

Innovadores Verdes: El uso de Fuentes de Información como factor diferenciador

Green Innovators: The use of information sources as a differentiating factor

MIGUEL ÁNGEL GONZÁLEZ SILVA¹ 

Universidad de Chile

CHRISTIAN BELMAR CASTRO² 

Universidad de Chile

RESUMEN

Este artículo investiga diferencias en el uso de distintas fuentes de información entre firmas innovadoras verdes y otras firmas innovadoras. La innovación verde presenta diferencias respecto a otras innovaciones, lo que debiese redundar en una percepción diferente sobre la relevancia de las diferentes fuentes informativas. Utilizando datos de la Encuesta Nacional de Innovación en sus versiones 2015-2016 y 2017-2018 se examina empíricamente esta cuestión a través de la estimación de modelos Probit para cada una de las fuentes consideradas en dicha encuesta. En general las innovadoras verdes dan mayor relevancia al uso de fuentes informativas, en particular fuentes referidas a clientes, asociaciones profesionales, universidades e instituciones de educación superior, e Internet, lo que va en línea con las características intrínsecas de este tipo de innovación. A partir de esto, se concluye que, para dar sostenibilidad a la innovación verde, es necesario un enfoque de política pública que permita contar con plataformas de difusión de conocimiento para acceder al conjunto de mejores prácticas a nivel internacional.

Palabras clave: Innovación Verde, Sostenibilidad, Fuentes de Información, Medio Ambiente, Difusión.

ABSTRACT

This paper investigates differences in the use of information sources between green innovative firms and other innovative firms. Green innovation presents differences with respect to other innovations, which should result in a different perception of the relevance of information sources. Using data from the National Innovation Survey in its 2015-2016 and 2017-2018 versions, this issue

1 Ingeniero Comercial Mención Economía. Magíster en Análisis Económico Universidad de Chile. Email: migonzal@fen.uchile.cl. Autor para correspondencia.

2 Ingeniero Comercial Mención Economía. Doctor en Economía, Facultad de Economía, Universidad de Chile. Instructor adjunto Facultad de Economía y Negocios, Universidad de Chile. Email: cbelmarc@fen.uchile.cl

is empirically examined through the estimation of Probit models for each of the sources considered in that survey. In general, green innovators give greater relevance to the use of informational sources, particularly sources referring to clients, professional associations, universities and higher education institutions, and the Internet, which is in line with the intrinsic characteristics of this type of innovation. From this, it is concluded that, in order to give sustainability to green innovation, a public policy approach is needed to provide platforms for the dissemination of knowledge to access the set of best practices at the international level.

Keywords: Green innovation, Sustainability, Information Sources, Environment, Diffusion.

RESUMO

Este documento investiga as diferenças na utilização de diferentes fontes de informação entre as empresas inovadoras verdes e outras empresas inovadoras. A inovação verde difere de outras inovações, o que deveria resultar numa percepção diferente da relevância de diferentes fontes de informação. Utilizando dados do Inquérito Nacional à Inovação nas suas versões 2015-2016 e 2017-2018, esta questão é examinada empiricamente através da estimativa de modelos Probit para cada uma das fontes consideradas no inquérito. Em geral, os inovadores verdes dão maior relevância à utilização de fontes de informação, em particular fontes referentes a clientes, associações profissionais, universidades e instituições de ensino superior, e à Internet, o que está de acordo com as características intrínsecas deste tipo de inovação. A partir daqui, conclui-se que, para dar sustentabilidade à inovação verde, é necessária uma abordagem de política pública que permita às plataformas de difusão do conhecimento acederem ao conjunto de melhores práticas a nível internacional.

JEL Codes: O30, O33, Q55.

1. Introducción

El crecimiento económico de los últimos cuarenta años tuvo importantes costos ambientales lo que condujo a una alerta ambiental de diversos agentes económicos. Según el Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente en Chile (2021), los mayores problemas ambientales que enfrenta el país es la contaminación atmosférica y el tratamiento de residuos, cuyas soluciones irían de la mano con la generación de hábitos de consumo y producción sustentable. Más aún, con el paso del tiempo, los impactos ambientales afectan de manera desproporcionada a los sectores o localidades más vulnerables y es, justamente, este desafío el fundamento y horizonte último de las políticas públicas ambientales. En este sentido la innovación verde se considera un elemento clave en la transición hacia economías y sociedades más sostenibles, ya que se ha mostrado como una actividad fundamental para mitigar la

dicotomía tradicional entre la competitividad y la sostenibilidad.

Chile logra reflejar un estado incipiente de análisis en términos de innovación verde. Actualmente la Encuesta Nacional de Innovación (ENI) contiene un grupo de preguntas especialmente referidas a resultados de las actividades innovativas, como mejoras ambientales o ahorro de energía y recursos. No obstante, los desafíos de política requieren identificar aspectos que garanticen la continuidad de dicho foco de innovación, así como su sostenibilidad. La búsqueda de factores diferenciadores entre innovadoras verdes y otros tipos de innovadoras resulta relevante para un óptimo direccionamiento de las políticas ambientales y de innovación. En particular, este artículo aborda el tema de la importancia de fuentes de información como un elemento que caracteriza a los innovadores verdes mostrando si estas son un factor diferenciador respecto a otras firmas innovadoras.

En los estudios de determinantes el número de fuentes relevantes se relaciona positivamente con la probabilidad de introducir una innovación verde. La innovación verde tiene un componente tecnológico más cercano a la frontera y los consumidores tienen una mayor disposición de pagar bienes y servicios amigables con el medioambiente, por lo que se espera que este grupo de firmas tenga una mayor relevancia en el uso de fuentes que otras innovadoras. Más aún si se considera el problema de doble externalidad al que está sujeto este tipo de innovación, lo que llevaría a las firmas a incrementar esfuerzos para aumentar la probabilidad de éxito.

Para esto estimamos modelos Probit para cada una de las fuentes consideradas en la encuesta, encontrando un uso y percepción de la relevancia de fuentes mayor para innovadoras verdes respecto a otras firmas innovadoras. En particular, dentro de las fuentes externas, los clientes son especialmente importantes para este tipo de firmas, lo que es consistente con una creciente conciencia ambiental por parte de los consumidores. Estos resultados son similares para otros tipos de fuentes donde resalta Internet como una fuente relevante para estas firmas respecto a otras innovadoras.

