dejado como "ingresos" aquellos derivados del pago por precio de la madera. Como consecuencia de ello, el modelo, al optimizar el valor agregado, que estaría representado por el precio que se paga por la madera en forma implícita, dado que el valor no está explícito en el modelo, orientaría la producción hacia el conjunto productivo y comercial que permite obtener un mayor valor agregado para la región.

En el primer escenario, o caso base, se toma un valor agregado que es igual a la multiplicación de la cantidad de madera utilizada para la elaboración de cada producto industrial por el valor de la madera rolliza incluido en el informe del INTA Concordia.

PRIMER ESCENARIO - CUENCA ACTUAL

En Argentina las cuencas forestales fueron creadas, fundamentalmente, para abastecer de material fibroso a plantas de celulosa y papel. Esto hizo que, por distintos regímenes, se promocionen plantaciones densas y de especies forestales especialmente aptas para la elaboración de estos productos. En la cuenca de Entre Ríos, básicamente, eucaliptos blancos.

Luego, las mismas fueron evolucionando hacia la generación de diferentes calidades de rollos, incorporando algunos de mayor diámetro y podados, que son los que mayor rendimiento industrial permitirían a los aserraderos y debobinadores. Este último paso, a su vez, permitió la incorporación del mercado del chip de las industrias de transformación mecánica que tiene como destino a las fábricas de celulosa, de tableros y, últimamente, plantas de energía. Tradicionalmente, la capacidad de pago por este material fibroso en su precio es mayor en celulosa, intermedio en tableros y menor en plantas de energía.

Sobre la base de los datos descriptos, incluidos en el acápite anterior, los resultados del escenario muestran lo siguiente:

En lo que hace al ritmo de plantaciones, se pueden identificar 3 períodos diferentes. En el primero, finalizando en el año 2027, la cuenca se comienza a optimizar en función del desarrollo industrial escogido y de la demanda de productos existentes. Esto se ve en función de un comportamiento poco uniforme que sí se establece posteriormente cuando las proporciones logradas ya son las buscadas. Esto quiere decir que se "convierte" el conjunto de plantaciones existentes hacia el año 2013 en uno nuevo vinculado con la optimización del valor agregado en función de la industria instalada y por instalar y los mercados por atender. Entre los años 2028 y 2047 se estabiliza un promedio de hectáreas plantadas por año y las proporciones medias entre distintos tratamientos silviculturales toman tendencias propias de adaptación con la industria, bajando las plantaciones que se realizan con raleo en el año 4. Del período 2048 en adelante, se comienzan a notar los efectos del fin del modelo, lo que distorsiona la validez de las acciones sugeridas. En síntesis, el período de interés es el segundo.

Si se analizan individualmente las hectáreas por plantar y su rentabilidad, dejando de lado el resto de la cuenca (parte industrial y comercial), se plantea como más conveniente la realización de plantaciones con raleos en los años 6 y 9 (R 6 Y 9 en la Figura). Sin embargo, en la visión global, se presenta una proporción no despreciable de los otros tratamientos silviculturales con raleo en el año 4 (R4) y sin raleo (SR). ¿Por qué se presenta este hecho? Porque en el total de la cuenca es conveniente tener una proporción de clases diamétricas diferentes que las brindadas por las plantaciones R 6 Y 9. Esta proporción también puede ser cambiada por las edades en las que se verifican las cosechas.



En la **Figura 1** se observan las edades en las que se hacen las cosechas en el período 2018-2047. En ella se ve que las plantaciones SR se cosechan mayormente en los años 7 y 12 (el mayor en que estas plantaciones pueden ser cosechadas). Las R4 se cosechan mayoritariamente tanto en edad 12 como en edad 16, lo que ofrece dos alternativas diferentes de proporciones de clases diamétricas. En tanto, las R 6 y 9 tienen una mayor proporción de cosecha en el año 15 (el menor de la tabla de rendimientos posibles) y una proporción menor, pero significativa, en el año 20 (el mayor de la tabla de rendimientos posibles).

