



## LAS VARIABLES AMBIENTALES EN LA INNOVACIÓN DE LAS EMPRESAS EN MÉXICO

Environmental variables in the innovation of firms in Mexico

*Roberto González<sup>1\*</sup>, Bogar García<sup>2</sup> & Rubén Macías<sup>3</sup>*

Universidad Autónoma de Aguascalientes, <sup>1</sup>Correo electrónico: rgonza@correo.uaa.mx; Correo electrónico roberto.gonzalez@edu.uaa.mx. <sup>2</sup>Correo electrónico: bogar.garcia@edu.uaa.mx. <sup>3</sup>Correo electrónico: ruben.macias@edu.uaa.mx.

\*Autor correspondiente/corresponding author: Correo electrónico/E-mail: rgonza@correo.uaa.mx

### RESUMEN

Las medidas de protección y control ambiental en el proceso de producción cada vez vienen ganando un peso importante en la determinación de la innovación tecnológica de las empresas. El objetivo de este artículo consistió en analizar que tanto influyen determinadas variables ambientales en la decisión e inversión en innovación de las empresas mexicanas. Para lo cual se empleó el modelo del proceso innovador de Crépon et al. (1998) y la base de datos del INEGI 2012. Los resultados obtenidos muestran que únicamente las certificaciones ambientales se asocian con el proceso innovador de las unidades económicas mexicanas. Elementos como la percepción que tengan los empresarios sobre la importancia de ciertos factores ambientales en los objetivos de la innovación no ejerce ninguna influencia en la determinación y el gasto en innovación. También, el gasto en Investigación y Desarrollo Tecnológico con fines ambientales que realizan las empresas en México no incide en su decisión e inversión en actividades de innovación.

Palabras claves: innovación; empresas; variables ambientales; México.

### ABSTRACT

Environmental protection and control measures in the production process are increasingly gaining importance in determining the technological innovation of companies. The objective of this paper was to analyze how much environmental variables influence the decision and investment in innovation of Mexican companies. For this, the model of the innovative process of Crepon et al. (1998) and the database of the INEGI 2012 were used. The results show that only environmental certifications are associated with the innovative process of the Mexican economic units. Elements such as the perception of entrepreneurs about the importance of certain environmental factors in the objectives of innovation

have no influence on the determination and expense on innovation. Also, the spending on Research and Technological Development for environmental purposes carried out by companies in Mexico does not affect their decision and investment in innovation activities.

Keywords: innovation; business; environmental variables; Mexico.

## **INTRODUCCIÓN**

A nivel microeconómico existen diferentes estudios que dan cuenta del comportamiento ambiental de las unidades económicas en México, en buena parte de estas investigaciones se resalta el papel que tienen las tecnologías como factores para controlar o disminuir la contaminación que generan las empresas, por ejemplo, con ayuda de la Encuesta Nacional de Innovación 2001 en los sectores manufactureros y de servicios, Romo & Hill (2010) hallaron que un buen número de agentes productivos que realizaron algún tipo de innovación (565 empresas), manifestaron que son relevantes en los objetivos de la innovación los aspectos ambientales como la reducción de daños al medio ambiente en el proceso productivo (249), el desarrollo de productos que no influyan negativamente en el medio ambiente (258) y la reducción en el consumo de energía (205).

Para López (2014), -quién se apoyó en datos del CONACYT-INEGI 2006- es significativamente bajo el número de unidades económicas manufactureras que impulsa actividades o invierte en Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) con el objetivo de controlar y proteger el medio ambiente o en ahorro de energía.

Los estudios citados anteriormente, aunque relevantes para entender la situación de la relación medio ambiente y tecnología en la industria en México son insuficientes para comprender el comportamiento agregado de estas unidades productivas en sus decisiones de innovación, específicamente el peso

que tienen las variables ambientales en su disposición de invertir en Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT). En algunas situaciones son trabajos que se enfocan en determinadas ramas productivas y con muestras muy pequeñas (Brown 2008, Domínguez 2008, Medina 2008, Mercado 2008); o solo presentan y describen resultados sobre aspectos ambientales y empresas que se desprenden de encuestas nacionales sobre innovación o investigación y desarrollo tecnológico (López 2014).

La pregunta que guió este trabajo fue la siguiente ¿En México, que tanto influyen ciertas variables ambientales en el proceso de innovación de las empresas? Para dar respuesta a este cuestionamiento se consideró dos puntos importantes: primero, la fuente de información donde se obtendría los datos que relacionaran determinadas variables ambientales con la innovación de las empresas mexicanas, para ello se recurrió al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI 2012).