Este artículo contribuye a la literatura desde distintos frentes. Primero, los estudios que diferencien entre innovadoras verdes y otras innovadoras son más bien escasos, y se remiten a la comparación de estimadores obtenidos luego de correr regresiones de determinantes de la innovación por separado para innovadoras verdes e innovadoras en general. Segundo, las fuentes de información generalmente se incluyen como una única variable que busca capturar el número de fuentes relevantes, pero no se hace un análisis por separado de cada una de ellas, lo que no

permite conocer en detalle cuáles son las más importantes al momento de enfocar esfuerzos de política. Tercero, la evidencia sobre innovación verde es escasa en Latinoamérica y los estudios previos de determinantes han mostrado que los resultados obtenidos dependen fuertemente del contexto específico en que se desarrollan.

La próxima sección realiza una revisión de literatura relevante sobre el tema, en la que se presentan y analizan resultados de estudios econométricos de determinantes de la innovación verde. Luego se presenta la metodología del estudio, en donde se explicitan los datos a utilizar, se muestra la evidencia preliminar de manera descriptiva y se presenta la metodología econométrica utilizada. Luego se discuten los resultados lo que son sometidos a una prueba de robustez, para cerrar con conclusiones y reflexiones finales.

2. Revisión de la literatura

Consideraciones teóricas sobre la innovación verde: beneficios y externalidades

En los últimos años hemos asistido a un creciente interés y debate sobre la relación “empresa-medioambiente” entre la academia, empresas e instituciones públicas en los países desarrollados. En este contexto, la innovación verde es considerada una de las claves para afrontar el reto de la sostenibilidad y mejorar la competitividad (Carrillo-Hermosilla et al., 2009), no obstante, es un concepto sobre el cual no hay consenso y se han propuesto varias definiciones, que guardan elementos en común³.

3 En orden cronológico, el término se ha definido en Fussler & James (1996), Johansson & Magnusson (1998), Rennings (2000), Kuehne (2007) y Grazzi et al., (2019) entre otros.

La definición más actualizada es aquella provista por Grazzi et al. (2019), quienes definen la innovación verde “en términos de bienes y servicios, procesos, métodos de comercialización, estructuras organizacionales y arreglos institucionales nuevos o con mejoras significativas que — con o sin intención— conducen a mejoras ambientales en comparación con las alternativas relevantes”. Ekins (2010) afirma que la escala de los cambios necesarios para enfrentar los retos medioambientales va mucho más allá de las tecnologías y artefactos individuales e implica la innovación del sistema. En este sentido, se afirma que solo se puede aprovechar plenamente el potencial de las innovaciones tecnológicas ambientales si se acompañan de innovaciones en otros ámbitos, como en las formas de financiamiento, en el intercambio de información y en los mecanismos políticos (UNFCCC, 2017), cuestiones que están en el espíritu del concepto de innovación verde.

Más allá del origen y la evolución del concepto, la innovación verde tiene el potencial de generar múltiples beneficios para el medio ambiente y la sociedad. Se argumenta que conduce a una economía más competitiva, redistributiva y sostenible por tres razones fundamentales: mejora la eficiencia en el uso de los recursos y satisface los procesos con menos insumos materiales y energéticos; minimiza el deterioro medioambiental gracias al menor uso de recursos naturales y contaminación; y genera nuevas demandas de servicios y productos, lo que se traduce en nuevas fuentes de empleo y emprendimiento (Álvarez, Fernández y Romera, 2014; Rovira et al, 2017).

De lo anterior se puede desprender que al apoyar los nuevos procesos, tecnologías y servicios que hacen que las empresas sean más ecológicas, la innovación verde es clave

para optimizar el potencial de crecimiento de las regiones, al mismo tiempo que aborda sus retos comunes como el cambio climático, el agotamiento de los recursos naturales y la disminución de la biodiversidad. Además, la innovación verde es también una oportunidad para las empresas, ya que reduce costos, ayudando a captar nuevas oportunidades de crecimiento y reforzando su imagen ante sus clientes.

Tal como se ha documentado ampliamente en la literatura sobre economía circular, las innovaciones verdes se caracterizan por el problema de la doble externalidad (Rennings, 2000; Jaffe et al., 2005). Por un lado, surgen las tradicionales externalidades generadas por la aparición de nuevos conocimientos cuya apropiación es incompleta. Por otro lado, también surgen externalidades en la fase de difusión, ya que estas innovaciones dan lugar a bienes y servicios con menores costos externos (por la menor contaminación que producen) respecto de sus competidores en el mercado. Esto conduce a una fuerte sub-provisión de innovación verde (Carrillo-Hermosilla et al., 2009; Sander, 2016).

De ello se desprende que, además de las dos variantes típicas de las teorías sobre los determinantes de la innovación (*technology-push* y *demand-pull*), las innovaciones verdes están influenciadas de manera crucial por el entorno normativo e institucional. Andersen (2008) y Huggins (2013) relevan a los emprendedores y el rol de la información como motor de este tipo de innovación, señalando que estos analizan tendencias verdes en estrategias de negocios, mercados y sistemas tecnológicos, guiados por la posibilidad de obtener beneficios económicos a partir de potenciales mejoras medioambientales.

No obstante, la materialización de dicho potencial depende de un conjunto

de circunstancias del entorno al que se enfrentan las empresas como el entorno institucional y la posibilidad de establecer derechos de propiedad claros (Huggins, 2013), la calidad del sistema de innovación en que operan (Andersen, 2008; UNFCCC, 2017) o bien el marco regulatorio ambiental vigente, que se compone de instrumentos de comando y control y de instrumentos de incentivos (Carrillo-Hermosilla et al., 2009; UNFCCC, 2017).

Evidencia econométrica previa

La creciente evidencia empírica sobre determinantes y efectos de la innovación verde se concentra en economías desarrolladas, siendo más bien escasa en Latinoamérica. En general, los estudios econométricos buscan determinar la importancia relativa de distintos factores sobre la propensión a la innovación verde de las firmas, y sus resultados dependen del contexto nacional en el que las firmas desarrollan sus actividades.