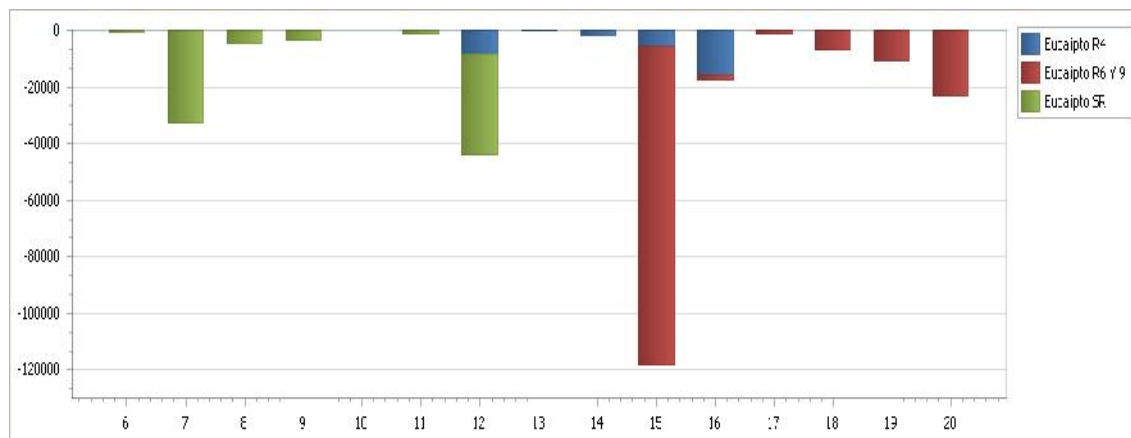


Figura 1. Edades promedio de las hectáreas cosechas en el período 2021-2053. FUENTE: Elaboración propia

Como se ve, ya volcado en la realidad, el modelo encuentra ventajas en una suerte de diversidad de tratamientos silviculturales, vinculadas con lo mencionado anteriormente: la industria que lo aprovechará y el mercado disponible para los productos industriales. Un primer mensaje de interés de esta parte del análisis es que no siempre es deseable buscar el rollo de mayor calidad, porque la cadena posterior precisa una diversidad de rollos y generar todos de la máxima calidad conlleva una pérdida de eficiencia por la potencial inversión en obtener madera de calidad que luego no es aprovechada (y por lo tanto tampoco remunerada en valor agregado, ya no en precio) por el conjunto de la cuenca. Esto puede llevar a concluir, por ejemplo, que en las investigaciones por realizar, no solo debe profundizarse el tema de la calidad, sino que también se le debe dar cabida al tema del volumen.

En lo que hace a la superficie plantada, que se inicia por los datos existentes en aproximadamente 84.400 hectáreas, en la proyección del modelo, con los datos y restricciones utilizadas, se llega a una superficie total de 134.400 hectáreas. Es decir, que en el transcurso del tiempo se incorporan las 50.000 hectáreas que se incluyeron como disponibles para ser incorporadas al uso foresto-industrial. Esto se logra en el año 2033, 20 años después del inicio del análisis, y luego permanece en ese nivel. La evolución se ve en la **Figura 2**.

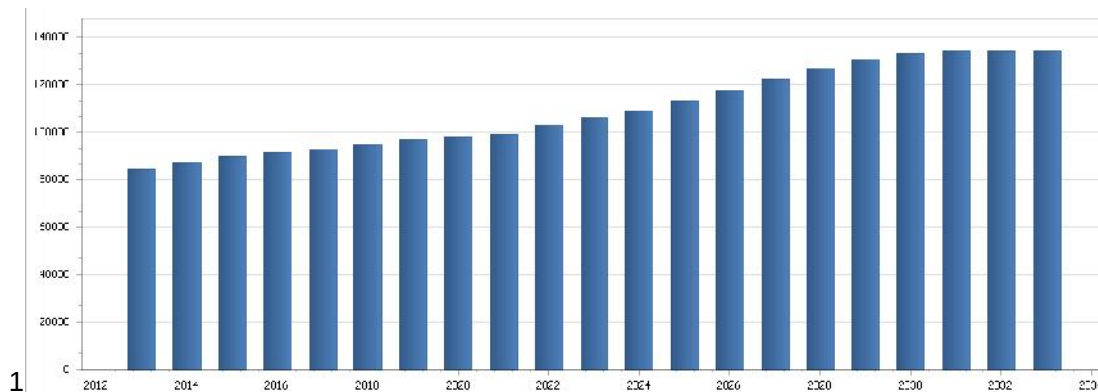




Figura 1. Evolución de la superficie total plantada (ha). FUENTE: Elaboración propia

En lo que se refiere a las cosechas, comienzan en un nivel de aproximadamente 4000 ha anuales, subiendo tendencialmente hasta el año 2030 cuando se alcanza un nivel medio de 9000 ha anuales, con el consecuente aumento de material disponible, asociado con los aumentos de mercado que se han incorporado en los datos del modelo. Siendo así, entonces, la edad de corte promedio era de cerca de 15 años que es la que más se destacaba por ser la edad en que se hacía tala rasa de las plantaciones que habían sido a dos raleos, a los 6 y a los 9 años.

Una vez más se insiste en lo definitorio de los datos que se incorporan en el modelo. Por ejemplo, si se impusiesen restricciones comerciales más severas, la superficie plantada no se incrementaría, dado que no existiría industria que precise el recurso fibroso. Esto se observa en la **Figura 3**.

