

La innovación tecnológica en la cadena de la madera en España. El papel de las estrategias ambientales y de calidad

Óscar Alfranca^a

Luis Diaz-Balteiro^b

A. Casimiro Herruzo^b

Margarita Martínez Núñez^b

^aUniversidad Politécnica de Cataluña; ^b Universidad Politécnica de Madrid

Abstract

El presente trabajo utiliza un modelo logit dicotómico para cuantificar la probabilidad de generar una innovación en una muestra representativa de empresas de la cadena de la madera en España (industrias de la madera, del papel y del mueble). Si bien se han considerado un amplio número de factores determinantes, que incluyen tanto aspectos estructurales de las empresas como incentivos públicos a la innovación, se ha prestando una especial atención al papel representado por las estrategias ambientales y de fomento de la calidad en la empresa. Los resultados indican que la innovación podría ser inducida por la mejora de las estrategias ambientales y de calidad complementándose así con las propias actividades de innovación de las empresas, si bien se observa una cierta relación sustitutiva entre la presencia de los sistemas de gestión ambiental y los sistemas de calidad, y algunos determinantes de la innovación empresarial.

Keywords: innovación, gestión ambiental, calidad, cadena de la madera

1 **Introducción**

2 La producción y distribución de conocimiento a través de la innovación representa la
3 base fundamental del crecimiento económico. También contribuye a mejorar la
4 productividad, y a crear y mantener ventajas competitivas duraderas. Los sectores que
5 centran sus actividades en la cadena de la madera, es decir, madera, papel y mueble¹,
6 como todos los sectores tradicionales en general, son intensivos en el uso del factor
7 trabajo, utilizan tecnologías de reducido nivel de complejidad (OECD, 2005) y están
8 dominados por la oferta (Pavitt, 1984). Estas características los hacen especialmente
9 vulnerables, en un mercado cada vez más globalizado, frente a países que presentan
10 costes laborales inferiores y una creciente capacidad manufacturera y comercial. Por
11 esta razón, el mantenimiento de la posición relativa de las empresas de la cadena de la
12 madera en el mercado nacional e internacional cada dependerá vez más de nuevas
13 fuentes de competitividad, relacionadas esencialmente con el desarrollo de actividades
14 innovadoras (Hansen, 2006).

15 Los efectos de las actuaciones públicas y otros factores determinantes en la innovación
16 empresarial han sido objeto de análisis continuado en la literatura especializada desde
17 los trabajos pioneros de Griliches (1980) y Mansfield (1980), hasta trabajos más
18 recientes como Griliches (1992) y Jones and Williams (1998), entre otros muchos
19 estudios. Sin embargo, a pesar de la atención recibida por este campo de investigación,
20 son escasos los trabajos realizados sobre la innovación en el sector forestal (Kubeezko y
21 Rammetstainer, 2002). La limitada literatura existente sugiere la existencia de
22 relaciones positivas entre la innovación y la productividad en las empresas relacionadas
23 con la cadena de la madera, como apunta el trabajo de Bullard y Straka (1986) en las

¹ Según la clasificación Nacional de Actividades Económicas 1993 Rev. 1, los sectores que aquí se estudian son: CNAE 20 (Industria de la madera y del corcho, excepto muebles), CNAE 21 (Industria del papel), y CNAE 361 (Fabricación de muebles).

principales industrias de papel en los Estados Unidos. En un estudio más amplio, Munn et al. (1998) también encuentran una relación positiva entre gastos en I+D y rentabilidad a largo plazo, aunque estos gastos en I+D presentan a corto plazo una relación negativa con el crecimiento de estas empresas. En el mismo país, y para la industria del mueble, West & Sinclair (1992) ilustran la importancia de este factor para la competitividad de estas empresas, analizando además las cualidades que poseen las empresas innovadoras. Más recientemente Crespell et al. (2006) muestran que la propensión a innovar resulta importante para el mantenimiento de la competitividad en ciertas industrias de la madera en Estados Unidos. Por el contrario, Diaz-Balteiro et al. (2006) no encontraron relaciones significativas entre la eficiencia de las industrias de la madera en España y sus actividades de innovación atribuyendo este resultado a la escasa prioridad hacia la I+D como medio de alcanzar la competitividad encontrada en las empresas españolas. Sin embargo, aún reconociendo la importancia y la necesidad de la innovación como motor del éxito empresarial, algunos autores (Rametsteiner & Weiss, 2006) muestran como en diversos países no existen políticas y estrategias de innovación en todo el sector forestal.

En 2001 la industria de la madera en España presentaban un valor añadido bruto (VAB) que superaba los 10.700 millones de euros (INE, 2007), mientras que en estos sectores trabajaban, 295.141 personas lo que suponía el 10,96% del total de personas ocupadas en la industria española (INE base, 2007). Además, siguiendo la misma fuente, para ese año la cadena de la madera suponía el 6,75% del importe neto de la cifra de negocios del total de la industria española. Agregando las diferentes componentes correspondientes a la cadena de la madera en sus diferentes ramas de actividad, ésta representaría, en 2000, una cifra en torno al 2,8% de la producción nacional (INE, 2007), siendo además responsables del 4,03% de las exportaciones nacionales totales.

1 (Dirección General de Aduanas, 2007). Los retos a los que actualmente se enfrenta la
2 cadena de la madera en España se ponen de manifiesto en la evolución de la tasa de
3 cobertura (porcentaje de exportaciones/importaciones). Este ratio presenta, para los
4 sectores de la madera y del papel, un notable estancamiento, mientras que en el sector
5 del mueble experimenta un severo recorte (pasando del 147,79% en 2001, al 69,74% en
6 2005), particularmente como consecuencia de las importaciones desde países con costes
7 laborales más bajos. La cadena de la madera en España se ha caracterizado por una baja
8 prioridad empresarial por la innovación (Díaz-Balteiro et al. 2006), lo que puede
9 contribuir a explicar la tendencia de los resultados de comercio exterior anteriormente
10 presentados. Ante esta situación de difícil competencia exterior en la industria de la
11 madera española, a la que no son ajenos otros países desarrollados como Estados
12 Unidos (Hansen, 2006), conviene seguir ampliando nuestros conocimientos sobre los
13 factores determinantes de la innovación en la empresa.