Segundo, consistió en entender lo que es la innovación. La conceptualización sobre este término provino del estudio de Romo & Hill (2010), quienes retomaron la propuesta de Crépon et al. (1998) en el sentido de que la innovación en las empresas es comprendida como un proceso integrado por cuatro etapas, la primera fase tiene que ver con la decisión de éstas de emprender proyectos de IDT, la segunda está ligada con el monto de los recursos que se invertirán en la IDT, la etapa tres implica los resultados o productos de la innovación, finalmente, se relaciona los resultados de la innovación con la producti-



**FIGURA 1.** EL PROCESO INNOVADOR DE LAS EMPRESAS (Adaptado de Kemp et al. 2003).

The innovative process of companies (Adapted from Kemp et al. 2003).

vidad o desempeño de la empresa. La Fig. 1 describe el proceso de innovación de las empresas.

En nuestra investigación sólo se tomó en cuenta las dos primeras fases del proceso de innovación del planteamiento de Crépon et al. (1998), y se tuvo como objetivo general determinar el efecto de ciertas variables ambientales en las decisiones e intensidad en la innovación de las empresas en México. Específicamente, se estudió como influyen en este proceso innovador de las unidades económicas las certificaciones ambientales, la percepción del empresario sobre la relevancia que tienen ciertos aspectos ambientales en los objetivos de la innovación; y el gasto en IDT con el propósito de controlar y proteger el medio ambiente

Uno de los principios básicos que sustentan la política ambiental es la teoría de las externalidades (Cropper & Oates 1992), así un tema de análisis central dentro del diseño de las políticas ambientales lo constituye la

contaminación ambiental, la cual es producto de las decisiones de consumo o producción de bienes y servicios externos al mercado, y que no es considerada por los consumidores o productores, dada esta externalidad negativa los costos sociales de producción exceden a los costos privados, si el mercado es dejado como solución se generará bastante contaminación (Fullerton & Stavins 1998).

Una solución eficiente para una externalidad ambiental negativa consiste en que los agentes económicos enfrenten el costo marginal de su actividad contaminadora en el punto donde se iguale con el valor de los daños ambientales que ellos generan, con la finalidad de inducirlos a internalizar estos costos (Cropper & Oates 1992). En este caso, las políticas públicas pueden ser utilizadas para disminuir o eliminar la contaminación ambiental, mediante el empleo de instrumentos que incidan en las decisiones de los agentes económicos, o sin alterar éstas, modificando el impacto al medio ambiente que generan los contaminadores (Belausteguigoitia et al. 2001).

Dentro de las herramientas de política pública que influyen en las decisiones de los agentes productivos se tienen los instrumentos de comando y control (leyes, normas, reglamentos), instrumentos económicos (impuestos y subsidios ambientales), instrumentos voluntarios (enfoques voluntarios ambientales, como el ISO 14001). Por otro lado, cierto tipo de infraestructura pública contribuye a disminuir el impacto ambiental negativo de las decisiones económicas de las empresas o individuos (Belausteguigoitia et al. 2001).

¿Qué tanto influyen estos instrumentos de política ambiental y en términos generales las variables ambientales en el proceso de innovación de las empresas? Una posición positiva es la visión “ganar-ganar” de Porter & Van der Linder (1995), quienes sostienen que una

buena regulación ambiental promueve la eficiencia y motiva a las empresas a innovar de dos formas: primero, mediante nuevas tecnologías y métodos que minimicen los costos de la contaminación una vez que esta ocurre, por ejemplo, el reciclamiento de ciertos desechos industriales; segundo, por medio de un mejoramiento en la productividad de los recursos, en este caso, la empresa sustituye materiales a bajo costo o utiliza de manera más eficiente los existentes. Esta perspectiva coincide con la corriente tradicional de la economía neoclásica en el sentido de la alta probabilidad que las regulaciones de corte ambiental detonen la innovación (Jaffe et al. 2003). Una de las definiciones y aplicaciones metodológicas más empleadas sobre el término de la innovación se basan en el Manual de Oslo (OECD 2005), donde ésta se define como “la implementación de un nuevo o significativamente mejorado producto (bien o servicio), o proceso, o nuevo método de comercialización, o nuevo método organizacional de las prácticas empresariales, organización en el lugar de trabajo o de las relaciones externas” (p. 46), este mismo organismo distingue cuatro tipos de innovación: a) de producto: se caracteriza por el mejoramiento significativo de un bien o servicio con respecto a sus características y usos, o el desarrollo de nuevos bienes o servicios; b) de proceso: implica la implementación de un nuevo o una mejora significativa del proceso de producción o distribución, comprende cambios importantes en técnicas, equipos o software; c) de organización: incluye nuevas formas de organización en las prácticas, lugar de trabajo o relaciones externas de la empresa; d) de Mercadotecnia: involucra innovadoras formas de comercialización que conllevan cambios en el diseño o empaque del producto, o en su posicionamiento, promoción o precio.