Un hallazgo es que las regulaciones son estadísticamente significativas (Cleff & Rennings, 1999; Kammerer, 2009; Horbach, 2016) ya sea incluida como una variable dicotómica o como un indicador del rigor de la política ambiental. Por su parte la evidencia sobre los factores específicos a la firma es mixta⁴ a excepción del tamaño de la firma, donde se ha documentado que, ya sea por la presencia de economías de escala (Mazzanti & Zoboli, 2009), o bien por una mayor dificultad de las firmas pequeñas para cambiar hacia tecnologías verdes (De Marchi, 2012; Triguero et al., 2013), las firmas más grandes tienden a invertir más en innovación verde (Horbach, 2008; Kesidou & Demirel, 2012; Horbach, 2016).

También consideran variables como los insumos para la innovación verde. Uno es la cooperación con otras entidades para actividades innovativas, de la cual se reporta evidencia mixta. Por ejemplo, la cooperación con universidades y los proveedores resultó ser el motor más importante de la innovación verde en Cainelli et al, (2012). Por su parte, para Chile, Fernández et al (2021) reportan una relación débil y Jun et al. (2019) arrojó un efecto insignificante.

Otro insumo frecuentemente incluido en estos estudios es la cantidad de actividades innovativas⁵ o bien la intensidad de estas.⁶ Dentro de estas actividades resulta relevante la inversión en I&D intramuro cuya relación con la propensión a la innovación verde, dependiendo de si es de producto o proceso, es positiva (Fernández et al, 2021) o nula (Horbach et al, 2012; De Marchi, 2012; Yu & Hwang, 2019).

Finalmente, es relevante que el uso de diferentes fuentes de información (por ejemplo, clientes proveedores, competidores, universidades) también ayudarían a complementar la base de conocimientos internos de la empresa, aumentando sus posibilidades de éxito innovativo (Fernández et al., 2021). El uso y relevancia de fuentes de información es frecuentemente estudiado como potencial *driver* y suele incluirse como una suma de variables dicotómicas, que toman valor de uno si la fuente es relevante, y 0 si no, encontrándose en la mayoría de los casos una asociación positiva entre esta y la propensión a la innovación verde (Li-Ying et al, 2018; Mothe et al, 2018; Fernández et al, 2021).

4 Por ejemplo, la variable edad tiene una asociación positiva y estadísticamente significativa en Amore et al (2016) pero nula asociación en Veugelers (2012).

5 En general las encuestas de innovación incluyen varias actividades, como la inversión en I&D intramuro, extramuro o adquisición de maquinaria y equipos, por ejemplo.

6 Generalmente incluido como el monto utilizado en actividades dividido por las ventas totales en un periodo.

Estos resultados se derivan de que estas actividades son complementarias a las actividades de investigación y desarrollo (I&D) y a la presencia trabajadores que tengan los conocimientos técnicos requeridos para innovar. Se ha mostrado que las empresas, especialmente las pequeñas, se ven obligadas a buscar información en el entorno que pueda complementar sus esfuerzos internos. En general, el acceso a una mayor variedad de fuentes de información proporciona a las empresas noticias más oportunas sobre oportunidades de desarrollo (Varis & Littunen, 2010). Sin embargo, poco se sabe sobre cómo difiere este uso entre innovadoras verdes y otras innovadoras, cuestión con fuertes implicancia de política.

3. Metodología

Fuente de datos

Para probar las hipótesis planteadas, utilizamos la Encuesta Nacional de Innovación (ENI), implementada por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Esta encuesta se realiza cada tres años desde 1995, y agrupamos las dos últimas versiones, la ENI 10 correspondiente a los años 2015 y 2016 y la ENI 11 correspondiente a los años 2017 y 2018. Ambas encuestas tienen pequeñas diferencias, sin embargo, la mayoría de sus preguntas se encuentran estandarizadas siguiendo las directrices de la última versión del Manual de Oslo (2018) elaborado por la OCDE y la Community Innovation Survey (CIS) de Eurostat, por lo que pueden ser utilizadas efectivamente para estimaciones comparables.

En las dos ediciones consultadas, las preguntas se estructuran de acuerdo a las siguientes secciones: i) tipos de innovaciones que la empresa ha llevado a cabo en los últimos dos o tres años, ii) actividades que la firma ha llevado a cabo para realizar

innovación, junto con el gasto asociado en cada una, iii) fuentes de información para la innovación y involucramiento de la firma en actividades de cooperación, iv) los recursos humanos para la innovación, v) apoyo público para la innovación e I&D, vi) los obstáculos a la innovación, vii) los derechos de propiedad intelectual, y viii) las perspectivas relativas a futuras innovaciones. Estos elementos determinan que esta encuesta sea la mejor opción disponible en Chile para capturar innovación verde y sus fuentes de información.

La unidad de muestreo principal es la empresa formal, muestreada con estratificación desde todas las empresas presentes en el Directorio Nacional de Empresas, y que pertenezcan a alguna de las actividades de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas, Naciones Unidas Revisión 4 (CIIU Rev. 4), en su adaptación nacional (CIIU4.CL 2012). Asimismo, las empresas deben realizar sus actividades dentro de los límites geográficos del país y tener ventas anuales superiores a aproximadamente \$100.000 dólares en los años 2015 y 2017.

Identificación de innovadoras e innovadoras verdes

La ENI permite identificar firmas innovadoras de diversas maneras, ya sea a través de inputs como inversión en I&D u outputs tales como patentes, innovaciones de procesos, productos, marketing u organizacionales reportadas por la firma. Para identificar a firmas innovadoras, utilizamos un indicador que toma valor 1 si la firma declara haber introducido alguna innovación de producto o proceso durante los años considerados y 0 en caso contrario.

Respecto al aspecto “verde” de la innovación, la encuesta no pregunta directamente acerca de innovaciones motivadas por cuestiones ambientales, no obstante, se puede inferir si una firma es innovadora verde a través de su respuesta en la Escala Likert sobre efecto de las innovaciones que introdujeron en el periodo considerado.⁷ En este sentido, se considera como innovadoras verdes a aquellas que reportan que la innovación tuvo un efecto medio o alto en la reducción del impacto medioambiental o mejoras en la sanidad o seguridad.