14 En España, como en muchos otros países, se han puesto en marcha programas e
15 instrumentos (protección derechos de propiedad industrial, subvenciones, incentivos
16 fiscales, parques tecnológicos, etc.) tendentes a promover la innovación empresarial, en
17 especial en la pequeña y mediana empresa (COTEC, 2006). Por otra parte, la cadena de
18 la madera en España no ha sido ajena a la creciente respuesta corporativa a los temas
19 sociales y ambientales observada en la industria forestal internacional, proceso
20 generalmente conocido por responsabilidad social corporativa (RSC) (Panwar et. al,
21 2006). En este sentido, y en respuesta a las cuestiones ambientales y sociales de mayor
22 interés público, las industrias españolas de la transformación de la madera han adoptado
23 nuevas prácticas y actitudes tendentes, entre otras cosas, a promover el uso sostenible de
24 los bosques (certificación forestal) y la reducción de las emisiones contaminantes
25 mediante sistemas estandarizados de gestión medioambiental (SGM). Dentro de este

contexto cabría también incluir aquellas acciones y decisiones empresariales que redundan en una mayor preocupación por los consumidores, uno de los principios básicos de los sistemas de gestión calidad en la empresa (SC), como la norma ISO 9000.

Cuando hablamos de un SGM nos referimos a un sistema que además es reconocido en la industria y los mercados (Suris, 2005). En España existen actualmente dos sistemas que cumplen estos requerimientos: ISO y EMAS. Una diferencia fundamental con la norma 9000 de calidad es que en la norma ambiental es obligado el cumplimiento de la normativa legal, además de los preceptos impuestos por la propia organización. En España, durante el año 2005, un 83% de las empresas que dispone de un SGM sigue las normas ISO 14001, un 10.5% dispone de un sistema propio, y un 3.2% la normativa EMAS. En el caso de la cadena de la madera estas cifras son, respectivamente, un 38.1%, un 6.0% y un 39.3% (Martínez Núñez y Díaz Balteiro, 2007)

Consideramos que tiene interés, al estudiar el proceso innovador de las empresas, analizar en qué medida las actuaciones empresariales como los SGM y SC que afectan a sus diferentes “stakeholders” o grupos de interés, más allá de las figuras tradicionales del propietario o sus accionistas, contribuyen o no a promover la innovación empresarial. Los efectos sobre la actividad innovadora de este tipo de actuaciones, inducidas unas veces en respuesta a requisitos legales y otras a la propia estrategia empresarial, han sido mucho menos estudiados que aquellos derivados de lo que podrían denominarse estrategias “tradicionales” de innovación y, en concreto, se carece de estudios sobre la industria forestal en España.

El objetivo principal de este trabajo consiste en estudiar los factores determinantes de la probabilidad de innovación sobre una muestra representativa de empresas de la cadena de la madera en España. Si bien se han considerado un amplio número de factores explicativos, que incluyen tanto aspectos estructurales de las empresas como incentivos

públicos a la innovación, se ha prestando una especial atención al papel representado por las estrategias ambientales y de fomento de la calidad en la empresa sobre la generación de innovaciones. El artículo se estructura de la siguiente forma: en primer lugar se desarrolla el fundamento empírico del trabajo a partir de la información obtenida en una amplia encuesta realizada sobre las empresas de la cadena de la madera. En la sección tercera se desarrolla la metodología para cuantificar la probabilidad de generar innovaciones en las empresas estudiadas anteriormente, para a continuación incluir la exposición y discusión de los resultados obtenidos. Finalmente, en la última sección se recogen las principales conclusiones.

Material

La base empírica de este trabajo procede de una encuesta realizada a 2882 empresas de la cadena de la madera en España (madera, papel y mueble) durante el año 2004. La selección muestral se ha realizado a partir la intersección de tres bases de datos, caracterizadas por ser de tipo directorio. Por otro lado, aunque se disponía de datos de un número de empresas mayor, se han descartado aquellas que no cumplan al menos uno de los siguientes requisitos: un número de empleados igual o superior a 5 o una facturación igual o superior a 10^6 €. Se estima que el tamaño muestral presenta un nivel de error inferior al 5%.

Las encuestas se han enviado mediante correo postal, a excepción de las 15 empresas con una mayor facturación, para las que se consideró oportuno realizar un tipo de seguimiento más directo. El número de cuestionarios finalmente considerados ha ascendido a 297, lo que supone un porcentaje de respuesta del 10,3%. Existe un claro sesgo a favor de las empresas de la industria de la madera (abarcaban un 49,86% de la

muestra), frente a la industria del mueble (37,32%) y, sobre todo, con respecto a la industria del papel (12,82%).

La encuesta se centra sobre cuatro aspectos fundamentales de las empresas. En primer lugar, se abordan cuestiones relativas a diversos aspectos generales de la empresa (número de trabajadores, forma empresarial, comercio exterior, etc.). A continuación, se analizan aspectos relacionados con la innovación tecnológica de la empresa (existencia de departamentos de I+D, generación de innovaciones, porcentaje de I+D sobre ventas, subvenciones e incentivos fiscales). Los aspectos ambientales se han tratado bajo tres puntos de vista claramente diferenciados: uso de sistemas de gestión medioambiental (SGM) por parte de las empresas; oferta y demanda de madera certificada y sensibilidad de las empresas hacia las energías limpias. Finalmente se preguntaba sobre la implantación de los sistemas de gestión de calidad (SC) en estas empresas.