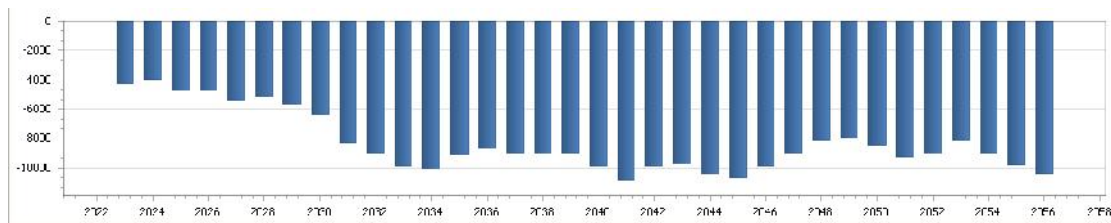




Figura 2. Cosechas anuales (ha). FUENTE: Elaboración propia

Tabla 9. Rollos y chips disponibles para la industria (t)

El total de recursos fibrosos disponibles se vuelca en la **Tabla 9**, incluyendo tanto a los rollos como los chips. En el comienzo del funcionamiento de la cuenca, el abastecimiento de recursos fibrosos alcanza a las 522 mil toneladas, de las cuales 68,5 mil son de chips. Cuando se incluyó el primer escalón de aumento de la demanda, se aumentó el aprovechamiento de rollos y la generación de chips hasta llegar a 1,2 millones de recursos totales en el año 2021, que alcanzan la línea de los 3 millones de toneladas hacia el 2057, gracias a la incorporación de un nuevo aumento de mercado.

Período	Rollos	Chips	Total
2013	453.722	68.500	522.222
2014	499.094	68.500	567.594
2015	549.004	68.500	617.504
2016	603.904	68.500	672.404
2017	664.295	68.500	732.795
2018	730.724	68.500	799.224
2019	803.796	68.500	872.296
2020	884.176	68.500	952.676
2021	972.594	165.000	1.137.594
2022	1.069.853	165.000	1.234.853
2023	1.176.838	165.000	1.341.838
2024	1.294.522	165.000	1.459.522
2025	1.423.975	165.000	1.588.975
2026	1.566.372	165.000	1.731.372
2027	1.723.009	165.000	1.888.009
2028	1.861.062	165.000	2.026.062
2029	2.047.168	165.000	2.212.168
2030	2.251.885	165.000	2.416.885
2031	2.477.073	491.848	2.968.922
2032	2.724.781	509.586	3.234.367
2033	2.997.259	518.067	3.515.326
2034	3.296.985	587.908	3.884.892
2035	2.967.286	567.169	3.534.455
2036	2.670.558	525.319	3.195.877
2037	2.403.502	461.780	2.865.282
2038	2.190.343	469.056	2.659.399
2039	2.147.590	479.573	2.627.163
2040	2.179.259	409.865	2.589.124
2041	2.365.456	442.004	2.807.460
2042	2.128.910	417.945	2.546.856
2043	2.123.478	417.538	2.541.015
2044	2.335.826	436.688	2.772.513
2045	2.466.054	451.476	2.917.530
2046	2.315.820	449.579	2.765.399
2047	2.084.238	434.735	2.518.973
2048	1.888.493	413.568	2.302.061
2049	1.863.384	411.729	2.275.113
2050	2.049.722	468.756	2.518.478
2051	2.254.694	510.013	2.764.708
2052	2.119.155	489.788	2.608.942
2053	1.908.478	428.438	2.336.917
2054	1.985.455	339.821	2.325.276
2055	2.184.000	400.727	2.584.727
2056	2.402.400	432.860	2.835.260
2057	2.642.640	417.533	3.060.173
2058	2.906.904	487.481	3.394.385
2059	3.197.594	538.266	3.735.861
2060	3.517.354	543.800	4.061.154
2061	3.636.030	629.598	4.265.628
2062	3.272.427	644.970	3.917.397

Debe señalarse que estos aumentos de demanda pueden estar representados por la capacidad de alcanzar nuevos mercados con la rentabilidad suficiente como para abastecerlos.



Otro elemento que surge del análisis es la inversión en plantas industriales, que, se recuerda, es sugerida por el modelo en función de los datos incluidos. Nuevamente, el resultado en este aspecto depende también de los datos incorporados. Contrariamente, si se proyecta una mayor demanda total de productos de madera sólida, la industria va a tratar de ocupar esos lugares vacantes con el dinero disponible para inversiones, lo que va a impactar en la búsqueda de plantaciones de calidad, evitando las que priorizan el volumen.