Se puede observar en la tabla 1 que la propensión a innovar de forma general es de un 12,6 %. Como es de esperar, la propensión a la innovación verde es menor e igual a 6,2 %.

Además, la propensión a la innovación verde es muy distinta entre sectores. Finalmente, si bien la muestra total de ambas ENI es de 11,837, de acá en adelante trabajaremos con una muestra de 2,054 firmas,⁸ que corresponden a aquellas consideradas como innovadoras según nuestra definición general.

Uso y relevancia de la información

Considerando que el intercambio de información parece ser un elemento crucial de la innovación verde como lo plantea Andersen (2008) y a la luz de la evidencia provista por Mothe et al. (2018) o Fernández et al. (2021), estas firmas deberían exhibir niveles especialmente altos sobre la relevancia que otorgan a la información, considerando

Tabla 1.
Propensión a innovar, general y verde, por sector.

Sector (%)	Innovadoras	Verdes	Otras
Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca	11,5	7,0	4,5
Explotación de Minas y Canteras	22,9	17,4	5,6
Industrias Manufactureras	19,4	9,0	10,4
Suministro de Electricidad, Gas y Vapor	27,6	17,7	9,9
Construcción	12,8	9,2	3,6
Comercio al por Mayor y al por Menor	10,4	4,4	6,0
Transporte y Almacenamiento	11,1	5,5	5,6
Hoteles y Restaurantes	14,9	10,5	4,4
Información y Comunicaciones	26,9	6,9	20,0
Actividades Financieras y de Seguros	6,5	1,7	4,8
Profesionales, Científicos y Técnicos	16,0	6,6	9,4
Servicios Administrativos y de Apoyo	17,7	5,2	12,5
Enseñanza	20,1	7,8	12,3
Salud y Asistencia Social	11,5	9,7	1,8
Actividades Artísticas y de Entretenimiento	20,1	9,9	10,3
Total	12,6	6,2	6,4
Observaciones	2.054	1.015	1.039

Fuente: Elaboración propia con datos de la ENI 2015-2016 y 2017-2018.

⁷ De acuerdo con la escala, los grados de importancia considerados en la ENI son; 1) Alto, 2) Medio, 3) Bajo, 4) Nulo.

⁸ Si bien originalmente se cuenta 2,142 firmas innovadoras, se eliminaron aquellas observaciones para las cuales existe no respuesta en alguna de las variables que se utilizarán en nuestro análisis.

que las fuentes son complementarias a base de conocimiento interno a la vez que tratan de resolver viejos problemas de nuevas maneras a través de procesos de intercambio de información, innovación tecnológica y colaboración.

Para verificar esta afirmación, se realiza una comparación preliminar del uso de las distintas fuentes de información entre innovadoras verdes y aquellas firmas que realizan otros tipos de innovación. La ENI considera un total de once fuentes de información, sobre las que se pregunta por el grado de importancia de aquellas que se utilizaron en Escala Likert, agrupándose en cuatro grandes categorías:

- Internas: Generadas al interior de la empresa.
- Mercado: Proveedores; Clientes; Competidores u otras empresas del mismo sector (*Competidores*); consultores, laboratorios privados o institutos de I&D (*Consultores*).
- Institucionales: Universidades u otras instituciones de educación superior (*Universidades*); institutos de investigación públicos o del gobierno (*Gobierno*).
- Otras fuentes: Conferencias, ferias y exposiciones (*Conferencias*); Revistas científicas, publicaciones técnicas y comerciales y bases de datos de patentes (*Publicaciones y patentes*); Asociaciones a nivel profesional e industrial (*Asociaciones profesionales*); e Internet.

Tabla 2.
Importancia de las distintas fuentes de información según tipo de firma.

Fuente de información (%)	Innovadoras Verdes	Otras Innovadoras
Internas	65,7	58,9
Proveedores	49,6	39,1
Clientes	40,1	29,3
Competidores	25,3	22,6
Consultores	13,2	8,2
Universidades	9,2	6,7
Gobierno	9,8	3,5
Ferias o exposiciones	18,9	19,2
Revistas científicas	16,0	13,0
Asociaciones profesionales	11,0	7,1
Internet	49,0	37,1

Fuente: Elaboración propia con datos de la ENI 2015-2016 y 2017-2018

Con el objetivo de capturar el hecho de que la fuente de información haya sido relevante para llevar a cabo las actividades innovativas, a partir de cada una de ellas se crea una variable dicotómica que toma valor 1 si la firma innovadora utilizó la fuente y le otorga importancia media o alta a su uso y 0 en caso

contrario. Dicho todo esto, se puede apreciar en el cuadro 2 que en general, las fuentes de mayor importancia para todos los tipos de innovadores son las internas, proveedores e internet. En particular, cerca de un 66 % de las innovadoras verdes declaran que las fuentes internas fueron relevantes mientras que

cerca de un 50 % de estas firmas considera a sus proveedores e internet como fuentes relevantes.

Estrategia empírica

Con el objetivo de verificar si las diferencias en la importancia que le dan a las fuentes de información para llevar a cabo actividades innovativas entre innovadoras verdes y otras innovadoras son significativas, se estima el siguiente modelo:

$$Y_i = \alpha + \beta GI_i + \gamma X_i + \varepsilon_i$$

Donde Y_i corresponde a nuestra variable dicotómica que identifica si la fuente de información fue relevante para la firma $i = \{1, \dots, n\}$, GI_i corresponde a nuestro indicador de si la firma es innovadora verde u otro tipo de innovadora y X_i es un vector de variables de control que se presume, puedan estar relacionadas con la relevancia de las fuentes de información, cuya inclusión responde a evitar sesgo por variables relevantes omitidas.

Dentro de las variables de control incluidas se encuentran *Exportadora* que corresponde a una variable dicotómica que toma valor 1 si la firma exporta y 0 si no, ya que el acceso a mercados internacionales puede significar que la firma haga una utilización distinta de las fuentes de información. Desde luego se incluye *Edad* como el logaritmo natural de la edad de la empresa. Distintos niveles de experiencia pueden significar que las firmas hagan distintos usos de las fuentes de información. Junto con esto se controla por *Grupo* que indica si la firma pertenece a un conjunto de empresas organizadas formalmente. Esta variable se incluye ya que pertenecer a un conjunto de empresas puede significar que las firmas hereden ciertas

prácticas en el uso de la información desde otras empresas del grupo o la caza matriz.

