



LOS EFECTOS DE LA CORRUPCIÓN SOBRE LA INNOVACIÓN Y EL CRECIMIENTO ECONÓMICO EN MÉXICO



10 DE JULIO DE 2022

Índice

Resumen.....	2
1- Introducción	2
2- Revisión de Literatura	6
2.1- <i>Los efectos de la corrupción en la Economía</i>	6
2.2- <i>Los efectos de la corrupción en la innovación</i>	11
2.3- <i>La propiedad intelectual como variable proxy de innovación</i>	17
3- Bases de datos y método de aproximación.....	19
3.1- <i>VARIABLES Y FUENTES DE INFORMACIÓN</i>	20
3.2- <i>Análisis de Componentes Principales</i>	22
3.3- <i>Análisis de Modelos de Ecuaciones Estructurales</i>	24
4- Resultados de los modelos.....	28
4.1- <i>Estadística descriptiva</i>	28
4.2- <i>Análisis de los componentes principales</i>	30
4.3- <i>Análisis de Ecuaciones Estructurales</i>	41
5- Conclusiones	45
Bibliografía	47
Anexos.....	52

Los efectos de la corrupción sobre la innovación y el crecimiento económico en México

Resumen

En esta investigación se revisan las hipótesis “*grease the wheels*” y “*sand the wheels*”, sobre los efectos positivos o negativos de la corrupción sobre la innovación y el crecimiento económico. Existen dos niveles de estudio de estas hipótesis, a nivel de empresa a través de encuestas que capturen la variable soborno, o a través de estudios de indicadores macro, con la variable percepción de la corrupción, este estudio se inserta en la segunda perspectiva a nivel macro. El trabajo se llevó a cabo mediante metodologías de análisis multivariado, por un lado, con análisis de componentes principales, y por otro con modelos de ecuaciones estructurales. Con el análisis de componentes principales se llega a la conclusión de que ambas hipótesis podrían cumplirse solo para algunas entidades federativas. Con el análisis de ecuaciones estructurales, se concluye que la corrupción facilita la actividad innovadora y el crecimiento económico, con lo que se retoma la hipótesis “*grease the wheels*” para el caso de México. Esto tiene implicaciones importantes, ya que de tomarse en cuenta estos resultados, las políticas de actividad innovadora podrían mejorar si se combaten los vicios que impone la corrupción, ya que esto liberaría algunos costos de transacción para empresas derivados de estas actividades, por lo que, no necesariamente mayores presupuestos llevan a mejores resultados en materia de ciencia y tecnología.

1- Introducción

En las últimas décadas, los estudios sobre el cambio tecnológico y la innovación han cobrado fuerza en la literatura sobre economía. Probablemente uno de los principales exponentes sobre los efectos de la innovación sobre el desarrollo y el crecimiento económico fue Schumpeter, quien argumentaba sobre el proceso de destrucción creativa, donde las empresas que generan innovaciones, imponen nuevas formas de hacer las cosas, y donde esta innovación saca del mercado a las empresas que no innovan, de allí el término de “*destrucción creativa*”. De esta manera, Schumpeter (1939; 1942) centra su atención en el cambio tecnológico, como la fuerza que mueve

al capitalismo. Así, las innovaciones vistas como nuevas tecnologías, nuevos mercados y nuevos productos serán un resultado de la innovación llevada a cabo por los emprendedores, lo que les confiere un monopolio temporal y les permite ganar un excedente o ingreso excepcional, lo que a la postre llevaría a mayores niveles de crecimiento económico.