En este caso, se observa la forma en que, de modo coordinado, el complejo industrial se adapta a las plantaciones existentes y las que se realizarán. Es difícil que esto se pueda lograr en la práctica, pero es un elemento poderoso para realizar análisis y, eventualmente, elegir inversiones de infraestructura por hacer o analizar la forma de alcanzar determinados mercados. Por ejemplo, la eficiencia del transporte o las bajas de costos de electricidad van a ayudar a hacer más eficiente la cuenca y, potencialmente, se la habilita para generar más productos para mercados determinados.

En el caso analizado, como era de esperar, de haber mercado, se priorizan aquellos productos que ofrecen un mayor valor agregado en el total de la cadena, expresado, en este punto, por el valor de la madera en el mercado de diciembre de 2013 en la cuenca de la provincia de Entre Ríos. Si la madera por la que se paga más valor es la debobinable, se busca priorizar el producto que la usa más intensamente: el laminado. En un principio, durante la primera década, se incrementan en función de las necesidades de consumo de los materiales fibrosos, los tableros de partículas y las tablas, tanto de primera como de segunda. La cajonería aparece como una alternativa rentable que se prioriza al igual que la del laminado, justamente, por utilizar este tipo de material y tener mercado. En este contexto, influye también la productividad industrial, y se priorizará aquel producto que utilice con mayor provecho cada rollo (**tabla 10**).

Período	Cajonería	Laminado	Tabla primera	Tabla segunda	Tableros de partículas
2013	35000		20000	120000	90000
2021	10000		220000	150000	974
2022					99026
2031	262812	940000			
2032	119299				
2033	17175				
2034	11237				
2040		78293			
2041		14248			
2058				35263	
2059				44972	
2060				133901	
2061				69835	
Total General	455523	1032540	240000	553972	190000

Tabla 7. Inversiones industriales 2013-2063 (unidades). FUENTE: Elaboración propia

VALORES MARGINALES

Los modelos de programación lineal tienen una herramienta de análisis adicional que son los valores marginales. Estos valores nos indican en cuánto se modificaría la función objetivo si relajásemos en una unidad una restricción. Por ejemplo, nos indica cómo se modificaría el valor agregado de la cuenca (variable objetivo dentro de la función objetivo) si se pudiese vender una unidad más de tablas de primera en el período 2024. Este número es útil en función de la restricción activa. Si la restricción no está activa, lo que quiere decir que se podrían vender 50 mil toneladas y se venden 40



mil, el valor marginal es 0. ¿Por qué? Porque aún cuando permitamos vender 50.001 toneladas, el modelo seguiría vendiendo 40 mil frente a la ausencia de otros cambios en los datos y restricciones del modelo. En cambio, si la restricción está activa; esto es, que vendemos 50.000 toneladas, este número nos indicaría el número en que se incrementaría el valor agregado en la región. ¿Para qué sirve esto? En primer lugar, para identificar claramente cuál es la limitante que se está encontrando en la cuenca que, por ejemplo, no sería ni la superficie forestada, ni la industria instalada. Entonces, puede ser una buena orientación para implementar políticas. La conclusión, en este caso, frente a un valor marginal atractivo (lo que implica una suba significativa en el valor agregado), se presentaría una oportunidad de realizar tareas de promoción comercial.

En la **Tabla 11** se detallan los valores marginales referidos a la restricción de demanda que se expresan en el valor que podría crecer el valor agregado en la cuenca si se pudiese vender una unidad más de cada producto en cada año. Por ejemplo, si se pudiese vender un metro cúbico más de laminados en el año 2017, se incrementaría el valor agregado de la región en \$793. El mismo razonamiento debe hacerse en cada una de las casillas.

En el segundo caso, se ha obtenido un resultado que indicaría que la restricción activa del modelo ya no sería la comercial, sino otra. Esto permitiría concluir en que el único valor marginal que se mantiene como positivo es el vinculado con el laminado y en valores pequeños.

Nótese que los cambios más grandes en los valores, siempre hacia abajo, se dan en aquellos años en los que se ha incluido, en los datos, un salto en la demanda, que podría interpretarse como la incorporación de un nuevo mercado. Los años en cuestión son 2021 y 2031.

Nótese la elaboración de productos industrializados según los números del modelo. En las últimas décadas se observa que la producción de laminados es de cerca de un millón de unidades, lo que iguala la demanda y por ese motivo la presencia de los valores marginales aún cuando sean bajos. Estos valores deben ser comparados con los de la Tabla 6, de Demanda de productos foresto-industriales. Los valores incluidos en este trabajo no han tratado de ser precisos en cuanto a la capacidad del mercado mundial de absorber esta producción, porque no es el objeto de su desarrollo.