El Manual de Oslo (OECD 2005) constituye una guía que adaptan varios países para

estructurar sus encuestas sobre innovación a nivel de empresa, por ejemplo, en México la encuesta sobre investigación y desarrollo tecnológico del INEGI 2012 incorpora determinados principios metodológicos provenientes de este manual. Estas encuestas nacionales sobre innovación constituyen una fuente de información relevante en los trabajos de investigación.

Los datos provenientes de estas encuestas son la base para probar diversos modelos sobre innovación en las empresas. Un modelo notable en la literatura consultada es de Crépon et al. (1998) el cual ha constituido la base para diferentes estudios (Duguet 2006, Benavente 2006, Chudnovsky et al. 2006, Masso & Vather 2008, Romo & Hill 2010, Crespi & Zuñiga 2012). Un aspecto interesante del modelo de Crépon es que la innovación se considera como un proceso que conlleva diferentes resultados tales como un nuevo o modificado producto, un mejor y eficiente proceso productivo y un sobresaliente desempeño económico de la empresa en contraste con las que no innovan. Kemp et al. (2003) resumen este proceso de innovación en cuatro etapas: a) decisión de innovar o no hacerlo; b) si la empresa innova esto influye en los insumos de la innovación (intensidad en la innovación); c) innovación en resultados (por ejemplo, la transformación de insumos en productos); d) desempeño o productividad de la empresa. No obstante las bondades de este modelo, una limitación importante es que explícitamente no toman en cuenta la relevancia que tienen las variables ambientales en el proceso de innovación de las empresas.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Por cuestiones metodológicas, primero, especificamos la ecuación econométrica del paso dos del modelo de Crépon et al. (1998), referente a la intensidad de la innovación:

$$Y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9 + \beta_{10} X_{10} + \beta_{11} X_{11} + u_1 \quad (1)$$

En la Tabla 1 se especifica el significado de cada variable. En la ecuación (1), Y1 registra el gasto en miles de pesos que realizó la empresa en innovación en productos o procesos, la cual tiene valores positivos exactos si la compañía tomó la decisión de innovar, y el

valor de 0 en caso contrario. Es decir, la observación de Y<sub>1</sub> está en función de la variable decisión de innovar, originando que la muestra de las empresas que invierten en innovación sea no aleatoria y se presente un sesgo de selección. Una solución a este problema consistió en emplear la técnica Heckit<sup>1</sup> de la siguiente manera:

Variables	Descripción	Variables dependientes	Registro de datos
Y <sub>1</sub>	Gasto en miles de pesos que realizó la empresa en actividades de innovación en procesos y productos nuevos o significativamente mejorados en 2011		Miles de pesos
Y <sub>2</sub>	Si la empresa trabajó al menos con un proyecto de investigación en procesos y productos en 2010-2011		1 = si respondió sí 0 = si respondió no
<b>Variables independientes</b>			
X <sub>1</sub>	Si la empresa contó con la certificación ISO-1400:2004; ISO-26000:2010; o Industria limpia		1 = si respondió tener al menos una certificación 0 = si respondió no tener ninguna de estas tres certificaciones
X <sub>2</sub>	Variable categórica, en la unidad económica se percibe que un objetivo de la innovación es desarrollar productos o servicios que no afecten al medio ambiente		1= no significativo 2= poco significativo 3= moderadamente significativo 4= altamente significativo
X <sub>3</sub>	Variable categórica, en la unidad económica se percibe que un objetivo de la innovación es reducir el consumo de energía		1= no significativo 2= poco significativo 3= moderadamente significativo 4= altamente significativo
X <sub>4</sub>	Variable categórica, en la unidad económica se percibe que un objetivo de la innovación es reducir los daños al medio ambiente durante el proceso o método de generación de servicios		1= no significativo 2= poco significativo 3= moderadamente significativo 4= altamente significativo
X <sub>5</sub>	Gasto en miles de pesos que realiza la unidad productiva en IDT intramuros para el control y protección del medio ambiente		miles de pesos
X <sub>6</sub>	Promedio anual de personal ocupado que laboró en la empresa en 2011		número de personas
X <sub>7</sub>	número de personas nacionales y extranjeras que trabajaron en actividades de IDT intramuros en 2011		número de personas
X <sub>8</sub>	Si la empresa es única o forma parte de un grupo corporativo corporativo		1 = si forma parte de un grupo 0 = si es empresa única
X <sub>9</sub>	Si la empresa tiene participación de capital extranjero		1 = tiene participación de capital extranjero 0 = caso contrario
X <sub>10</sub>	Ingresos totales derivados de la actividad económica en 2011		miles de pesos
X <sub>11</sub>	Si la empresa participó o tiene un programa de apoyo gubernamental de estímulos fiscales		1 = si participó o tiene 0 = caso contrario
X <sub>12</sub>	La unidad económica contó con un departamento (unidad o área) en 2011 asignado a la IDT intramuros		1 = sí 0 = no
X <sub>13</sub>	La empresa contó con un departamento técnico (unidad o para área) en 2011 documentar los procesos de producción		1 = sí 0 = no