Los principales resultados obtenidos se resumen a continuación. Comenzando por la dimensión de las empresas, la Tabla 1 indica que el tamaño más frecuente es el situado entre 20 y 50 empleados, que se corresponde con empresas de tamaño pequeño y mediano. Las empresas de gran tamaño (más de 200 trabajadores) se sitúan por debajo del 5%. A nivel sectorial se aprecia una cierta diferencia entre la industria del papel frente a las de la madera y el mueble, donde más del 22% de las empresas del sector asociado al papel presentan más de 50 trabajadores sobre un 18,37% del total de la industria. En cuanto a la forma societaria, las Sociedades Anónimas son mayoría en la industria del papel, pero no así en el resto de la industria.

Los datos sobre el comercio exterior, incluidos en la Tabla 1, indican una escasa propensión a exportar, ya que más de un 50% de las empresas encuestadas no realizan actividades exportadoras. Sin embargo, la distribución es muy desigual. Así, se observa como tanto los sectores del mueble como del papel tienen una mayor tendencia a

exportar, aunque el número de empresas que afirma que sus clientes principales están mayoritariamente en el extranjero es muy reducido.

Entre los aspectos relativos a la innovación empresarial se detectó en primer lugar que son todavía muy pocas las empresas que disponen de un departamento de I+D: tan sólo un 15,15% (Tabla 1). De entre los tres sectores, la industria del papel ofrece los resultados más elevados, con más del 30% de las empresas presentando este tipo de departamento. Por otra parte, el número de empresas que han adoptado algún tipo de innovación tecnológica (innovaciones de proceso, de producto, patentes, modelos de utilidad, etc) se sitúa en una cifra pequeña, ya que sólo un 28,28% de las empresas de la industria forestal han acometido algún proceso innovador, destacando en este aspecto, de nuevo, la industria del papel. Asimismo, el esfuerzo inversor en I+D (gastos de I+D como proporción de las ventas) es en general muy reducido, aunque muchas empresas no ofrecen información para este tipo de preguntas. Así, en la Tabla 1 se muestra cómo cerca del 90% de las empresas de los tres sectores que han contestado a esta pregunta reconocen un esfuerzo investigador igual o inferior al 5% de las ventas anuales de cada empresa. Este porcentaje es inferior a la media que presentan las 500 mayores empresas comunitarias (3.2%) y no comunitarias (4.5%). Por último, también es preciso resaltar el hecho de que no se captan demasiadas subvenciones ni incentivos fiscales para actividades innovadoras, ya que cerca del 12% de las empresas encuestadas afirman percibir subvenciones a I+D y sólo el 3% afirman haber accedido a incentivos fiscales.

Dentro de los aspectos ambientales se observa (Tabla 1) que casi un 25% de las empresas de la industria forestal han aplicado un SGM, aunque también en este caso se produce una gran heterogeneidad en cuanto a los tres sectores estudiados. Mientras que el 48,5% de la industria del papel ya dispone de estos sistemas, este porcentaje se reduce aproximadamente a la mitad en la industria de la madera y en la del mueble. El

sistema más extendido entre aquellas empresas que lo han implantado sería la norma ISO 14001, sobre todo en la industria del papel mientras que la implantación del sistema EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) es muy reducida.

La Tabla 1 muestra también resultados relativos a las preguntas sobre la certificación forestal. Considerando el conjunto de las industrias, no se detectan exigencias a la hora de su compra como materia prima que la madera sea certificada. Descomponiendo estos datos a nivel sectorial, parece que la industria del papel proporciona resultados diferentes, aunque el alto porcentaje de respuestas del tipo “no sabe/no contesta” desvirtúa estos datos. Lo que parece claro es que más de la mitad de las empresas de las industrias de la madera y del mueble que contestan a esta pregunta dicen no exigir la certificación de la madera a sus proveedores. Una situación muy similar sucede a la hora de analizar los requerimientos de los clientes en materia de certificación. Más de un 55% de las empresas del sector forestal (incluyendo a las que no contestan a esta pregunta) afirma que no lo exige. Analizando estos datos por sectores, esta cifra es más elevada en la industria del mueble, sector en el que ninguna empresa afirma contestar que la mitad o más de los clientes exigen esta cualidad a la madera.

La utilización de los residuos obtenidos en el sistema productivo para la producción de energía (Tabla 1) es una práctica habitual en la cuarta parte de las empresas de la cadena de la madera.

En cuanto a la implantación de algún SC, la Tabla 1 muestra cómo el 40% de las empresas han declarado disponer de estos sistemas. La distribución sectorial también es heterogénea en este caso. Así, en la industria del papel la implantación de estos sistemas de calidad llega supera el 57%, mientras que en la industria del mueble no llega al 33%. De entre los distintos sistemas de calidad implantados, la mayoría de las empresas que

han contestado a esta pregunta afirman utilizar un sistema de calidad de la familia ISO 9000, en sus distintas actualizaciones.

Metodología

El modelo econométrico que se ha desarrollado tiene como objetivo cuantificar los efectos de las actividades ambientales y de calidad, junto a otras características empresariales, sobre la probabilidad de generar una innovación tecnológica en la cadena de la madera. Por este motivo se decidió la estimación de un modelo empírico justificado en un conjunto de hipótesis fundamentales, a precisar más adelante, para evaluar su validez y su incidencia en la innovación forestal.

Existe una amplia utilización de este tipo de modelos econométricos para evaluar la capacidad de predicción en la producción de innovaciones. Por su amplia utilización en la literatura empírica sobre las actividades de innovación industrial, (ver por ejemplo, Beneito, 2003; Beneito, 2006; Cohen y Klepper, 1996; Cohen et al.1987; Crepon et al. 1998; Busom, 1993; Blanes y Busom, 2004), decidimos estimar un modelo con una variable dependiente de elección discreta.