Con esto, consideramos analizado el caso base con los precios de cada una de las clases diamétricas, que fueron tomadas, como se señaló, como el valor agregado de la cuenca, incorporándose cualquier otro costo o beneficio dentro de los costos industriales, interpretando como tales todo aquello que no fuese lo que aporta el valor mismo de la madera. Así planteado, y con las características señaladas en este apartado, el valor agregado de la cuenca descontado al 8% anual fue de 8.251.968.610; es decir, 8.2 mil millones de pesos de diciembre de 2013.



Tabla 11. Valores marginales de la restricción de demanda de productos industriales (\$/unidad)

Período	Cajonería	Laminado	Tabla primera	Tabla segunda	Tableros de partículas
2013	583	1044	752	898	143
2014	737	976	696	919	0
2015	686	912	646	726	426
2016	639	851	598	652	398
2017	544	793	554	743	373
2018	415	736	513	693	349
2019	509	676	500	636	319
2020	478	631	493	597	303
2021	0	403	151	282	0
2022	308	432	292	315	0
2023	231	306	196	250	0
2024	267	385	261	279	0
2025	248	347	235	247	0
2026	190	279	184	229	0
2027	184	267	178	223	0
2028	254	335	233	317	0
2029	233	309	215	245	0
2030	215	285	198	268	54
2031	0	0	0	0	0
2032	0	25	0	0	0
2033	0	56	0	0	0
2034	0	86	0	0	0
2035	0	0	0	0	0
2036	0	44	0	0	0
2037	0	24	0	0	0
2038	0	0	0	0	0
2039	0	0	0	0	0
2040	0	31	0	0	0
2041	0	16	0	0	0
2042	0	2	0	0	0
2043	0	0	0	0	0
2044	0	0	0	0	0
2045	0	13	0	0	0
2046	0	9	0	0	0
2047	0	1	0	0	0
2048	0	4	0	0	0
2049	0	5	0	0	0
2050	0	3	0	0	0
2051	0	9	0	0	0
2052	0	9	0	0	0
2053	0	10	0	0	0
2054	0	8	0	0	0
2055	0	1	0	0	0
2056	0	6	0	0	0
2057	0	0	0	0	0
2058	0	5	0	0	0
2059	0	6	0	0	0
2060	0	7	0	0	0
2061	0	0	0	0	0
2062	0	0	0	0	0

SEGUNDO ESCENARIO - CUENCA FORESTO-INDUSTRIAL ACTUAL CON VALORES NULOS PARA LA MADERA FINA Y PARA LOS CHIPS DE LA INDUSTRIA

Los resultados del modelo, a este respecto, son los esperados: se planta menos superficie sin raleos, el modelo deja de sugerir la inversión en plantas de tableros de partículas, las ventas de tableros de partículas bajan y suben las de tablas de segunda elaboradas sobre la base de rollos finos. Es decir,



que frente a un escenario casi extremo de aprovechamiento del poder del oligopsonio (pagar un precio "0" por el rollo fino y el chip), se generan una secuencia de cambios reales en el sector foresto-industrial que son los que lo alejan de ese óptimo económico abstracto definido por los libros de economía. En rigor de verdad, por otro lado, no sabemos con certeza cuánto se aleja el precio tomado del mercado hacia diciembre de 2013 del óptimo, asumiendo que el precio de la madera fina y los chips son menores con el oligopsonio a los que podrían tener en un mercado en el que el poder de compra tuviese muchos compradores compitiendo entre sí. El ejemplo de llevarlo a "0" permite ver la totalidad del cambio, lo que también se debe observar en una parcialidad del mismo.

Citemos algunos ejemplos concretos de estos cambios. En la **Tabla 12** se vuelca el resultado de la diferencia entre la producción del segundo escenario (precio de madera fina y chips igual a "0") respecto del de los precios de mercado.

Allí vemos en detalle, año a año, sobre qué pasa con cada producto. Como se ve, se producen menos tableros de partículas (de allí su número negativo), que es el cambio más significativo en los primeros lustros del escenario. A partir del año 2031, que es cuando se incrementó la demanda de varios productos como consecuencia de la obtención potencial de nuevos mercados, vemos que, en líneas generales, el laminado se mantiene (es el producto industrial que tiene menos generación de residuos madereros y utiliza la madera de mayor calidad y precio implícito), pero que la caída de los tableros de partículas es acompañada por el descenso de la cajonería. Este último negocio se mostraba como rentable en el escenario basado en los precios de mercado. Pero en el caso de obtener un precio "0" por los chips, dado que es el negocio que más residuo genera por los datos incorporados (30%) es el que se ve más afectado. El aserrío, por medio de las tablas, genera un residuo menor (25%). El traspaso de una producción hacia otra ayuda a atenuar el impacto de no lograr un valor agregado por la utilización de los chips generados y valuados en un precio "0".