Bajo esta corriente de pensamiento, se adhirieron algunas otras, tales como la corriente evolutiva, neoclásica, institucionalista y estructuralista. La primera de ellas, muestra cómo la innovación es producto del aprendizaje en las empresas (Lovera *et al.*, 2008), ya que señalan que la mayor parte de las innovaciones no son radicales como propone Schumpeter, sino incrementales, es decir, aquellas innovaciones no disruptivas que suman de a poco nuevas formas de organización, nuevos servicios, nuevos productos o nuevos procesos. La segunda escuela (Solow, 1957; Mankiw *et al.*, 1992), propone que las innovaciones pueden ser vistas como una nueva forma en la función de producción que determina el crecimiento económico, y que, por tanto, introducir innovaciones, en el largo plazo, genera nuevas capacidades productivas y mejores formas de enfrentar la escasez. La tercera corriente, propone que la innovación se genera por reglas, ya sean formales o informales, y que estas reglas pueden inhibir o promover las innovaciones, ya sean mediante acuerdos entre universidades, empresas, gobiernos y sociedad en general, en las cuales la certeza de las reglas pueda generar innovaciones que sean aprovechadas por la sociedad en general (North, 1990). La cuarta corriente, propone que existen dos sectores, uno tecnológico y otro no tecnológico, donde los países que conforman al centro, asociado con la industrialización, generan innovaciones, y países que conforman a la periferia, se asocian a la comercialización de bienes primarios, y que no generan innovaciones, lo que genera unas dinámicas de centro-periferia, donde el crecimiento económico está sujeto a estas interacciones entre países (Floto, 1989). De esta forma, lo que observamos, es que la innovación es un componente importante para explicar el crecimiento económico desde distintas corrientes de pensamiento económico, por lo que es importante estudiar su estudio, sobre todo en países en desarrollo, para así generar políticas de fomento de las mismas y propiciar el crecimiento y desarrollo.

En este sentido, es importante recalcar que el proceso innovador, está sujeto a condiciones socio-políticas y no solo a condiciones económicas. Tal es el caso de

países en vías de desarrollo, donde la naturaleza de largo plazo en los procesos innovadores supone un riesgo al estar sujetas a la corrupción (Murphy, Shleifer & Vishny, 1993), pero inclusive a la incertidumbre que puede generar no solo la corrupción en terceros, sino en la propia empresa, debido a que la falta de pagos en forma de sobornos puede generar poca certeza para llevar a cabo proyectos de desarrollo tecnológico de largo plazo (Karaman & Sylwester, 2020). En los últimos años se ha visto que esto, no solo sucede en países de tercer mundo, como lo es México, sino que fenómenos como la corrupción también afectan a los procesos innovadores de algunos estados de Estados Unidos (Alt & Lassen, 2003; Glaeser & Saks, 2006; Riaz *et al.*, 2018), así como de otros países desarrollados. De manera que la innovación, y la forma en cómo la innovación se ve afectada por la corrupción, es un tema relevante en términos del desarrollo regional que se puede ver inhibido por estos fenómenos.

En la literatura, se ubican dos hipótesis que compiten entre ellas para explicar los efectos de la corrupción sobre la innovación (Huang & Yuan, 2020; Ellis *et al.*, 2020; Karaman & Sylwester, 2020), y posteriormente sobre el crecimiento económico. La primera establece que las empresas se pueden beneficiar de los ambientes de corrupción para generar más innovaciones, esto debido a que la corrupción ayuda a superar algunas trabas burocráticas ya que, puede dar acceso a algunos recursos valiosos, e incluso puede dar acceso a servicios y productos del Estado, a lo que se le llamó "*grease the wheels*". La segunda hipótesis, establece que las prácticas de corrupción impiden los procesos innovadores en las empresas, esto debido a que, la corrupción se asemeja a un impuesto que hace más costosos los procesos innovadores; por otro lado, esta práctica desincentiva las actividades innovadoras, lo que genera un sesgo hacia actividades rentistas y menos innovadoras, y que sobretodo, estos efectos negativos de la corrupción sobre la innovación, se dan en empresas innovadoras y/o de alta tecnología y en emprendedores, ya que estos dos tipos particulares requieren de permisos especiales y certificados, por lo que están más expuestas a este tipo de problemáticas, a esta segunda hipótesis se le llamó "*sand the wheels*".

Existen diversos estudios de los efectos de la corrupción sobre la innovación, con enfoques a nivel de empresa, mediante encuestas y cuestionarios, donde se retoma

como principal variable de análisis a los sobornos; pero también a nivel macro, con indicadores económicos y de corrupción de fuentes secundarias, donde la principal variable de referencia es la percepción de la corrupción. Cabe resaltar que, los resultados de estos estudios no son concluyentes, ya sea en países desarrollados o en países en vías de desarrollo, por lo que es importante realizar este tipo de estudios en México, de manera que podamos explorar cuál de las dos hipótesis se aproxima más al contexto de México. Por otro lado, en México no se tiene conocimiento de que se hayan realizado este tipo de estudios.