**TABLA 1. DESCRIPCIÓN Y REGISTRO DE VARIABLES.**

Description and registration of variables.

Se consideró una ecuación de selección que en el contexto de nuestro trabajo es la que se relaciona con la declaración de la compañía de innovar, donde  $Y_2$  toma valor de 1 si una de las unidades económicas afirmó que resolvió innovar y 0 cuando no realizó tales actividades. La ecuación econométrica (2) describe esta situación:

$$Y_2 = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9 + \beta_{10} X_{10} + \beta_{11} X_{11} + \beta_{12} X_{12} + \beta_{13} X_{13} + v \quad (2)$$

Para que se evite algún problema de selección y colinealidad perfecta en la estimación de la ecuación (1) y (2) el número de variables explicativas de la expresión (2) debe ser mayor a las que aparecen en la (1), en este caso obsérvese que las variables  $X_{12}$  y  $X_{13}$  solo aparecen en (2), su inclusión parte del supuesto que  $X_{12}$  y  $X_{13}$  influyen en la decisión de innovar, pero no ejercen influencia en el gasto destinado a las actividades de innovación. El proceso de estimación mediante este método consiste en estimar la ecuación (2) como un modelo probit, además de esa misma estimación se obtiene el coeficiente de la razón inversa de Mills que es la proporción de la función de densidad de probabilidad y la función de la distribución normal estándar evaluada en el punto donde la probabilidad de que la empresa determine innovar sea incluida en la expresión (1).

Los datos utilizados para la estimación de los dos modelos econométricos provinieron de la encuesta nacional sobre investigación y desarrollo tecnológico del INEGI 2012. Esta encuesta tiene como objetivo recabar información respecto a los recursos financieros y

humanos que los diversos sectores de la economía mexicana canalizaron a las actividades de IDT durante 2011<sup>2</sup>. La muestra real constó de 12.306 unidades económicas de los sectores productivos, no productivos, educación superior y gobierno. Para nuestra investigación solo tomamos en cuenta las unidades del sector productivo, comprende las actividades de minería, manufacturas, construcción, electricidad, servicios, transportes y comunicaciones. Para este sector el esquema del muestreo fue probabilístico y estratificado, además la muestra real fue de 11.097 empresas con una tasa de no respuesta de 897 (8,08%), arrojando 10.200 unidades productivas.

La estructura de la encuesta para el sector productivo la conforman 66 preguntas divididas en 15 secciones temáticas tales como el gasto en IDT intramuros y extramuros, madurez tecnológica, percepción de los factores de la innovación, transferencia en tecnología, innovación de la empresa, entre otros. Aunque la encuesta no tiene propiamente una sección sobre la innovación de carácter ambiental, en algunos de sus apartados se recaba cierto tipo de datos relacionados con ésta. En este trabajo empleamos este tipo de información en los siguientes temas:

Madurez Tecnológica de la empresa: Tipo de certificaciones. Se tomó en cuenta las certificaciones ISO 14001:2004 (norma ligada el sistema de gestión ambiental), industria limpia (certificado ambiental otorgado por la Procuraduría de Protección al Ambiente -PROFEPA- a las empresas que cumplen las exigencias de su programa de auditoría ambiental) y el ISO 26001:2010 (estándar vinculado a la responsabilidad social de la empresa, esta norma, entre otros, incluye aspectos sobre el medio ambiente);

Percepción de los factores de la innova-

<sup>1</sup>Procedimiento de estimación en dos etapas que corrige el sesgo de selección muestral. Primero, se estima un modelo probit basado en la muestra seleccionada con el fin de obtener el valor esperado del error (llamado la razón inversa de Mills). Posteriormente, se realiza la regresión de  $y_i$  (variable dependiente) sobre las  $x_i$  (variables independientes) y la razón inversa de Mills (Kennedy 2008).