A su vez, la diferencia entre los dos escenarios tiene una valuación en valor presente que identifica la pérdida de valor agregado sobre la base del valor forestal por el trabajo de toda la cuenca. Por un lado, está presente la apropiación de renta que hace el sector que compra la madera más fina y los chips por medio de haber bajado su valor desde \$170 hasta \$0. Por el otro, que el sistema en su totalidad se adapta a esta nueva condición y genera cambios para evitar el impacto total del daño, generando nuevas acciones que permiten maximizar el valor agregado en ese nuevo contexto.

Es así que el valor agregado de la cuenca, desde el escenario 1 al escenario 2, baja desde 8.2 mil millones de pesos a 7.1 mil millones de pesos; esto es, 1.1 mil millones menos en el segundo caso.

Si bien esta cifra puede generar cierto impacto, es difícil de ser dimensionada y entendemos que es mejor observarla desde el punto de vista de los cambios en las actividades reales, como las plantaciones, las cosechas, la fabricación y la venta.

Para comprender con algo más de detalle qué es lo que disminuye, se realizará una vinculación entre el presupuesto ejecutado con gastos e ingresos en el caso en el que la madera triturable tenga un valor de \$170 y aquel en el que tenga un valor implícito de \$0.

En la Tabla 12 vemos cuáles son las diferencias entre lo que se gasta en cada una de las actividades identificadas en un escenario de precios y en otro. Cuando el precio del material triturable pasa a ser "0", como se dijo, baja el total de la actividad de la cuenca, aun cuando las acciones se optimicen en función del nuevo escenario.

Así, la incorporación de tierras a la cuenca, la plantación, la cosecha, el transporte de la madera, la inversión industrial, el costo industrial, el transporte de los bienes industriales y las ventas industriales son menores. Se subraya que no solo se produce la transferencia de ingresos que el poder de mercado permite, sino que hay un impacto negativo de producción y riqueza para toda la cuenca. La forma en que esta pérdida se distribuye entre los actores, que estarían dados, por ejemplo, por los precios de madera de las otras clases diamétricas, también puede manifestarse en una segunda



transferencia de ingresos entre actores.

Deben diferenciarse, para entender bien esta Tabla, dos conceptos: el de la función objetivo y el del presupuesto. Este último es el valor original; lo que efectivamente se gasta o se ingresa en cada período sin ningún tipo de ajuste. De algún modo, se puede decir que es una cuenta anual y contable de lo que sucede en la cuenca. En la función objetivo, como se procura observar el total de la cuenca en su amplitud productiva presente y su profundidad en el tiempo, se aplica una tasa de descuento que permitiría observar los movimientos monetarios de todos los períodos a un valor equivalente. Entonces, el movimiento del año 2014 se descuenta por un 8% para hacerse equivalente al del año 2013 y se suman y restan. La tasa de descuento, como se señalará en el capítulo de posibles pasos futuros, tiene incidencia en los resultados y en las acciones reales sugeridas, pero es seleccionada por quien analiza la cuenca. En este caso se eligió tomar la tasa más habitual para este tipo de análisis en el sector foresto-industrial argentino.

Tabla 8. Diferencias de producción de productos industriales con un precio de madera fina y chip igual a "0" (unidades). FUENTE: Elaboración propia