Por todo lo anterior, el objetivo de este trabajo es contrastar las hipótesis “*grease the wheels*” y “*sand the wheels*” para el contexto mexicano, en particular, se requiere corroborar la primera hipótesis, ya que es de particular interés saber si la corrupción realmente mueve a la innovación en México, lo que tendría implicaciones importantes en materia de ciencia y tecnología. Para ello, este estudio se realiza a nivel de entidades federativas, esto es a nivel macro, debido principalmente a la disponibilidad de información sobre la percepción de la corrupción, por lo que esto constituye un avance en los estudios regionales de los efectos de la corrupción sobre la innovación y el crecimiento económico. Para contrastar las hipótesis, se propone una metodología de análisis multivariado, donde se combinan algunas técnicas de análisis de componentes principales y modelos de ecuaciones estructurales. Los resultados muestran que la corrupción tiene un efecto positivo sobre la innovación y el crecimiento económico, lo que reafirmaría la hipótesis “*grease the wheels*”, con consecuencias a nivel de funcionamiento operativo y de política pública en materia tanto económica, como de ciencia y tecnología.

El estudio está estructurado de la siguiente manera, además de la presente introducción el estudio contiene un apartado de revisión de literatura, donde se exponen los principales conceptos, hipótesis y el estado del arte que guardan los estudios de los efectos de la corrupción sobre la innovación y el crecimiento económico. El siguiente apartado, es una descripción de la metodología y técnicas empleadas para contrastar las hipótesis de este trabajo, el cual se realizó mediante datos para los años 2015, 2017 y 2019, y a través de técnicas de análisis multivariado. Después se añade un apartado de resultados, donde se muestran las estadísticas tanto descriptivas como inferenciales para contrastar las hipótesis de trabajo.

Finalmente, se introducen los apartados de discusión y conclusiones, donde se discute si alguna de estas hipótesis en realidad explican los efectos de la corrupción sobre la innovación en México, así como saber si estos finalmente tienen efectos sobre el crecimiento económico, en estos apartados, se vierten algunas recomendaciones de política, así como la exposición de las principales limitaciones del estudio.

2- Revisión de Literatura

En esta sección, se presenta primero una revisión de literatura, sobre cómo ha impactado la corrupción al desempeño económico en general, comenzando por definir el concepto de corrupción, y continua con una descripción de las principales hipótesis planteadas. El siguiente sub apartado, trata específicamente de la revisión de literatura de los efectos de la corrupción sobre las variables de innovación, plantea los principales mecanismos de transmisión y los niveles a los que han sido estudiadas estas hipótesis. Finalmente, se presenta una descripción de las principales variables utilizadas para medir la innovación y su relación con el desempeño económico.

2.1- Los efectos de la corrupción en la Economía

El concepto de corrupción se puede definir de distintas maneras, y ha evolucionado a través del tiempo, como ejemplo tenemos las siguientes definiciones:

- Leff (1964). *“Una influencia extralegal (si no criminal) en la formación e implementación de políticas”*.
- Mauro (1995). *“El grado en que las transacciones de negocios incluyen pagos cuestionables”*.
- Shleifer & Vishny (1993). *“Las ventas realizadas por agentes de gobierno, para una ganancia personal de los (mismos) agentes de gobierno”*.
- Anokhin & Schulze (2009). *“El abuso del poder público y/o de la autoridad para beneficio privado”*.
- Habiyaemye & Raymond (2013). *“Ganancias ilícitas de contratos de particulares con agentes públicos, derivados de pagos en efectivo... Existen*

dos tipos de corrupción: una de grandes montos de dinero y otra de pequeños sobornos”.