Se controla además por *Tamaño*, medido como el logaritmo natural del número de empleados. Se espera que, por ejemplo, empresas más pequeñas tengan acceso más limitado a algunas fuentes. También por *Calificación* que corresponde al porcentaje de empleados con título universitario o de postgrado. Se incluye teniendo en cuenta que mayores niveles de calificación complementan el aprovechamiento de las distintas fuentes, y por *Productividad* medida natural de las ventas por empleado.

Tomando en cuenta de que la relevancia de las distintas fuentes podría responder a factores relacionados con el “apetito” por innovar y quizás no al hecho de ser innovadora verde, se incluyen variables que buscan controlar por estos factores. Una corresponde a *Actividades* y se refiere a su participación en actividades innovativas. La ENI considera 9 actividades distintas, por lo que se genera una variable que toma valores de 0 a 9 según la cantidad de estas actividades que la firma reporta haber llevado a cabo. Finalmente se controla por *financiamiento público*, el que toma valor de 1 si la firma fue asistida por alguno de los programas o instrumentos gubernamentales considerados en la encuesta y 0 si no. Esta variable se incluye ya que se espera que aquellas firmas que participen en ellos estén involucradas en proyectos de innovación y, por ende, usen intensivamente algunas fuentes de información.

Dado que la variable dependiente es de naturaleza dicotómica estimamos 1) para cada una de las fuentes señaladas anteriormente utilizando un modelo Probit, adecuado para esta clase de situaciones. Además, se incluyen *dummies* sectoriales para controlar factores a nivel sectorial que puedan afectar

en la relevancia de las fuentes de información utilizadas y *dummies* anuales para capturar efectos transversales en un año determinado.

Finalmente, tal como lo realizado por Czarnitzk & Lopes-Bento (2012), aprovechando que la ENI comprende un periodo de dos años en cada edición (Se podría pensar en los subperiodos t y $t - 1$) y con el fin de evitar la endogeneidad entre las variables dependientes y las variables explicativas en la mayor medida posible, empleamos valores rezagados para estas últimas siempre que sea posible. En particular, este ejercicio es factible para las variables *exportadora*, *tamaño*, *productividad*, y *calificación*.

4. Resultados

En esta sección se presentan los resultados de nuestras estimaciones principales. Según se observa en la tabla 3, se puede inferir a partir de los efectos marginales positivos y estadísticamente significativos —con la excepción de Consultores— que las innovadoras verdes son más propensas a percibir las fuentes de información como un insumo importante para sus actividades innovativas. Luego de controlar por otras variables, particularmente resaltan dos fuentes de información como las más relevantes para esta clase de firmas, Clientes e Internet, con incrementos en la probabilidad de ser percibidas como importantes de 8,9% y 6,2% respectivamente. También son destacables las diferencias en la percepción de la relevancia de las fuentes institucionales (universidades y gobierno) y de revistas, revistas y asociaciones profesionales, todas positivas y estadísticamente significativas.

El hecho de que una firma sea o no exportadora parece no tener mayor influencia en la importancia que le otorga a las fuentes de información, excepto para el caso de Revistas Científicas. La edad de la firma por su parte se

asocia con una mayor probabilidad de percibir como fuentes relevantes universidades, gobierno, revistas, asociaciones profesionales e internet, lo que permite aventurar que el uso y la relevancia de las fuentes institucionales y la mayoría de otras fuentes están relacionadas con el aprendizaje de la firma en el tiempo. El tamaño de la firma no tiene un signo de asociación claro con la importancia de la fuente, y este depende de la fuente en cuestión. El porcentaje de empleados calificados se relaciona positivamente con la percepción de la relevancia de las fuentes internas como es de esperar por su complementariedad, mientras que también se observa esta asociación para fuentes institucionales y otras fuentes.

Como se esperaba, el número de actividades innovativas que lleva a cabo la firma aumenta la probabilidad de percibir todas las fuentes como importantes. Esto guarda relación con que aquellas firmas que llevan a cabo un gran número de actividades son precisamente las que buscan innovar con mayor intensidad. Algo similar ocurre con la variable Programa, excepto por las fuentes de Mercado. Lo que es notable, es que aun incluyendo estas variables, que podrían ser potenciales elementos de confusión, no hay mayores efectos sobre las diferencias encontradas entre innovadoras verdes ambientales y otras innovadoras, lo que indicaría que el uso de la información es un factor diferenciador entre innovadoras verdes y otras innovadoras, al menos las de tipo ambiental y no responde necesariamente a que las innovadoras verdes tengan un mayor apetito por innovar.

Cheques de robustez: comparando grupos similares

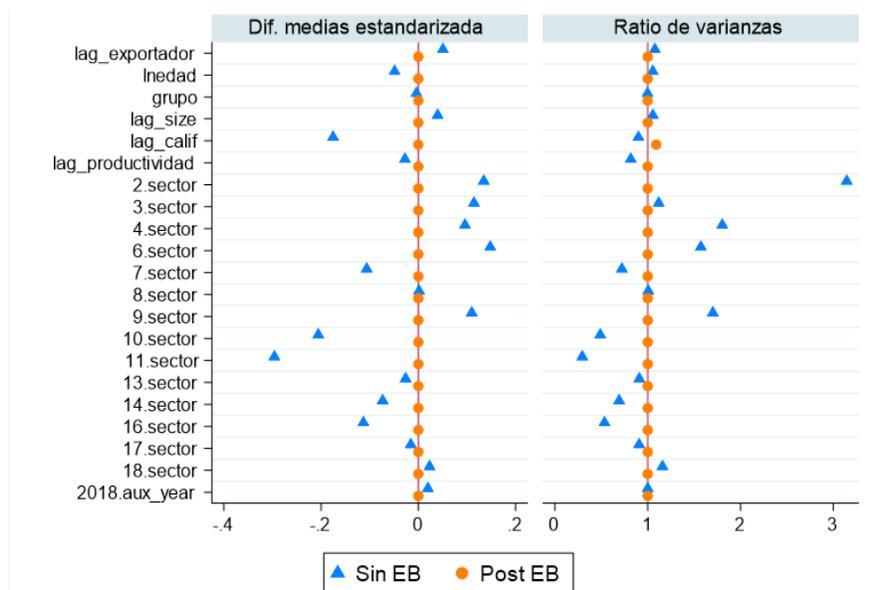
Una potencial amenaza a la validez de los resultados obtenidos se relaciona con que las innovadoras verdes se auto seleccionan como tales y su condición de innovadora verde o

Tabla 3.
Resultados estimaciones Probit por fuente de información.