<sup>2</sup>Para el caso de México esta es la encuesta más reciente sobre IDT.

ción. La firma evalúa la relevancia de los objetivos de la innovación en aspectos ambientales como: desarrollar productos o servicios que no afecten al medio ambiente; reducir el consumo de energía; disminuir daños al medio ambiente durante el proceso productivo. La compañía valora su respuesta como alta, moderada, poco o no significativa;

Gasto en miles de pesos en IDT Intramuros por objetivo socioeconómico vinculado al control y protección del medio ambiente. Dicho gasto abarca la investigación sobre el control de la contaminación que realizan las empresas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las ecuaciones (1) y (2) se presentan en la Tabla 2. El tener alguna certificación ambiental como la ISO 14001, Industria Limpia o ISO 26000 en la empresa influye positivamente tanto en su decisión como en su gasto en inversión para innovar, en ambas situaciones estadísticamente la relación es significativa. Este aspecto refuerza el peso creciente de los sistemas de gestión ambiental en las organizaciones empresariales, aunque como lo demuestra la información del INEGI 2012, la mayoría de las empresas que cuenta con esta forma de certificación posee más de 250 trabajadores (Fig. 2), es decir, existe un predominio de la empresa mediana y grande que opta por certificar sus procesos con propósitos de cuidado ambiental.

Por otra parte, las variables ligadas a la percepción de los factores de la innovación ( $X_2$ ,  $X_3$  y  $X_4$ ) donde el empresario evalúa la relevancia en los objetivos de la innovación de ciertos factores ambientales como el desarrollar productos o servicios que no afecten al medio ambiente; reducir el consumo de energía o disminuir daños al medio ambiente durante el proceso productivo, no ejercen nin-

guna influencia tanto en la resolución como en la inversión en innovación. También, se probó la significancia conjunta de estas tres

Variables explicativas	VDE1	VDE2
	$Y_1$	$Y_2$
$X_1$	8.657* (2,219)	0,1415* (0,06)
$X_2$	2.512 (1,820)	0,2938 (0,1953)
$X_3$	2.334 (2,159)	0,02 (0,07)
$X_4$	1.434 (921,0)	0,12 (0,08)
$X_5$	1,63 (1,92)	0,005 (0,01)
$X_6$	6,42* (2,5)	0,0009* (0,00032)
$X_7$	66,78* (21,56)	0,45* (0,015)
$X_8$	7.112,49 (4.777,07)	0,039 (0,059)
$X_9$	7.033,71 (5.394,42)	0,026 (0,057)
$X_{10}$	1.683,69* (500,94)	0,35* (0,095)
$X_{11}$	3,11* (1,1)	0,1* (0,084)
$X_{12}$		0,35* (0,02)
$X_{13}$		0,15* (0,03)

**TABLA 2.** COEFICIENTES Y ERRORES ESTÁNDAR DE LA ESTIMACIÓN DE LAS ECUACIONES (1) Y (2). VDE1= Variable dependiente ecuación 1, VDE2= Variable dependiente ecuación 2. \*Coeficiente significativo al 5%.

Coefficients and standard errors of the estimation of the equations (1) and (2).

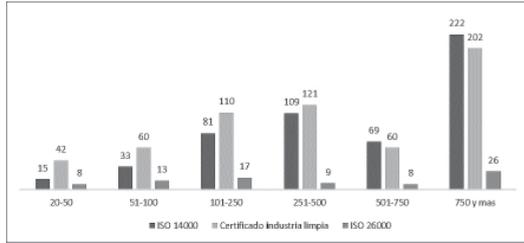


FIGURA 2: CERTIFICACIONES AMBIENTALES POR RANGOS DE PERSONAL OCUPADO. ELABORADO CON DATOS DEL INEGI 2012.

Environmental certifications by ranges of employed. Elaborated with data from INEGI 2012.

variables, mediante una prueba de restricciones de exclusión, y el resultado mostró que la hipótesis nula no se rechaza, por lo que estas tres variables conjuntamente no son significativas. Este hallazgo revela que las empresas, aunque en su mayoría tengan apreciaciones u opiniones favorables sobre la relevancia que tienen ciertos aspectos de cuidado ambiental en los objetivos de la innovación, como lo revelan las Fig. 3, 4 y 5, no implica una correspondencia causal en el gasto y en la decisión que realizan en actividades de innovación en productos y procesos.