- Cárdenas et al. (2018). *“Un acto u omisión en el ejercicio de la toma de decisión a nivel individual (sea público o privado), el cual busca generar un beneficio de cualquier tipo (económico, político, social, etc.) para si mismo o terceras partes, y que puede ser legalmente penalizado (penal, civil o administrativamente)”.*
- Tomaszewski (2018). *“La corrupción es el abuso del poder ampliamente concebido para fines privados. Puede tener lugar tanto en el sector público como en el privado”.*
- Riaz et al. (2018). *“La corrupción puede ser considerada como una de las instituciones negativas, que son perjudiciales para las economías”.*
- Riaz & Canter (2020). *“El uso indebido por parte de oficiales públicos, para ganancias privadas”.*
- Transparency International (Faraz & Canter, 2020). *“El abuso del poder encomendado para beneficio privado... Se puede clasificar en grande, pequeño y político”.*
- Merino (2022). En un documento donde se estudia el combate a la corrupción en México, señala que *“La corrupción es la consecuencia inevitable de la captura del Estado, en cualquiera de sus manifestaciones”.*

Como se aprecia en las anteriores definiciones, la corrupción puede suceder tanto en el ámbito público, como en el ámbito privado. Estas actividades, implican el abuso de un poder otorgado (generalmente, aunque no exclusivo, de agentes públicos), para obtener beneficios privados, los cuales pueden estar dados en forma de pequeños pagos (sobornos), grandes pagos en efectivo o desvío de recursos, y en forma de obtención de contratos. De esta manera, la corrupción implica por un lado la secrecía, y por otro lado, el acuerdo entre dos agentes, lo que generalmente sucede cuando hay una alta inelasticidad de demanda de los privados respecto de la provisión de bienes o servicios públicos (Habiyaemye & Raymond, 2013).

Los efectos de la corrupción en la economía son notables, por ejemplo, el *Foro Económico Mundial* reporta que la corrupción ha costado 5 por ciento del total del producto interno bruto, a nivel mundial, lo que aproximadamente equivale a \$2.6 trillones de dólares por año (Iorio & Segnana, 2022). Por otra parte, el *Banco Mundial*

reporta que las empresas y los individuos han pagado más de \$1 trillón de dólares en sobornos cada año (Iorio & Segnana, 2022). Por otro lado, la firma del reciente T-MEC incluye un capítulo de corrupción, dada la importancia de este tema para el comercio entre los tres países de América del Norte. De acuerdo con Deloitte¹, el costo promedio de un acto de corrupción en México fue de \$2,799 pesos por adulto víctima y de \$12,243 por empresa víctima.

Por sí mismas, las cifras de los efectos de la corrupción en la economía hacen que este problema sea de mayor importancia en términos académicos y de política pública, ya que por su volumen, se podría decir que han impedido que se generen empleos y emprendimientos, que además, inhiben la competencia y dificultan la inversión (Habiyaemye & Raymond, 2013), o que simplemente contribuyen a una asignación de recursos de manera ineficiente (Griffiths & Kickul, 2008), los cuales son factores que afectan al crecimiento económico (Sena *et al.*, 2018), no solo de las empresas, sino también de las naciones.

Por los anteriores motivos, se ha estudiado el efecto de la corrupción sobre el desempeño económico, algunos de los estudios seminales son los realizados por Rose-Ackerman (1975), Shleifer & Vishny (1993) y Mauro (1995). En estos estudios se plantea que la corrupción puede modelarse como una estructura de mercado, donde hay una posición de poder creada por imperfecciones de mercado o institucionales, que otorgan a la persona que ejerce la corrupción una autoridad discrecional para cobrar un soborno, y donde si no hubiera un privado al que se pudiera extorsionar, sino que hubiera muchos demandantes del servicio o bien del gobierno, entonces los sobornos podrían ser sustituidos por subastas (Rose-Ackerman, 1975). En este mismo sentido, Shleifer & Vishny (1993) señalan que la estructura de las instituciones, así como la naturaleza ilegal de la corrupción y la consecuente secrecía, hacen de la corrupción una actividad que distorsiona de mayor manera los mercados, de lo que lo haría un impuesto adicional a personas o empresas, y que aunque se ha señalado que puede existir un nivel óptimo de corrupción positivo, en realidad esta acción actúa en detrimento del desarrollo económico. Pero no es sino hasta la publicación de Mauro (1995), que se dejan de