VARIABLES	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
	Interna	Proveedores	Clientes	Competidores	Consultores	Universidades	Gobierno	Ferias	Revistas	Asociaciones	Internet
Innovadora verde	0,048** (0,0219)	0,055** (0,0234)	0,089*** (0,0229)	0,044** (0,0192)	0,023 (0,0183)	0,037*** (0,0131)	0,049*** (0,0102)	0,057*** (0,0196)	0,051*** (0,0157)	0,055*** (0,0139)	0,062*** (0,0238)
Exportadora	0,032 (0,0329)	0,005 (0,0337)	0,026 (0,0328)	0,025 (0,0273)	-0,007 (0,0252)	0,014 (0,0177)	0,015 (0,0139)	0,009 (0,0272)	0,053** (0,0212)	0,013 (0,0189)	0,029 (0,0344)
Edad	0,005 (0,0143)	0,029* (0,0154)	-0,018 (0,0149)	-0,012 (0,0126)	-0,002 (0,0119)	0,019** (0,0087)	0,020*** (0,0067)	0,008 (0,0130)	0,035*** (0,0105)	0,020** (0,0092)	0,039** (0,0157)
Grupo	0,044 (0,0281)	-0,020 (0,0291)	-0,045 (0,0285)	-0,019 (0,0239)	0,067*** (0,0216)	0,015 (0,0155)	0,018 (0,0120)	-0,061** (0,0244)	-0,039** (0,0196)	-0,036** (0,0171)	-0,116*** (0,0301)
Tamaño	0,024*** (0,0076)	0,023*** (0,0080)	0,014* (0,0078)	0,005 (0,0064)	0,033*** (0,0060)	0,017*** (0,0043)	-0,001 (0,0032)	0,034*** (0,0066)	0,004 (0,0053)	0,019*** (0,0046)	-0,014* (0,0081)
Calificación	0,150*** (0,0474)	-0,040 (0,0509)	0,037 (0,0495)	-0,006 (0,0416)	0,021 (0,0401)	0,143*** (0,0272)	0,055*** (0,0200)	0,085** (0,0425)	0,100*** (0,0335)	0,093*** (0,0289)	0,052 (0,0510)
Productividad	0,004 (0,0094)	0,021** (0,0101)	0,002 (0,0099)	0,007 (0,0082)	0,006 (0,0075)	0,002 (0,0056)	-0,008* (0,0041)	0,023*** (0,0088)	-0,007 (0,0069)	-0,001 (0,0059)	0,009 (0,0102)
Actividades	0,122*** (0,0096)	0,079*** (0,0086)	0,092*** (0,0083)	0,056*** (0,0064)	0,059*** (0,0059)	0,028*** (0,0040)	0,014*** (0,0031)	0,078*** (0,0067)	0,043*** (0,0050)	0,032*** (0,0043)	0,124*** (0,0091)
Fin. Público	0,138*** (0,0408)	-0,095** (0,0375)	0,045 (0,0359)	-0,028 (0,0301)	0,155*** (0,0258)	0,135*** (0,0172)	0,069*** (0,0127)	0,080*** (0,0287)	0,122*** (0,0213)	0,030 (0,0193)	0,127*** (0,0378)
Observaciones	2,054	2,054	2,054	2,054	2,054	2,054	2,054	2,054	2,054	2,054	2,054
Dummies Sector	Sí										
Dummies anuales	Sí										

Fuente: Elaboración propia con datos de la ENI 2015-2016 y 2017-2018
Errores estándar entre paréntesis. *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

Figura 1
Diferencia de medias estandarizadas y ratio de varianzas de los covariables incluidos, pre y post Entropy Balancing.



Fuente: Elaboración propia con datos de la ENI 2015-2016 y 2017-2018

no, no se da a partir de un proceso aleatorio, por lo que es probable que existan diferencias sustanciales en las características de ambos grupos.⁹ Dada que esta “asignación” no es aleatoria y se determina por características de la firma, podría suceder que los resultados obtenidos estén sesgados en alguna medida.

Una manera de reducir este sesgo de selección es asegurar que la comparación de realice entre grupos de similares características. Para esto se opta por el uso de una técnica denominada *Entropy Balancing* (Hainmueller, 2012). Esta tiene como ventaja principal que permite alcanzar un balance perfecto de características entre ambos grupos¹⁰ ya que asocia a las observaciones

del grupo de control ponderadores que son soluciones de un problema de optimización cuyas restricciones son precisamente igualdades de momentos muestrales entre grupos impuestas por el investigador. Estos ponderadores pueden ser utilizados en un análisis posterior de regresión, de manera que los coeficientes obtenidos provengan de la comparación de dos grupos similares.

Las variables a incluir en el pre-procesamiento de datos idealmente debiesen ser estáticas (como *edad* o *sector*) o bien medirse con anterioridad a nuestro indicador de innovación verde (Caliendo & Kopenig, 2008) lo que posibilita la inclusión de nuestras variables en rezagos. La variable *grupo* es incluida de igual forma ya que no se espera

⁹ De hecho, ya se pudo observar en la tabla 1 que las distribuciones sectoriales son muy diferentes entre ambos tipos de innovadoras.

¹⁰ Esto se puede verificar a través de la inspección de la figura 1, que presenta dos métricas utilizadas para este fin. Se observa que para las covariables sobre las que se

aplica Entropy Balancing, las diferencias de medias estandarizadas son virtualmente iguales a 0, y los ratio de las varianzas son muy cercanos a 1, lo que muestra que ambas muestras (innovadoras verdes y tradicionales) se encuentran balanceadas en características observables.