En nuestro modelo se presentan los determinantes de la probabilidad de generar una innovación en la cadena de la madera. Esta probabilidad la hemos representado mediante una variable discontinua y discreta. En un principio se contemplaron 16 posibles variables explicativas con potencial incidencia sobre la probabilidad de obtener una innovación en la empresa (ver Tabla 2). Este conjunto de variables abarcaba aspectos estructurales como el tamaño y la forma societaria, propensión exportadora y aspectos relacionados con las actividades de innovación, ambientales y de calidad. Aunque algunas de estas variables, como la propensión exportadora, habían demostrado su capacidad explicativa en otros modelos sobre los determinantes de la innovación en

el sector forestal, (Välimäki et al., 2004), en el modelo empírico que se presenta finalmente se utilizaron 6 variables cuyas medias muestrales, valores máximos y mínimos, las desviaciones standard y otros estadísticos se presentan en la Tabla 3. Esta ausencia podría indicar que la actividad innovadora en el sector forestal se concentra en unos determinantes esencialmente endógenos y locales, más que en variables relacionadas con la competencia internacional.

Para evitar los posibles problemas de no normalidad con la variable aleatoria, de heteroscedasticidad y con el rango de la estimación, realizamos la modelización a través de funciones no lineales. Puesto que la modelización de las funciones logit y probit suele ofrecer unos resultados muy similares, hemos escogido la estimación del modelo logit por su mayor simplicidad en la interpretación del problema que se presenta. El método de estimación utilizado es el de la máxima verosimilitud. La estimación de un modelo tobit no se considera puesto que la variable latente no puede tomar valores negativos. Es decir, que los valores cero no son consecuencia de haber truncado los datos o de la imposibilidad de observar los valores.

La especificación econométrica del modelo final desarrollado para explicar la probabilidad de generar una innovación es:

$$Geninnov_{it} = Constante + b_1 plant_{it} + b_2 depid_{it} + b_3 subid_{it} + b_4 esfid_{it} + b_5 SGM_{it} + b_6 SC_{it} + b_7 subid_{it} * SC_{it} + m_{it} \quad (1)$$

Donde la variable *Geninnov* indica la probabilidad de generar innovaciones, *plant* es una variable que mide el número de trabajadores de la empresa, *depid* es una variable que confirma la existencia de un departamento de investigación, *subid* es una variable que confirma si la empresa ha recibido o no subvenciones a la I+D, *esfid* es una variable que mide el esfuerzo en I+D de la empresa, *SGM* es una variable que registra si la

1 empresa dispone o no de un sistema de gestión medioambiental y SC es una variable
2 que registra si la empresa dispone de un sistema de gestión de calidad. Por su parte, μ_{it}
3 es un término de error aleatorio, que representa el efecto de las variables omitidas. La
4 media del término de error es igual a cero y presenta una varianza constante y una
5 correlación contemporánea diferente de cero entre las empresas de la muestra. Como en
6 este caso no puede aceptarse de entrada la validez de los contrastes t más que
7 asintóticamente, presentamos el valor del estadístico z .

8 El objetivo final de este modelo empírico es contrastar la influencia que la presencia de
9 un SGM y de un SC muestran sobre la probabilidad de obtener una innovación por parte
10 de una empresa forestal. Es por esto que partimos de un modelo básico, (modelo
11 sencillo en Tabla 4), en el que se estima la probabilidad de obtener una innovación, con
12 un conjunto de variables fácilmente generalizable a cualquier industria, para desarrollar
13 a continuación un modelo más amplio ya definido en la ecuación (1), en el que se
14 consideran dos variables adicionales, la presencia de un SGM y de un SC, sobre las que
15 se quiere contrastar su influencia en el comportamiento innovador de una empresa
16 forestal (véase el modelo ampliado en Tabla 4).

17 En cuanto a los efectos concretos de cada variable sobre la probabilidad de generar una
18 innovación, la regresión se ha especificado, asimismo, partiendo de un modelo básico
19 (modelo sencillo, Tabla 4), para estimar después un modelo más amplio (modelo
20 ampliado Tabla 4). En el modelo sencillo, se consideran exclusivamente un conjunto de
21 variables que presentan una importancia muy genérica para la cadena de la madera. Se
22 trata de un conjunto de variables que podrían servir para explicar el comportamiento
23 innovador de una empresa, en términos muy generales. En el modelo ampliado, se
24 considera además la presencia de un SGM y de un SC, y su posible interacción con todo
25 el sistema generador de innovación en la industria estudiada. Para facilitar la

interpretación de los coeficientes, la Tabla 4 incluye los valores de las elasticidades en la media.

A continuación, presentamos y discutimos las hipótesis de trabajo. En ambos modelos esperamos que las empresas con una plantilla de mayor dimensión sea más probable que generen un mayor número de innovaciones. Es decir, que el coeficiente de la ecuación (1) será de la forma $\beta_1 > 0$. En esta variable, la plantilla se ha utilizado como una variable proxy para la dimensión de la empresa.

Se considera también que la existencia un departamento de investigación presenta efectos favorables sobre la posibilidad de generar una innovación, y por tanto el coeficiente $\beta_2 > 0$. En este caso, el supuesto fundamental es el de que el conocimiento tecnológico se comporta conforme una variable stock, equivalente a un capital tecnológico. La existencia de este capital es un incentivo para el desarrollo de una actividad innovadora continuada y persistente, y confirma la consideración de la innovación por parte de la empresa como un input significativo de la industria, y no simplemente como una actividad ocasional y basada en la genialidad de individuos aislados o sin continuidad en la empresa.

El efecto principal de una subvención sobre la investigación en la cadena de la madera es, en principio, la disminución del coste de oportunidad relacionado con la generación de innovaciones. Por tanto la consideramos como un complemento de la actividad innovadora en la cadena de la madera. Es por esto que el valor esperado es $\beta_3 > 0$. Sin embargo, la presencia de subvenciones también puede provocar la disminución de la actividad innovadora, cuando la subvención pública y la política privada se comportan como sustitutivos y no como complementarios, tal como sería deseable. En este caso el valor esperado sería $\beta_3 < 0$. En este trabajo se adopta la hipótesis de complementariedad entre las subvenciones y la actividad innovadora.