¹ <https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/dnoticias/articles/asi-se-mide-corrupcion-mexico.html>

realizar análisis de organización industrial y teoría de juegos, para pasar a un análisis estadístico de tipo econométrico, donde se establece que la corrupción en algunos casos puede tener efectos positivos, ya que ayuda a superar trabas burocráticas, y que además, implica el trabajo más ágil de los agentes de gobierno que llevan a cabo actividades corruptas, tal vez lo más importante de este estudio, es la evidencia de una correlación entre los indicadores de corrupción y de crecimiento del PIB per cápita. Estos estudios, posteriormente darían paso a nuevos empíricos sobre los efectos de la corrupción sobre el desempeño económico.

Uno de los puntos centrales para estudiar estas relaciones entre corrupción y economía, es la forma en cómo la corrupción erosiona los derechos de propiedad, el constreñimiento de las instituciones políticas, y la secrecía que complica el combate a la corrupción (Hodge *et al.*, 2011). No obstante, existen posturas diferenciadas en cuanto a los efectos de la corrupción sobre el desempeño económico, ya que en algunos estudios se señala que estas acciones facilitan el desempeño económico “*grease the wheels*” (Leff, 1964; Huntington, 1968), mientras que otros proponen lo contrario “*sand the wheels*” (Mauro, 1995; Tanzi, 1998), por lo que se han generado estudios a nivel país con diferentes indicadores tanto de corrupción, como de desempeño económico para observar estos resultados. De hecho, algunos estudios se han enfocado en los determinantes de la corrupción (Sosa, 2004; Lederman *et al.*, 2005), donde se llega a la conclusión de que países con mayor dependencia de exportaciones, altas regulaciones, y que no tengan controlados sus niveles de inflación, son más propensos a sufrir de problemas de corrupción (Hodge *et al.*, 2011). Uno de los aportes más significativos, es sobre la incertidumbre como canal de transmisión más fuerte, ya que la incertidumbre genera incentivos hacia la corrupción, sobre todo, porque disminuye la inversión que se realiza en los países (Hodge *et al.* 2011), no solo reduce la inversión en capital físico, sino también la inversión en capital humano, ya que la corrupción disminuye la capacidad de compra del estado, aumenta la inestabilidad política y de certeza sobre presupuestos de instituciones de educación pública.

Una forma en como se ha estudiado la corrupción, es analizarla como un impuesto a las empresas y los consumidores (Aghion *et al.*, 2016). Lo que genera distorsiones, pues los impuestos, al ser un costo extra, suponen un desincentivo para

emprendedores y empresas de alta tecnología, que son quienes frecuentemente requieren de permisos especiales y acceso a recursos relevantes. En su estudio Aghion et al. (2016), llegan a la conclusión de que los efectos marginales de un impuesto sobre el crecimiento, en países que se encuentran con altos niveles de corrupción, es mínimo. Por lo que esta estrategia funciona bien, solo en países con bajos niveles de corrupción.

A partir del año 2000, se extendieron los estudios empíricos de los efectos de la corrupción sobre el desempeño económico, utilizando información de *Transparencia Internacional*, en particular, el índice de percepción de corrupción (IPC). Aunque este índice es el principal en los estudios sobre corrupción, también existen otros índices de corrupción como el “International Country Risk Guide (ICRG) index”, como “World Governance Indicators (WGI)”, que han sido menos utilizados en la literatura académica (Gründler & Potrafke, 2019). De hecho, México se encuentra en los niveles medio-alto de corrupción en el IPC, con niveles entre 65% y 73%. De acuerdo con este indicador, los países que reciben mayor inversión extranjera directa, están asociados a menores niveles de corrupción en el IPC (Gründler & Potrafke, 2019).

Como se puede concluir, los efectos de la corrupción sobre el desempeño económico son inobjtables, no obstante, aún hace falta explorar cuáles son los mecanismos a través de los que la corrupción impacta a los indicadores de innovación. Como ya se ha señalado, estas actividades afectan de mayor manera a las actividades de empresas de alta tecnología y/o a los emprendedores, quienes generalmente son los agentes que introducen innovaciones en las economías. Es por ello que a continuación se presenta un sub-apartado con la revisión de estos mecanismos.