Tabla 4.
Resultados estimaciones Probit post Entropy Balancing por fuente de información.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
VARIABLES	Internas	Proveedores	Clientes	Competidores	Consultores	Universidades	Gobierno	Ferias	Revistas	Asociaciones	Internet
Innovadora verde	0,042** (0,0213)	0,056** (0,0225)	0,087*** (0,0220)	0,039** (0,0188)	0,030* (0,0180)	0,038*** (0,0141)	0,050*** (0,0107)	0,047** (0,0194)	0,042*** (0,0160)	0,051*** (0,0144)	0,057** (0,0228)
Actividades	0,131*** (0,0096)	0,081*** (0,0083)	0,097*** (0,0082)	0,058*** (0,0063)	0,064*** (0,0060)	0,038*** (0,0044)	0,017*** (0,0032)	0,087*** (0,0067)	0,049*** (0,0052)	0,038*** (0,0045)	0,118*** (0,0087)
Fin. Público	0,190*** (0,0411)	-0,083** (0,0363)	0,047 (0,0347)	-0,055* (0,0299)	0,180*** (0,0254)	0,178*** (0,0185)	0,094*** (0,0132)	0,108*** (0,0287)	0,146*** (0,0218)	0,056*** (0,0200)	0,139*** (0,0368)
Observaciones	2,054	2,054	2,054	2,054	2,054	2,054	2,054	2,054	2,054	2,054	2,054

Fuente: Elaboración propia con datos de la ENI 2015-2016 y 2017-2018
 Errores estándar entre paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

que una firma cambie su estado de pertenencia a un grupo en anticipación a volverse una innovadora verde. No obstante, si puede cambiar sus actividades innovativas o su intensidad de búsqueda de financiamiento público, por lo que estas variables son incluidas en el análisis de regresión posterior, lo que elimina potenciales sesgos por su no inclusión.

En la tabla 4 se puede observar que los resultados obtenidos anteriormente son similares a lo que se obtiene luego del preprocesamiento de los datos. En particular los signos de los efectos marginales asociados a nuestra variable independiente relevante no cambian para ninguna fuente de información y continúan siendo estadísticamente significativos.

5. Conclusiones y recomendaciones de política

La innovación verde constituye un desafío país para las próximas décadas y dada la importancia del cambio climático la necesidad de innovaciones capaces de reducir el efecto sobre el medio ambiente es un requisito indispensable para generar procesos de acumulación en torno a la innovación que permitan dar sostenibilidad al crecimiento en las próximas décadas. Lo anterior, debe considerarse como parte de un esfuerzo de largo alcance, ya que, si bien los empresarios verdes operan en general sobre principios de sostenibilidad económica y ambiental —con esfuerzos orientados a resolver problemas ambientales de manera más efectiva—, la generación de innovaciones en esta línea y en particular, su aplicación a sectores estratégicos puede tomar tiempo.

En este contexto, la investigación muestra la importancia del uso de fuentes de información como elemento diferenciador de

la innovación verde las que son significativas entre innovadores verdes y no verdes, experimentando los primeros en general una mayor relevancia en el uso de fuentes, sobre todo aquellas asociadas a clientes (consumidores), a la adquisición de nuevo conocimiento (como artículos académicos, universidades o conferencias) y a la captación de tendencias (Internet).

¿Cómo es posible usar el resultado anterior para el diseño de políticas? La respuesta se puede abordar desde dos perspectivas, una mirada desde ecosistema de emprendimiento e innovación, y otra desde el quehacer de las empresas. En el primer caso, el fortalecimiento del ecosistema pasa por lograr un mayor nivel de interacción entre innovadores verdes y no verdes, de modo de generar espacios de aprendizajes y conocimiento. Por otra parte, lograr la difusión de modelos innovativos dentro del ecosistema, tiende a reforzar los efectos de spillovers y emulación, impulsando nuevas empresas en esta línea. Lograr la difusión por tanto del conjunto de innovaciones en este ámbito se vuelve en un elemento central para el desarrollo de políticas de CTI. En el ámbito de las empresas, los resultados ponen en evidencia la importancia de contar con una política de innovación que considere para este segmento de empresas los siguientes elementos:

- Contar con plataformas de difusión de conocimiento que permitan el acceso a mejores prácticas puede potenciar aún más la innovación verde.
- La promoción directa de fuentes de información como parte de acciones públicas para asentar bases innovativas.
- La mirada territorial y regional no debe estar ausente en estos elementos, ya que permite y contribuye a la generación de mecanismos de crecimiento a nivel local.

- La generación de desafíos de innovación a través de plataformas tecnológicas abiertas.
- La prospección de nuevos mercados para el conjunto de estas innovaciones es un elemento que da garantías de sostenibilidad de mediano plazo.

De esta forma, fortalecer las capacidades locales para el desarrollo de innovaciones verdes puede constituir un pilar de las políticas locales en ciencia, tecnología e innovación, de modo que permitan generar procesos de acumulación de factores y contribuir al crecimiento de largo plazo. Esto puede ser la antesala para asentar las bases de un capitalismo más consciente respecto de sus efectos y entorno.

Referencias

Alvarez, M.J., Fernández, R., Romera, R., (2014). Is Eco-Innovation a Smart Specialization Strategy for Andalusia? One approach from the multivariate analysis, *Revista de Estudios Regionales*, 100, 171-195.

Amore, M. D., & Bennedsen, M. (2016). Corporate governance and green innovation. *Journal of Environmental Economics and Management*, 75, 54-72. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2015.11.003>.

Andersen, M. M. (2008). Eco-innovation—towards a taxonomy and a theory. In 25th celebration DRUID conference (pp. 17-20).

Cainelli, G., Mazzanti, M., & Montresor, S. (2012). Environmental innovations, local networks and internationalization. *Industry and Innovation*, 19(8), 697-734. <https://doi.org/10.1080/13662716.2012.739782>.

Caliendo, M., & Kopeinig, S. (2008). Some practical guidance for the implementation of

propensity score matching. *Journal of economic surveys*, 22(1), 31-72.

Carrillo-Hermosilla, J., Del Río González, P., & Könöla, T. (2009). *Eco-Innovation: When sustainability and competitiveness shake hands*. Palgrave Macmillan.

Cleff, T., & Rennings, K. (1999). Determinants of environmental product and process innovation. *European environment*, 9(5), 191-201. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0976\(1999/10\)9:5<191::AID-EET201>3.0.CO;2-M](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0976(1999/10)9:5<191::AID-EET201>3.0.CO;2-M).