Si las empresas realizan un esfuerzo de I+D, y la innovación se comporta como una variable stock, que se modifica de forma persistente, el valor esperado para las empresas que desarrollan este tipo de esfuerzo es $\beta_4 > 0$. El signo solamente podría cambiar si aparecieran deseconomías de escala en la organización de la actividad innovadora. Por ejemplo, una dimensión excesiva en la empresa, que comporta la intensificación de la actividad burocrática. Si el efecto dominante es este, entonces, los efectos sobre la actividad innovadora podrían llegar a ser negativos siendo, en este caso $\beta_4 < 0$. Descartamos como hipótesis este último efecto.

Los SGM y los SC suelen requerir de la organización necesaria para identificar los aspectos ambientales que derivan de la organización empresarial, la actividad de la empresa, su producto y servicios asociados, identificar prioridades, y establecer los objetivos ambientales y de calidad adecuados que permitan planificar, controlar, prevenir y corregir las acciones que minimicen el impacto sobre el medio ambiente (Radonjinc y Tominc, 2006). Para alcanzar estos objetivos, los SGM deberían favorecer que las empresas considerasen la utilización de la mejor tecnología disponible, siempre que sea adecuada y viable económicamente y que se realice un análisis coste-eficiencia de estas tecnologías, tal como lo establecen algunos SGM como la propia ISO 14001. Esto implica que la ISO 14001 y los cambios tecnológicos (especialmente en empresas manufactureras), pueden llegar a vincularse estrechamente y ambos, a su vez, vincularse positivamente con la generación de innovaciones. Por tanto, la existencia de SGM y de SC comportan, a priori, efectos positivos sobre la probabilidad de generar innovaciones en estos sectores ($\beta_5 > 0$ y $\beta_6 > 0$).

La existencia de un sistema de calidad y la presencia de subvenciones a la I+D son dos variables que aparecen interrelacionadas y que determinan la probabilidad de generar una innovación. Es decir, que las subvenciones y los sistemas de calidad se comportan

como factores complementarios o sustituitivos en el proceso innovador de la cadena de la madera. Es decir,

$$\frac{\partial Genninova}{\partial SC} = b_6 + b_7 subid_{it} \quad (2)$$

y también,

$$\frac{\partial Genninova}{\partial subid} = b_3 + b_7 SC_{it} \quad (3)$$

Si estos factores son complementarios, entonces el coeficiente β_7 será positivo. Es decir, que las subvenciones a la actividad innovadora y la presencia de un sistema de calidad serán dos elementos que se potenciarán mutuamente y que impulsarán con más intensidad la generación de innovaciones en la empresa forestal. Por el contrario, si el coeficiente es negativo, la subvención a la I+D y la presencia de un sistema de calidad se comportarían como factores sustitutivos, y entonces el coeficiente será negativo. Es decir, que la existencia de un sistema de calidad podría provocar en según que circunstancias la expulsión de las actividades de innovación en el sector forestal. Por tanto, resulta muy difícil anticipar a priori el efecto esperado de una subvención sobre la innovación, cuando existe un sistema de calidad que ya está funcionando en la empresa. El signo dependerá fuertemente de la aplicación de la actividad innovadora hacia actividades en que la mejora de la calidad se encuentra más directamente relacionada con la generación de conocimiento, o si se orienta más hacia actividades finalistas y cercanas a la calidad del producto comercializado.

Resultados.

La ecuación 1 se ha estimado siguiendo un modelo logit dicotómico, en el que el número de alternativas posibles para la variable dependiente es igual a dos, y además estas opciones son excluyentes. Se ha seguido una metodología cross-section, en la que la muestra está formada por las 297 empresas forestales anteriormente descritas.

Nuestra hipótesis principal es que tanto la presencia de un SGM como de un SC incide y determina la tendencia innovadora de las empresas. Es decir, que la innovación podría ser inducida por la mejora de las prácticas ambientales y de calidad de las empresas.

Las regresiones de los dos modelos estimados modelo sencillo (sin SGM y SC) y modelo ampliado (con SGM y SC), aparecen en la Tabla 4. Los coeficientes estimados reflejan la variación en la probabilidad de un cambio unitario en la variable considerada.

Los valores de la media, desviación standard, coeficientes de sesgo y Kurtosis, así como el valor del test de normalidad de Jarque-Bera pueden encontrarse en la Tabla 3. El contraste de normalidad de Jarque-Bera de los residuos en la regresión sobre el modelo ampliado es de 63.85 (Tabla 4), con lo que se rechaza claramente la hipótesis de que los residuos siguen una distribución normal (entre paréntesis se incluyen los valores z , para errores que no son normales).

Para mejorar la interpretación de las elasticidades estimadas en los dos modelos, y puesto que estamos trabajando con funciones no lineales, hemos preferido calcular el valor de las elasticidades en la media. Los valores de las elasticidades en la media se presentan asimismo en la Tabla 4. En el modelo ampliado, la existencia de un departamento de I+D presenta el signo positivo esperado. La variable presenta una elevada significación, y el valor de la elasticidad en la media es de 1.22 (ver Tabla 4, modelo ampliado). La magnitud de la influencia de esta variable es superior a la existencia de subvenciones a la I+D, cuya elasticidad en la media es 0.42, que también

1 resulta claramente significativa y presenta el signo positivo esperado. La variable que
2 representa el esfuerzo de I+D indica que la relación con la probabilidad de generar una
3 innovación es positiva. Sin embargo, la significación de esta variable es débil.