Otro coeficiente que estadísticamente no es significativo en ambas ecuaciones es el gasto en miles de pesos en IDT para el control y protección del medio ambiente ( $X_5$ ). Realmente es baja la cantidad de empresas que realizan este tipo de gasto, pues de las 10.200 encuestadas, sólo 58 confirmaron haber gastado en promedio cada una 4.621 mil pesos en IDT intramuros (dentro de las instalaciones de la unidad productiva) con el objetivo de controlar y proteger el medio ambiente. Si se observa por el número de empleados contratados, se tiene que las grandes empresas -más de 251 personas ocupadas- representan la mitad de las unidades económicas (24) que

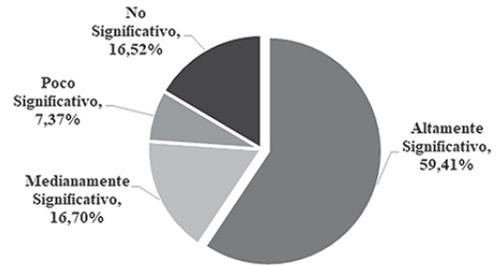


FIGURA 3. PERCEPCIÓN DE LAS EMPRESAS SOBRE LA IMPORTANCIA QUE TIENEN EN LOS OBJETIVOS DE LA INNOVACIÓN EL DESARROLLAR PRODUCTOS O SERVICIOS QUE NO AFECTEN EL MEDIO AMBIENTE (PORCENTAJE). ELABORADO CON DATOS DEL INEGI 2012.

Perception of companies on the importance of the objectives of innovation in the development of products or services that do not affect the environment (percentage). Elaborated with data from INEGI 2012.

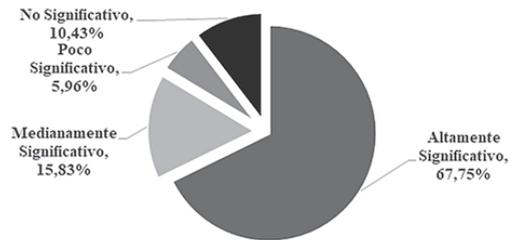
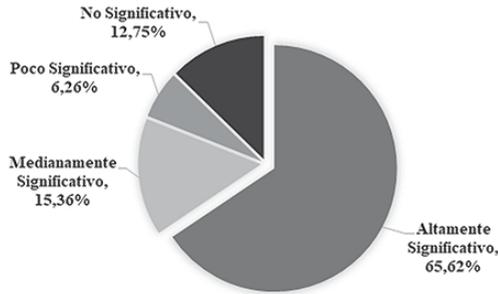


FIGURA 4. PERCEPCIÓN DE LAS EMPRESAS SOBRE LA IMPORTANCIA QUE TIENEN LOS OBJETIVOS DE LA INNOVACIÓN EL REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA (PORCENTAJES). ELABORADO CON DATOS DEL INEGI 2012

Perception of companies on the importance of the objectives of innovation to reduce energy consumption (percentages). Elaborated with data from INEGI 2012. INEGI 2012.

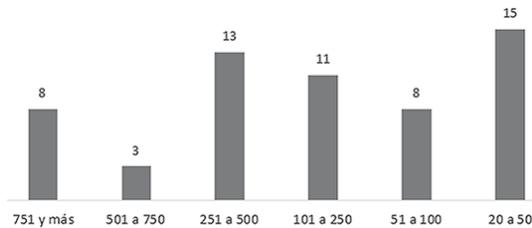
erogaron recursos monetarios con el fin de cubrir este objetivo (Fig. 6).

En relación con otras variables no ambientales que inciden en la decisión de innovar, tenemos que el número de empleados



**FIGURA 5.** PERCEPCIÓN DE LAS EMPRESAS SOBRE LA IMPORTANCIA QUE TIENEN LOS OBJETIVOS DE LA INNOVACIÓN EL REDUCIR DAÑOS AL MEDIO AMBIENTE DURANTE EL PROCESO DE PRODUCCIÓN (PORCENTAJES). ELABORADO CON DATOS DEL INEGI 2012.

Perception of companies on the importance of the objectives of innovation to reduce damage to the environment during the production process (percentages). Elaborated with data from INEGI 2012.



**FIGURA 6.** NÚMERO DE UNIDADES ECONÓMICAS POR RANGO DE PERSONAL OCUPADO Y QUE INVIRTIERON EN IDET CON EL FIN DE CONTROLAR Y PROTEGER EL MEDIO AMBIENTE. ELABORADO CON DATOS DEL INEGI 2012.

Number of economic units per range of employed that investment in IDET in order to control and protect the environment. Elaborated with data from INEGI 2012.

( $X_6$ ) repercute positiva y significativamente en la inversión en innovación de productos y procesos (ecuación 1), y en la probabilidad de que la empresa innove (ecuación 2), sin embargo, la magnitud de esta probabilidad

es muy baja. Dado a que la cantidad de trabajadores en la empresa está vinculada con su tamaño, se infiere que las unidades económicas mientras más grandes sean mayor es la posibilidad de que realicen actividades de innovación. Similarmente, el personal nacional y extranjero que labora en actividades de IDT ( $X_7$ ) dentro de la empresa se asocia favorablemente con el gasto y la determinación de innovar, sin embargo, en este caso la magnitud y la significancia estadística de los efectos parciales es mucho mayor que en la situación de la variable  $X_6$ .