Czarnitzki, D., & Lopes-Bento, C. (2014). Innovation subsidies: Does the funding source matter for innovation intensity and performance? Empirical evidence from Germany. *Industry and Innovation*, 21(5), 380-409.

<https://doi.org/10.2139/ssrn.2004357>

De Marchi, V. (2012). Environmental innovation and R&D cooperation: Empirical evidence from Spanish manufacturing firms. *Research policy*, 41(3), 614-623. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.10.002>.

Ekins, P. (2010). Eco-innovation for environmental sustainability: concepts, progress and policies. *International Economics and Economic Policy*, 7(2), 267-290. <https://doi.org/10.1007/s10368-010-0162-z>.

Fernández, S., Torrecillas, C., & Labra, R. E. (2021). Drivers of eco-innovation in developing countries: the case of Chilean firms. *Technological Forecasting and Social Change*, 170, 120902. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120902>.

Fussler, C., & James, P. (1996). *Driving Eco-Innovation: A Breakthrough Discipline for Innovation and Sustainability*. Pitman Publishing.

Grazzi, M., Sasso, S., & Kemp, R. (2019). A Conceptual Framework to Measure Green Innovation in Latin America and the Caribbean. Inter-American Development Bank Discus-

- sion Paper N° IDB-DP-730. <http://dx.doi.org/10.18235/0002082>.
- Hainmueller, J. (2012). Entropy balancing for causal effects: A multivariate reweighting method to produce balanced samples in observational studies. *Political analysis*, 20(1), 25-46. <https://doi.org/10.1093/pan/mpr025>.
- Huggins, L. E. (2013). *Environmental entrepreneurship: markets meet the environment in unexpected places*. Edward Elgar Publishing.
- Horbach, J. (2008). Determinants of environmental innovation—New evidence from German panel data sources. *Research policy*, 37(1), 163-173. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.08.006>.
- Horbach, J. (2016). Empirical determinants of eco-innovation in European countries using the community innovation survey. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 19, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2015.09.005>.
- Horbach, J., Rammer, C., & Rennings, K. (2012). Determinants of eco-innovations by type of environmental impact. The role of regulatory push/pull, technology push and market pull. *Ecological economics*, 78, 112-122. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.04.005>.
- Jaffe, A. B., Newell, R. G., & Stavins, R. N. (2005). A tale of two market failures: Technology and environmental policy. *Ecological economics*, 54(2-3), 164-174. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.12.027>.
- Johansson, G., & Magnusson, T. (1998). Eco-innovations: a novel phenomenon? *Journal of Sustainable Product Design*, 7, 7-18.
- Jun, W., Ali, W., Bhutto, M. Y., Hussain, H., & Khan, N. A. (2019). Examining the determinants of green innovation adoption in SMEs: a PLS-SEM approach. *European Journal of Innovation Management*, 24(1), 67-87. <https://doi.org/10.1108/EJIM-05-2019-0113>.
- Kammerer, D. (2009). The effects of customer benefit and regulation on environmental product innovation.: Empirical evidence from appliance manufacturers in Germany. *Ecological Economics*, 68(8-9), 2285-2295. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.02.016>.
- Kesidou, E., & Demirel, P. (2012). On the drivers of eco-innovations: Empirical evidence from the UK. *Research Policy*, 41(5), 862-870. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.01.005>.
- Kuehne, C. (2007). Regional Instruments, The ECREIN experiences and regional aspects of financing ecoinnovation. Ponencia presentada al 9th ETAP Forum on eco-innovation.
- Li-Ying, J., Mothe, C., Nguyen, T.T.U. (2018). Linking forms of inbound open innovation to a driver-based typology of environmental innovation: Evidence from French manufacturing firms. *Technological Forecasting and Social Change* 135, 51–63. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.05.031>.
- Mazzanti, M., & Zoboli, R. (2009). Embedding environmental innovation in local production systems: SME strategies, networking and industrial relations: evidence on innovation drivers in industrial districts. *International Review of Applied Economics*, 23(2), 169-195. <https://doi.org/10.1080/02692170802700500>.
- Ministerio de Medio Ambiente. (2021). Sexto reporte del estado del medioambiente (REMA 2021).
- Mothe, C., Nguyen-Thi, U.T., Triguero, A., 2018. Innovative products and services with environmental benefits: design of search strategies for external knowledge and absorptive capacity. *Journal of Environmental Planning and Management*, 61 (11), 1934–1954. <https://doi.org/10.1080/09640568.2017.1372275>.
- Rennings, K. (2000). Redefining innovation - eco-innovation research and the contribution from ecological economics. *Ecological Econo-*

- mics*, 32, 319-332. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00112-3](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00112-3).
- Rovira, S., Patiño, J. A., & Schaper, M. (2017). *Ecoinnovación y producción verde: una revisión sobre las políticas de América Latina y el Caribe*. Cepal.
- Sander, H. (2016). What Holds Back Eco-innovations? A "Green Growth Diagnostics" Approach. En *Handbook of Environmental and Sustainable Finance* (pp. 147-163). Academic Press
- Triguero, A., Moreno-Mondéjar, L., & Davia, M. A. (2013). Drivers of different types of eco-innovation in European SMEs. *Ecological economics*, 92, 25-33. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.04.009>.
- UNFCCC. (2017). *Technological Innovation for the Paris Agreement: Implementing nationally determined contributions, national adaptation plans and mid-century strategies*. The United Nations Framework Convention on Climate Change.
- Varis, M. & Littunen, H. (2010). Types of Innovation, Sources of Information and Performance in Entrepreneurial SMEs. *European Journal of Innovation Management*, 13, 128-154. <https://doi.org/10.1108/14601061011040221>.
- Veugelers, R. (2012). Which policy instruments to induce clean innovating? *Research policy*, 41(10), 1770-1778. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.06.012>.
- Yu, C., Park, J., & Hwang, Y. S. (2019). How do anticipated and self regulations and information sourcing openness drive firms to implement eco-innovation? Evidence from Korean manufacturing firms. *International journal of environmental research and public health*, 16(15), 2678. <https://doi.org/10.3390/ijerph16152678>.