4 La presencia de un SGM induce efectos positivos sobre la generación de las
5 innovaciones. Esta variable resulta claramente significativa (Tabla 4, modelo ampliado)
6 y presenta una elasticidad en la media de 0,36. La existencia de un SC parece inducir los
7 efectos positivos esperados sobre la innovación, e incluso superiores a los efectos
8 relacionados con los SGM.(Tabla 4). Una justificación para esta relación positiva puede
9 ser que en el SC se consideran conjuntamente innovaciones convencionales, y también
10 innovaciones más específicamente relacionadas con el diseño del producto. Por último,
11 parece existir una interacción negativa entre la presencia de subvenciones a la I+D y la
12 existencia de un sistema de calidad. El signo negativo en el término de interacción
13 indica que, aunque la presencia de subvenciones a la I+D y de sistemas de calidad
14 contribuye positivamente a intensificar la probabilidad de generar innovaciones en la
15 cadena forestal, existe sin embargo una relación de sustitución entre estas variables. Es
16 decir, que un aumento del gasto en I+D podría provocar la disminución de una parte del
17 esfuerzo vinculado con los sistemas de calidad. La razón fundamental es que existen
18 ámbitos comunes en estas actividades que podrían sustituirse entre sí. Lo mismo podría
19 suceder si aumenta el protagonismo de los sistemas de calidad en la empresa. En este
20 caso, probablemente algunas actividades que antes se desenvolvían en un esquema
21 organizativo próximo a la I+D, pasarían a desarrollarse dentro de un entorno más
22 cercano a los sistemas de calidad.

23 Si bien los resultados empíricos sobre las variables relacionadas con los SGM y los SC
24 son robustos, hemos calculado un test conjunto sobre la hipótesis de que las empresas
25 trabajan sin SGM y sin SC, (es decir, $b_5 = b_6 = b_7 = 0$). El valor del test de Wald es de

11.10, con 3 grados de libertad, con un nivel de significación del 5% (Tabla 4, modelo ampliado). Es decir, que se rechaza claramente la hipótesis de no significación de estas variables. El criterio de Hannan-Quinn utilizado también indica que el modelo preferido es el modelo ampliado respecto a un modelo restringido en el que no se consideran estas variables (Tabla 4, modelo ampliado).

Además, cuando se incorporan los SGM y SC, el tamaño y la significación de algunas variables del modelo sencillo se modifican y, en algún caso, sustancialmente (Tabla 4).

En efecto, aunque la presencia de SGM y SC no produce cambios apreciables en los efectos sobre la generación de innovaciones asociados con la dimensión de la plantilla de la empresa, si aumenta ligeramente los efectos positivos sobre la generación de innovaciones forestales debido a la existencia o no de un departamento de I+D y reduce también ligeramente el efecto positivo del esfuerzo investigador (Tabla 4, modelo sencillo). En cambio, sí que se modifican significativamente los efectos asociados con la presencia de subvenciones a la I+D, que llegan a cambiar el signo de sus efectos sobre la generación de innovaciones pasando de negativo a positivo. Los modelos estimados también sugieren que la presencia conjunta de SGM y de SC debilitan ligeramente la influencia del esfuerzo en I+D sobre la generación de innovaciones. Esta interacción parece indicar la existencia de una relación sustitutiva entre estas variables.

Los valores del estadístico de Hosmer-Lemeshow y de Andrews parecen indicar una buena calibración del modelo. Puesto que los valores de los índices de Hosmer-Lemeshow y de Andrews son de 4.23 y 5.62 (Tabla 4) respectivamente, no es posible rechazar la hipótesis nula de que el modelo se ajusta adecuadamente a las observaciones. El estadístico LR contrasta la hipótesis nula de que todos los coeficientes excepto la constante son iguales a cero. Esta hipótesis se rechaza muy rotundamente en todos los casos. El valor de la R^2 de McFadden es de 0.25.

La selección de las predicciones correctas se realiza analizando los valores de la estimación de la variable endógena *Geninnov*, superiores a 0,5. Cuando la variable supera este valor, entonces se le asigna un valor de predicción de 1. A los valores de estimación de la variable endógena menores a 0,5 se les asigna un valor de predicción cero. Cuando el valor de la predicción coincide con el valor real de la variable dependiente, entonces se dice que la predicción es correcta

La conclusión que se deriva de la tabla de “expectativas-predicción” (Tabla 5) es que el modelo estimado predice correctamente el 79.58% de las observaciones. En concreto, el 93.23% de las observaciones cuando la variable dependiente es igual a 0 (no hay innovación) y el 52.58% de las observaciones en que la variable dependiente es igual a 1 (sí que se han producido innovaciones). El modelo con probabilidades constantes, (en la que la variable dependiente siempre es igual a cero), predice correctamente el 66.44% de las observaciones. Este resultado sugiere que la capacidad explicativa del modelo estimado, (el modelo ampliado en la Tabla 4), es elevada.

Conclusiones

El presente trabajo tiene como objetivo cuantificar la probabilidad de generar innovaciones en la industria forestal española prestando especial atención a la incidencia sobre la innovación de las estrategias ambiental y de calidad de las empresas. Por este motivo se ha estimado un modelo empírico justificado sobre un conjunto de hipótesis teóricas fundamentales directamente relacionadas con aspectos estructurales, y de de innovación empresarial, así como con la existencia de sistemas de gestión medioambiental (SGM) y de calidad (SC).

Los resultados econométricos indican que la presencia de los SGM y los SC en el modelo empírico intensifica los efectos positivos sobre la generación de innovaciones

forestales. No obstante, se observa una relación sustitutiva entre la presencia de los SGM y SC y algunos determinantes de la innovación empresarial. Esta relación puede ser un indicador sobre los efectos verdaderamente innovadores que se relacionan con la mejora de la calidad en la cadena forestal. Por último, es preciso destacar que algunas de las variables que a priori pudiera parecer que presentarían una relación con la probabilidad de innovar (empresa exportadora, antigüedad) no son significativas en el modelo anteriormente desarrollado.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Educación y Ciencia dentro del proyecto AGL2005-04514/FOR, así como por la Comunidad de Madrid. Los autores agradecen los comentarios y sugerencias de Roberto Voces.

Referencias

- Blanes J., Busom, I. ,2004. Who participates in R&D subsidy programs? The case of Spanish manufacturing firms, *Research Policy*, 33, 1459-1476.
- Bullard S.H., Straka, T.J., 1986. Role of company sales in funding research and development by major U.S. paper companies, *Forest Science* 32 (4), 936-943.
- Beneito, P., 2003. Choosing among alternative technological strategies: an empirical analysis of formal sources of innovation, *Research Policy*, 32, 693-713.
- Beneito, P., 2006. The innovative performance of in-house and contracted R&D in terms of patents and utility models, *Research Policy*, 35, 4, 502- 517.