Llama la atención que pertenecer a un grupo corporativo ( $X_8$ ) y tener participación de capital extranjero ( $X_9$ ) en la empresa no sean significativas en ambas ecuaciones, Romo & Hill (2008) obtuvieron un resultado muy similar para estas dos variables, las probables explicaciones que se mencionan es que las empresas que integran un grupo corporativo consigan los productos o procesos innovados de otras compañías de la misma agrupación. Por otro lado, las empresas con capital extranjero pueden estar importando maquinaria y equipo producto de innovaciones realizadas en otras partes del mundo.

Los ingresos provenientes de las actividades productivas de la empresa ( $X_{10}$ ) y los apoyos fiscales del gobierno ( $X_{11}$ ) influyen en la inversión y en la probabilidad de innovar, en las dos ecuaciones los coeficientes de ambas variables fueron positivos y significativos. La probabilidad de que la empresa innove se asocia significativa y positivamente con el hecho de contar con departamentos dedicado a la IDT intramuros ( $X_{12}$ ) y a la documentación de los procesos productivos ( $X_{13}$ ), como era de esperarse la magnitud y el efecto práctico y estadístico es mayor en el primer caso.

## CONCLUSIONES

En este trabajo se analizó, fundamentalmente, como influyen determinadas variables ambientales en el proceso de innovación de las empresas en México. La investigación se basó en la ESIDET MBN 2012 con una muestra real de 10.200 unidades económicas del sector productivo, aunque la encuesta no tiene una sección referente a la innovación ambiental de las empresas, existe cierto tipo de información ligada al tema y que se utilizó para describir las acciones de las unidades productivas en aspectos como el gasto en control y protección al medio ambiente; certificaciones ambientales (ISO 14001, Industria Limpia, ISO 26001); apreciación de la importancia de los aspectos ambientales en los objetivos de la innovación. Además, se empleó el modelo de Crépon et al. (1998), debido a que la innovación en las empresas se considera como un proceso en cuatro etapas: a) decisión de innovar; b) intensidad de ésta; c) resultados; d) desempeño o productividad. Los resultados muestran que las certificaciones ambientales de la empresa se relacionan positiva y significativamente en las dos etapas del proceso innovador, esta situación da cuenta de la importancia que han venido adquiriendo los esquemas voluntarios ambientales en las estrategias de las empresas mexicanas por mejorar su conducta ambiental. Ahora bien, ¿qué factores determinan que las empresas adopten instrumentos voluntarios? La literatura ilustra varios determinantes (Crocchi 2005, Faggi et al. 2014, Grepperud & Pedersen 2003, Kahanna 2001). La respuesta para el caso de las empresas mexicanas queda planteada como una futura línea de investigación.

En contraste la percepción que tienen los empresarios sobre la importancia en los objetivos de la innovación de factores como el desarrollo de bienes y servicios que no da-

ñan el ambiente, la reducción en el consumo de energía y aminorar el daño ambiental en el proceso o método de obtención de servicios, no se vinculan con el proceso innovador, es decir, esta apreciación no se expresa en acciones reales por parte de la empresa que conduzcan a una actividad innovadora de carácter ambiental. Una posible línea de investigación que se desprende de este resultado consiste en comprender las razones del porqué sucede esta contradicción entre lo que se percibe y lo que realmente se lleva en la práctica innovadora de la empresa.

En lo relativo a los gastos en IDT con la intención de reducir o controlar la contaminación, estos no inciden en la actividad innovadora de las empresas mexicanas, realmente es bajo el número de empresas (58) que gastaron con ese fin, es muy probable que esta situación explique la nula influencia de este tipo de gasto en las actividades de innovación. Con respecto a otras variables no ambientales determinantes de la innovación en las empresas, destaca que pertenecer a un grupo corporativo y tener participación de capital extranjero en la empresa no sean significativas en la decisión e intensidad de la innovación.