Período	Cajonería	Chip Papel	Laminado	Tabla primera	Tabla segunda	Tableros de partículas
2013	0	81	0	0	0	-22556
2014	0	0	0	0	0	-22556
2015	0	-41	0	0	0	-22556
2016	0	-49	0	0	0	-22556
2017	0	-59	0	0	0	-22556
2018	0	-69	0	0	0	-22556
2019	0	-81	0	0	0	-22556
2020	0	-252	0	0	0	-22556
2021	0	0	0	0	0	-76442
2022	0	0	0	0	0	-122556
2023	0	0	0	0	0	-205735
2024	0	0	0	0	0	-122556
2025	0	0	0	0	0	-122556
2026	0	0	0	0	0	-155094
2027	0	0	0	0	0	-231253
2028	0	75	0	0	0	-122556
2029	0	71	0	0	0	-122556
2030	0	203	0	0	0	-122556
2031	-262812	0	0	-10000	89203	-42287
2032	-382111	0	0	0	227732	-46609
2033	-399286	18	0	37188	298948	-38070
2034	-410523	23	0	0	298948	-45639
2035	-410523	21	0	0	298948	-46677
2036	-410523	21	0	0	298948	-44788
2037	-410523	21	0	102831	356977	-18708
2038	-410523	0	0	-17748	336504	-32561
2039	-410523	0	27692	-182709	327892	-61522
2040	-401934	0	0	49828	278599	-39123
2041	-410523	0	0	-7188	332191	-34450
2042	-410523	0	0	-3622	299553	-32625
2043	-380097	0	22051	10521	381095	-14158
2044	-410523	0	2426	10521	368612	-18612
2045	-410523	0	0	8329	448234	-7631
2046	-410523	0	0	4986	354173	-24887
2047	-410523	0	0	-7188	316961	-37504
2048	-415523	0	0	-7188	262812	-54983
2049	-410523	0	0	-34040	360656	-27150
2050	-410523	0	0	34800	318163	-30938
2051	-410523	0	0	116610	298948	-21915
2052	-410523	0	0	30460	302794	-33814
2053	-390366	0	0	-7188	308861	-39359
2054	-294420	0	0	0	312720	-10829
2055	-410523	0	0	0	404689	-26986
2056	-403086	0	0	15490	287907	-33250
2057	-363871	0	17341	16767	290283	-27885
2058	-410523	4	0	126141	319210	-26757
2059	-410523	67	0	25172	321871	-69478
2060	-410523	113	0	7188	370853	-84262
2061	-410523	127	7513	0	314299	-121972
2062	-410523	131	9600	0	314299	-121972
Total General	-12725001	424	86623	319964	10101886	-2901708



Entonces, yendo al detalle, como producto de lo acontecido año tras año que puede visualizarse en el modelo, sin descontar los valores y simplemente sumándolos año a año, que en la cosecha se gastaron 254 millones menos en todo el período, que en fletes de madera se gastaron 204 millones menos, que en los costos de transporte de los productos industriales se gastaron 563 millones menos, que en la inversión industrial sugerida por el modelo se gastaron 452 millones menos, que en costos industriales se gastaron 14 mil millones menos, que en plantación se gastaron 70 millones más (símbolo de la reacción del modelo frente al menor precio de la madera triturable que lleva a obtener mayores proporciones de madera gruesa. Este mayor gasto fue más que compensado por los ahorros alcanzables en los rubros posteriores), que en la incorporación de tierra se gastó lo mismo, que se vendieron menos productos por 20 mil millones menos y que el resultado global (ingresos menos egresos) sin descontar, como ya fuera dicho, fue 4 mil millones de pesos menor en el total del horizonte del modelo. Se desea que con esta descripción se pueda tomar mayor magnitud de lo que significa el corrimiento de un punto en el gráfico desde el cruce de dos curvas hacia otro lugar como causa del oligopsonio.

TERCER ESCENARIO - CUENCA FORESTO-INDUSTRIAL ACTUAL CON VALORES MUY CERCANOS DE LOS CHIPS Y DE LA MADERA MÁS FINA A LA CLASE DIAMÉTRICA SIGUIENTE

Con meros fines confirmatorios, se ha realizado un tercer escenario en el que el valor implícito de la madera triturable tiene un valor apenas menor que el de la clase diamétrica superior: estos son valores de \$320 por m³ para la madera de diámetro de entre 14 y 18 cm en punta fina y de \$300 por m³ para la de entre 8 y 14 cm en punta fina, al igual que los chips. Recuérdese que el valor de la madera es el que se toma como valor agregado para la cuenca, quedando el resto de los conceptos involucrados en costos directos o en un conglomerado de otros costos y beneficios sub-sectoriales.

En este caso, la función objetivo presenta un valor de 9,5 mil millones de pesos; esto es, una diferencia de 1,3 mil millones respecto del escenario 1 en el que la función objetivo alcanzaba un valor de 8,2 mil millones. En este caso, en contraposición al escenario 2, al mayor valor de la madera que incrementa en forma directa el valor agregado, se incorporan las mejoras que introduce el accionar sugerido por el modelo con estos nuevos valores en la misma dirección: esto es, hacia arriba. En el escenario 2, ante una disminución del precio de la madera, se atenuaba el impacto negativo por la sugerencia de toma de decisiones que amengüen el efecto negativo. En este caso analizado adicionalmente, los efectos positivos se potencian.

CUARTO ESCENARIO - CUENCA FORESTO-INDUSTRIAL ACTUAL SIN CAPACIDAD INSTALADA DE LA INDUSTRIA QUE DEMANDA ROLLOS TRITURABLE Y CHIPS

De todas las opciones, ésta es claramente la peor. En este caso, el valor agregado es de 6,5 mil millones de pesos. 0,6 mil millones de pesos menor a la situación en la que el sector de triturado se apropiaba del total de la renta forestal. Es decir que, sin entrar en más detalles, el área industrial del triturado es de una presencia imprescindible en una cuenca foresto-industrial. Lo que se debe analizar es la forma de amalgamar el conjunto en forma provechosa para todos. Tomar medidas que expulsen al sub sector de triturado o que le cierren las puertas a los proyectos por venir, es condenar a muerte al total de la cuenca foresto-industrial. Podríamos decir que se trata de “bienes necesarios”.