- 1 Busom, I., 1993. Los proyectos de I+D de las empresas: Un análisis empírico de
2 algunas de sus características, Revista Española de Economía, monográfico
3 Investigación y Desarrollo, 39-65.
- 4 Cohen, W. M. y Klepper, S., 1996. A reprise of size and R&D, Economic Journal, 106,
5 925-951.
- 6 Cohen, W; Levin, R. Y Mowery, D., 1987. Firm Size and R&D intensity: A Re-
7 Examination, Journal of Industrial Economics, 35, 543-565.
- 8 COTEC, 2006. Informe Cotec: Tecnología e Innovación en España, 2006.
9 <http://www.cotec.es/>
- 10 Crepon, B., Duguet, E., Mairesse, J., 1998. Research, innovation and productivity: an
11 econometric analysis at the firm level, NBER Working Paper Series, n. 6696.
- 12 Crespell, P., Knowlmes, C., Hansen, E., 2006. Innovativeness in North America
13 softwood sawmilling Industry. Forest Science 52 (5), 568-578.
- 14 Diaz-Balteiro, L., Herruzo, A.C., Martinez, M., Gonzalez-Pachon, J., 2006. An análisis
15 of productive efficiency and innovation activity using DEA: An application to
16 Spain's Wood-based industry. Forest Policy and Economics 8, 762-773.
- 17 Dirección General de Aduanas, 2007. <http://aduanas.cameras.org/>
- 18 Griliches, Z., 1980. R&D and the Productivity Slowdown, The American Economic
19 Review, Vol. 70, No. 2, Papers and Proceedings of the Ninety-Second Annual
20 Meeting of the American Economic Association, 343-348.
- 21 Griliches, Z., 1992. The Search for R&D Spillovers, The Scandinavian Journal of
22 Economics, 94, Supplement. Proceedings of a Symposium on Productivity
23 Concepts and Measurement Problems: Welfare, Quality and Productivity in the
24 Service Industries, S29-S47

- 1 Hansen, E., 2006. The state of innovation and new product development in North
2 America lumber and panel industry. *Wood and Fiber Science* 38 (2), 326-333.
- 3 INEbase, 2007. <http://www.ine.es/inebase/index.html>
- 4 Jones, C., Williams, J., 1998. Measuring the social return to R&D, *Quarterly Journal of*
5 *Economics*, 113, 119-135.
- 6 Kubeczko, K., Rametsteiner, E., 2002. Innovation and entrepreneurship a new topic for
7 forest related research. EFI-Innforce-Discussion paper I. IFSPE-Discussion
8 paper. Institute for Forest Sector Policy and Economics, University of
9 Agricultural Sciences, Vienna. 29p.
- 10 Mansfield, E., 1980. Basic Research and productivity increase in manufacturing,
11 *American Economic Review*, 863-873.
- 12 Martínez Núñez, M., Díaz Balteiro, L., 2007. La industria forestal en España. aspectos
13 productivos, organizativos y medioambientales. Documento interno, 39 pp.
- 14 Munn, I.A., Hodges, D.G. Truitt, T., 1998. Determinants of research and development
15 expenditures in the forest product industry, Forest and Wildlife Research Center,
16 Mississippi State University, 83-87.
- 17 OECD, 2005. "Science, Technology and Industry Scoreboard 2005 − Towards a
18 knowledge-based economy", París.
- 19 Panwar, R., Rinne, T., Hansen, E., Juslin, H., 2006. Corporate responsibility. Balancing
20 economic, environmental, and social issues in forest products industry, *Forest*
21 *Product Journal* 56 (2), 4-12.
- 22 Pavitt K., 1984. Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a
23 theory, *Research Policy* 13, 178-207.
- 24

- 1 Radonjic, G., Tominc, P. (2006). The impact and significance of ISO14001 certification
2 on the adoption of new technologies: the case of Slovenia, *Management of*
3 *Environmental Quality: An International Journal*, 17(6), 707-727.
- 4 Rametsteiner, E., Weiss, G., 2006, Innovation and innovation policy in forestry:
5 Linking innovation process with systems models. *Forest Policy and Economics*
6 8, 691-703.
- 7 Suris, J.M., 2005. *Gestión medioambiental en la industria*, Marge Books, Barcelona.
- 8 West C.D., Sinclair S.A., 1992. A Measure of Innovativeness Sample of Firms in the
9 Wood Household Furniture Industry. *Forest Science*, 38 (3), 509-524.
- 10 Välimäki, H., Niskanen, A., Tervonen, K., Laurila, I., 2004. Indicators of
11 innovativeness and enterprise competitiveness in the wood products industry in
12 Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 19 (Supp. 5), 90-96.

Tabla 1. Resumen de los datos empleados en el modelo econométrico

		Industria de la madera	Industria del papel	Industria del mueble	Total Industria
Tamaño empresa	20-50 trabajadores	39,08	35,48	56,18	43,88
	Más de 200 trabajadores	4,60	12,90	3,37	5,10
Forma Sociedad	Sociedad Anónima	40,98	66,66	25,31	39,66
Comercio exterior	% empresas que exportan	60,23	33,33	32,58	48,81
Investigación	Empresas con departamento investigación	14,37	30,30	11,11	15,15
	% Empresas con esfuerzo investigador menor del 5%	29,31	45,45	20,00	28,28
	Empresas que captan subvenciones	92,45	84,21	88,23	89,42
	fiscales	6,90	18,18	18,89	11,78
		2,87	6,06	2,22	3,03
Sistemas Gestión Medioambiental	% Empresas con Sistema de Gestión Medioambiental	21,27	48,48	23,33	24,92
Certificación Forestal	% Empresas que no exigen madera certificada en sus	55,17	3,03	44,44	46,13
	% Empresas a las que no exigen madera certificada sus clientes	50,00	18,18	80,00	55,56
Uso de los residuos	% Empresas que aprovechan residuos	28,16	3,03	24,44	24,24
Sistemas de Calidad	% Empresas con Sistemas de Calidad	40,80	57,58	32,22	40,07