## LITERATURA CITADA

- BELAUSTEGUIGOITIA JC, G MERINO & R SAMANIEGO (2001) La inserción de la gestión ambiental en las políticas sectoriales de Latinoamérica y el Caribe: el caso de los sectores energético e industrial en México. Centro de Investigación en Políticas Públicas, ITAM, México 171 pp.
- BENAVENTE JM (2006) The role of research and innovation in promoting productivity in Chile. *Economics of Innovation and New Technology* 15: 301-315.
- BROWN F (2008) Apertura y respuesta ambiental: la industria textil mexicana. En Jenkins R & A Mercado (eds) *Ambiente e Industria en*

- México. Tendencias, Regulación y Comportamiento Empresarial: 135-16. El Colegio de México, México 526 pp.
- CHUDNOVSKY D, A LÓPEZ & G PUPATO (2006) Innovation and productivity in developing countries: a study of Argentine manufacturing firms behavior (1992- 2001). *Research Policy* 35: 266-288.
- CONACYT-INEGI (CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA-INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA) (2006) Encuesta sobre investigación y desarrollo tecnológico y módulo de innovación. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México base de datos.
- CRESPI G & P ZUÑIGA (2012) Innovation and productivity: Evidence from six Latin American Countries. *World Development* 40: 273-290.
- CROCI E (2005) *The Handbook of Environmental Voluntary Agreements. Design, Implementation and Evaluation Issues*. Springer, Holanda 395 pp.
- CRÉPON B, E DUGUET & J MAIRESSEC J (1998) Research, innovation, and productivity: an econometric analysis at the firm level. *Economics of Innovation and New Technology* 7: 115-158.
- CROPPER ML & WE OATES (1992) Environmental economics: a survey. *Journal of Economic Literature* 30: 675-740.
- DOMÍNGUEZ L (2008) Control de la contaminación en la industria de fibras químicas en un contexto de apertura económica. En Jenkins R & A Mercado (eds) *Ambiente e Industria en México. Tendencias, Regulación y Comportamiento Empresarial*: 163-196. El Colegio de México, México 526 pp.
- DUGUET E (2006) Innovation height, spillovers and TFP growth at the firm level: evidence from French manufacturing. *Economics of Innovation and New Technology* 15: 415-442.
- FAGGI AM, GA ZULETA & M HOMBERG (2014) Motivations for implementing voluntary environmental actions in Argentine forest companies. *Land Use Policy* 41: 541-549.
- FULLERTON D & R STAVINS (1998) How economists see the environment. *Nature* 395: 433-434.
- GREPPERUD S & PA PEDERSEN (2003) Voluntary Environmental Agreements: Taking up positions and meeting pressure. *Economics & Politics* 15: 303-321.
- INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA) (2012) Encuesta sobre investigación y desarrollo tecnológico y módulo sobre biotecnología y nanotecnología. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México laboratorio de microdatos
- JAFFE AB, RG NEWELL & RN STAVINS (2003) Technological Change and the environmental. En Görám K & JR Vincent (eds) *Handbook of environmental economics: environmental degradation and institutional responses (vol 1)*: 461-516, Elsevier 519 pp.
- KHANNA M (2001) Non-mandatory approaches to environmental protection. *Journal of Economic Surveys* 15: 291-324.
- KEMP RGM, M FOLKERINGA, JPJ DE JONG & EFM WUBBLEN (2003) Innovation and firm performance. *EIM, Zoetermeer* 67 pp.
- KENNEDY P (2008) *A guide to econometrics*. Wiley-Blackwell, USA 585 pp.
- LÓPEZ G (2014) Desarrollo tecnológico y sustentabilidad. En Mercado A & CR López (eds) *La estadística ambiental en México*: 191-213, El Colegio de México, México 582 pp.
- MASSO J & P VAHTER (2008) Technological Innovation and Productivity in Late-Transition Estonia: Econometric Evidence from Innovation Surveys. *European Journal of Development Research* 20: 240-261.
- MEDINA V (2008) La gestión ambiental voluntaria en el sector químico en México. En Jenkins R & A Mercado (eds) *Ambiente e Industria en México. Tendencias, Regulación y Comportamiento Empresarial*: 197-246. El Colegio de México, México 526 pp.
- MERCADO A (2008) La industria mexicana del acero: una evaluación de su comportamiento ambiental. En Jenkins R & A Mercado (eds) *Ambiente e Industria en México. Tendencias, Regulación y Comportamiento Empresarial*: 163-196. El Colegio de México, México 526 pp.

- OECD (ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT) (2005) Oslo Manual: Guidelines for collecting and interpreting innovation data, Paris 166 pp.
- PORTER ME & C VAN DER LINDE (1995) Green and competitive: ending the stalemate. Harvard Business Review 73: 119-134.
- ROMO D & P HILL (2010) Los determinantes de la innovación tecnológica en la industria manufacturera mexicana. En Bazdresch C & L Meza (comps) La tecnología y la innovación como motores del crecimiento de México: 73-135. Fondo de Cultura Económica, México 382 pp.

Recibido 28/agosto/2018; aceptado 22/10/2019