CONCLUSIONES

Se ha verificado la existencia de cambios en las actividades productivas del conjunto de la foresto-industria mientras se modifica el precio pagado por la madera triturable y el chip. Saliendo del



esquema del oligopsonio tradicional, en este caso, si bien puede haber una baja del precio del material comercializado, lo que implica una transferencia de ingresos desde el vendedor hacia el comprador, no se verifica una disminución en la cantidad de madera transada porque ese valor está fijado por la capacidad de la industria que funciona en forma permanente a lo largo del año. No es una opción que se verifique en la realidad que las plantas industriales que procesan madera triturada trabajen en un nivel de capacidad menor al máximo.

Sin embargo, como se hipotetizó al iniciar este proyecto de investigación aplicada, existe un impacto de ingresos y actividad en las otras actividades foresto-industriales asociadas naturalmente y el vínculo se presenta sobre la base de dos elementos: la madera más fina proveniente del raleo o la tala rasa de las plantaciones forestales y de la venta de chips desde la industria de transformación mecánica de la madera hacia las de triturado.

El nivel de actividad, expresado en movimiento económico, cuando se pasa desde un valor de la madera de \$170 por tonelada a \$0, se reduce desde 8,2 mil millones de pesos del año 2013, descontando el flujo total en un 8% anual, a 7,1 mil millones. Esto es, una reducción de 1,1 mil millones o de un 14%. Es claro que modificaciones menores en el precio, tienen un menor impacto en la actividad. Por otro lado, un aumento del valor de la madera desde los mencionados \$170 a \$300, se incrementa a 9,5 mil millones; esto es, un incremento de 1,3 mil millones. La peor situación se verifica frente a la ausencia de la industria del triturado, dado que se vuelcan ineficiencias no solo forestales, sino también industriales por la ausencia de demandantes de chips.

No debe perderse de vista que este análisis está basado en un modelo matemático de optimización que brinda un grado de detalle de datos y resultados tal que permiten interpretar cabalmente los resultados analizados, saliendo de la abstracción que implica el análisis clásico y general de la economía del oligopsonio, aunque no deban perderse de vista los supuestos que se incorporan cuando se utiliza la técnica de programación lineal.

Se demostró que la herramienta utilizada es útil para el análisis de estas circunstancias y de otras que surgieron como resultados colaterales, tales como la importancia de identificar cada una de las limitaciones activas, sean éstas de superficie, de capital de inversión, de capacidad instalada o de mercado. Asimismo, también se verificó que no siempre es conveniente ir en busca de la madera de mayor calidad para la industria de transformación mecánica, dado que si esa oferta es mayor que la demanda, se hubiere incurrido en gastos que luego no son compensados, agregando factores de ineficiencia en la cuenca, si bien es cierto que la madera de calidad tiene la flexibilidad de poder ser usada en cualquier uso, en tanto que la de menor calidad se ve limitada.

Una reflexión adicional que puede ser de utilidad para interpretar la realidad del sector en la Argentina hacia el año 2014, es que el rechazo que pueden generar la inversiones del sector del triturado en determinadas economías regionales puede verse explicado, al menos parcialmente, por estos resultados sintetizados en el hecho de que existe una absorción de recursos por medio del ejercicio del oligopsonio y una reducción de actividad respecto de otras alternativas de precio. Es claro que esto no es un criterio absoluto, sino que depende del grado de mayor o menor precio de la madera. En un extremo, la peor situación es que la industria del triturado no exista, dado que habría que afrontar, incluso, el gasto de deshacerse del material que ninguna industria utilizaría; es decir, que es un eslabón necesario y esencial en el complejo foresto-industrial. Luego, la siguiente peor situación sería que no se abone nada por la madera triturable, tal como se expresa en el escenario 2. El escalón siguiente es, probablemente, el caso actual en que hay una apropiación parcial del valor de la madera, obteniéndose una transferencia de ingresos y una depresión en el nivel de actividad, agregándose el condimento de que el mismo se verifica en los sectores vinculados. Por último, se planteó otra situación en la que el precio pagado por las industrias del triturado pague algún valor mayor por su materia prima, lo que habilitaría un mayor nivel de actividad en la economía regional. Queda por ver quién se apropia de ese excedente, si el forestador, el industrial mecánico o una



mezcla entre ambos y ver qué hacen con él.