1 Tabla 2. Variables utilizadas para modelizar la propensión a obtener innovaciones.

2

Variables	Definición
<i>Geninnov</i>	Generación de Innovación. 1: Si; 0 No.
<i>plant</i>	Numero de trabajadores de la empresa. 1: 0-20 trabajadores; 0: resto.
<i>exp</i>	Empresa exportadora. 1: Si; 0: No
<i>expvent</i>	%Export/Ventas. 1: 0-10%; 0: resto
<i>depid</i>	Existe departamento de investigación. 1: Si; 0: No.
<i>idvent</i>	% Gasto I+D/Ventas.1: 0-1%; 0: resto
<i>subid</i>	Subvenciones I+D. 1: Si; 0: No
<i>fisinc</i>	Incentivos fiscales. 1: Si; 0: No
<i>relemp</i>	Relaciones con otras empresas. 1: con proveedores; 0: resto
<i>esfid</i>	Esfuerzo I+D. 1: mediano; 0: resto
<i>otremp</i>	Comparación con otras empresas. 1: alto; 0 resto
<i>SGM</i>	Sistemas de Gestión Ambiental. 1: Si; 0: No.
<i>comcert</i>	Compras de madera certificada. 1: Si; 0: resto
<i>exigcert</i>	Compradores exigen certificación. 1: nunca la han exigido; 0: otros
<i>SC</i>	Sistemas de calidad. 1: Si; 0: No.
<i>formemp</i>	Forma empresarial. 1: SA; 0: otros
<i>edad</i>	Tiempo funcionando. 1: 10-20 años; 0: otros

3

4

Tabla 3. Principales estadísticos de las variables utilizadas en el modelo econométrico

	<i>Geninnov</i>	<i>plant</i>	<i>depid</i>	<i>subid</i>	<i>esfid</i>	<i>SGM</i>	<i>SC</i>
Media	0,34	0,23	0,18	0,12	0,22	0,25	0,56
Mediana	0	0	0	0	0	0	1
Máximo	1	1	1	1	1	1	1
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0
Desv. St.	0,47	0,42	0,38	0,32	0,42	0,43	0,50
Sesgo	0,70	1,27	1,70	2,37	1,32	1,16	-0,23
Kurtosis	1,48	2,62	3,88	6,63	2,74	2,35	1,05
Jarque-Bera	50,99	79,58	148,11	430,30	84,47	69,97	48,20
Suma error al cuadrado	64,44	51,47	42,00	30,00	50,38	54,06	71,31

Tabla 4. Modelo estimado. Probabilidad de generar una innovación en la cadena de la madera. Variable dependiente: *Geninnov*

Variables	Modelo Ampliado (*)			Modelo Sencillo (**)		
	Coeficientes	Media	Elasticidad en la media	Coeficientes	Media	Elasticidad en la media
C	-2.02 (-7.27)			-1.55 (-8.28)		
<i>plant</i>	0.56 (1.527)	0.23	0.39	0.56 (1.617)	0.23	0.39
<i>depid</i>	2.33 (5.255)	0.18	1.22	2.17 (5.297)	0.18	1.14
<i>subid</i>	2.31 (2.989)	0.12	0.42	0.97 (2.12)	0.12	-0.05
<i>esfid</i>	0.52 (1.443)	0.23	0.35	0.72 (2.0923)	0.23	0.48
<i>SGM</i>	0.84 -2.525	0.56	0.36			
<i>SC</i>	0.46 -1.35	0.25	0.62			
<i>subid * SC</i>	-2.01 (-2.05)					
Wald test ¹	11.10					
Razón de Verosimilitud	91.65			79.21		
Error standard de la regresión	0.40			0.41		
Suma del error al cuadrado	44.47			48.46		
R ² de McFadden	0.25			0.21		
Jarque-Bera	63.86			33.95		
Hosmer-Lemeskow	4.23			4.72		
Andrews	5.62			5.82		
Akaike	1.01			1.04		
Schwartz	1.12			1.10		
Hannan-Quinn	1.06			1.07		

Estadístico z entre paréntesis

(*) (**) Media de la variable dependiente *Geninnov* : 0.34

¹ no existe interacción entre la presencia de subvenciones a la I+D y los sistemas de calidad, no hay efectos del SGM, ni del SC sobre la innovación forestal

1 Tabla 5. Tabla de “expectativas-predicción” Proporción de predicciones correctas

2

Modelo ampliado	Ecuación estimada			Probabilidades constantes *		
	Dep=0	Dep=1	Total	Dep=0	Dep=1	Total
P(D5)>0.5	179	46	225	192	97	289
P(D5)<0.5	13	51	64	0	0	0
Total	192	97	289	192	97	289
Correctas	179	51	230	192	0	192
%Correctas	93,23	52,58	79,58	100	0	66,44
%Incorrectas	6,77	47,42	20,42	0	100	33,56
Ganancia**	-6,77	52,58	13,14			
Cambio porcentual***		52,58	39,18			
Modelo sencillo	Ecuación estimada			Probabilidades constantes *		
	Dep=0	Dep=1	Total	Dep=0	Dep=1	Total
P(D5)>0.5	185	51	236	198	99	297
P(D5)<0.5	13	48	61	0	0	0
Total	198	99	297	198	99	297
Correctas	185	48	233	198	0	198
%Correctas	93,43	48,48	78,45	100	0	66,67
%Incorrectas	6,57	51,52	21,55	0	100	33,33
Ganancia*	-6,57	48,48	11,78			
Cambio porcentual**		48,48	35,35			

*: Dep es siempre igual a 0

3 **: Cambio en las predicciones correctas respecto a la especificación por defecto (probabilidades constantes)

***: Porcentaje de predicciones incorrectas (en la especificación por defecto) corregidas por la ecuación