Para el caso de México existen pocos estudios, entre ellos Ramírez y Sánchez (2013) intentaron probar la hipótesis “*sand the wheels*”, pero desafortunadamente la cantidad de datos con las que disponían no fueron suficiente evidencia para poner de manifiesto esta hipótesis. Ruiz y García (2020) proponen que la percepción de corrupción sobre el crecimiento económico es alta, cuando las tasas de crecimiento y de percepción son bajas, pero es negativa cuando sucede lo contrario, por lo que argumentan la existencia de ambas hipótesis, “*sand the wheels*” y “*grease the wheels*”, pero en momentos diferentes, por lo que ubican a México en la segunda hipótesis.

2.2- Los efectos de la corrupción en la innovación

Como lo han señalado Iorio y Segnana (2022), aunque la conexión entre innovación y corrupción ha sido omnipresente, los académicos aún tienen que establecer la naturaleza exacta de esta relación. Adicionalmente, el crecimiento en la disponibilidad de datos sobre corrupción e innovación, ha contribuido a un crecimiento de este tipo de estudios (Doan *et al.*, 2022). Estos estudios se pueden dividir por niveles de análisis, el primer tipo son los estudios a nivel de empresa, donde por medio de encuestas se analiza el efecto de la corrupción sobre las innovaciones, ya sea en empresas de tamaño micro, pequeña y mediana (MiPYME), empresas de tamaño grande e inclusive en empresas de tipo multinacional. El segundo tipo lo constituyen los estudios a nivel país, en este tipo de estudios se analizan los efectos de la corrupción sobre la actividad innovadora en países desarrollados, en desarrollo, e inclusive a nivel regional con grupos de países de África, Asia, Europa o América.

Uno de los motivos por los cuales se ha tomado en cuenta los efectos de la corrupción sobre la innovación, es porque los indicadores de innovación (patentes solicitadas y otorgadas, nuevos productos, procesos, servicios), se aproximan a las variables de desempeño económico (crecimiento, inversión, desarrollo, competencia, etc.). Esto se debe a que las empresas con mayores tasas de crecimiento y mayores márgenes de utilidad, se asocian a mayores niveles de innovación (Karaman & Sylwester, 2020). Por otro lado, las empresas que realizan mayores inversiones, generalmente esperan tener mayores niveles de utilidad para hacer frente a sus niveles de apalancamiento, por lo que se requieren formas innovadoras de asignación de las inversiones (Ross *et al.*, 2012), y requieren adicionalmente, de mayor certeza sobre las instituciones para poder llevar a cabo actividades innovadoras (Riaz *et al.*, 2020; Habiyaremye & Raymond, 2013). Estos factores han motivado a muchos de los estudios que se han realizado a nivel de empresa, para el estudio de los efectos de la corrupción sobre la innovación.

Estos efectos se pueden observar tanto a nivel de MiPYME, como también en empresas de tamaño grande, pues se tiene registro de estudios académicos de estas

afectaciones en empresas como Samsung, Siemens, Wal-Mart, entre otras (Iorio y Segnana, 2022). Por lo que el tamaño de las empresas no es un factor que inhiba o evite la corrupción, sino que la corrupción adopta distintas formas en los distintos tamaños de empresa. Es por lo anterior que a continuación se presentan distintos estudios a nivel de empresa:

- Iorio & Segnana (2022). Argumentan que ambas hipótesis “grease the wheels” y “sand the wheels” pueden coexistir, y que no son necesariamente hipótesis que rivalicen. En este sentido, se señala que algunos tipos de corrupción como los sobornos tienden a apoyar una de las hipótesis, mientras que la corrupción política o de grandes montos apoya a otra de las hipótesis.
- Doan *et al.* (2022). En este trabajo se pone de manifiesto que existe un impacto en la corrupción que se encuentra en el cobro de impuestos y la actividad innovadora. Se encuentra evidencia de que los sobornos sobre el pago de impuestos tienen un efecto positivo sobre todos los indicadores de innovación.
- Riaz & Cantner (2020). En este estudio, se analizan los efectos de la corrupción sobre la innovación, pero se diferencia por tipo de corrupción, con distintos indicadores. Además de ello, los autores diferencian los efectos por tipo de innovación y tipo de industria, ya que no todas las empresas compiten en los mismos contextos, ni todas las empresas innovan en los mismos rubros. El estudio encuentra que los sobornos pequeños, funcionan para incrementar el nivel de innovación de proceso, pero tienen efectos negativos sobre las innovaciones organizacionales. En tanto que las empresas envueltas en corrupción de grandes montos, son más propensas a innovar en productos y procesos. La corrupción de tipo político, está mayormente asociada a todos los tipos de innovación excepto la obtención de certificados de calidad. También señalan que, la innovación en el sector servicios está mayormente relacionada con los pequeños sobornos que la industria manufacturera.
- Karaman & Sylwester (2020). Sus estudios muestran que los sobornos están asociados de manera significativa con la innovación, pero los resultados significativos solo se observan para empresas que reportan muchos competidores. Una explicación de este comportamiento, es que la competencia obliga a las empresas a innovar, y en este sentido, la corrupción les permite eludir regulaciones costosas.

- Huang & Yuan (2020). Su estudio muestra que, aunque los estados corruptos tienen una fracción más baja de empresas que operan en industrias dependientes del gobierno, en promedio es más probable que las empresas en estos estados sean proveedores del gobierno. Por otro lado, este estudio señala que existe un impacto negativo de la corrupción sobre la innovación, sobre todo para empresas con menor poder de negociación sobre oficiales de gobierno, por lo que las prácticas corruptas para obtener contratos con gobierno sustituyen a las prácticas innovadoras, de emprendimiento y de mayor competencia.
- Ellis *et al.* (2020). Los autores argumentan que la corrupción tiene efectos negativos, no solo sobre la innovación, sino también sobre la calidad de la innovación (medida por las citas de patentes).
- Wellalage *et al.* (2020). Las autoras examinan si el soborno afecta las asimetrías basadas en el género en la innovación de productos/procesos en los países en desarrollo. Encuentran que existen mayores incentivos para que las dueñas de un negocio otorguen sobornos sobre los incentivos que tiene un dueño. Encuentran evidencia en favor de la hipótesis “grease the wheels”.
- Sena *et al.* (2018). Señalan que, las mesas directivas independientes pueden aislar a una empresa del impacto perjudicial de la corrupción en su desempeño (representado por la innovación).
- Karaman (2017). Sus resultados indican que la corrupción tiene un efecto positivo en la tasa de innovación, independientemente de cómo se mida la innovación y la corrupción.
- Nguyen *et al.* (2016). En su estudio sobre empresas en Vietnam, señalan que los pagos informales (sobornos), tienden a incrementar el nivel de innovación, ya sea mejoras en productos o generación de propiedad intelectual. Señalan que los impactos de la corrupción no son uniformes, ya que están sujetos a la efectividad de las instituciones locales. En este mismo documento, se señala que los sobornos afectan al crecimiento de las empresas MiPYME, pero no tanto a las empresas de tamaño grande, ya que las empresas MiPYME en gran parte de los casos están forzadas a entregar sobornos, mientras que empresas grandes por lo general lo hacen por su propia voluntad. En este estudio, también se señala que las empresas multinacionales, cuando utilizan prácticas de corrupción, retardan la actividad innovadora en el país huésped.

- Habiyaremye & Raymond (2013). El estudio realizado por los autores dice que existen dos perspectivas sobre las operaciones de empresas multinacionales, y su relación con las actividades de corrupción e innovación. Una es que las empresas transnacionales inhiben la corrupción y la otra es que la aumenta. Un argumento por el cual aumenta la corrupción, es que estas multinacionales utilizan los sobornos y otras prácticas corruptas para competir en países huésped, y por tanto inhiben la innovación del resto de empresas, ya que el poder económico de multinacionales es considerable, y por tanto el resto de las empresas mejor se dedican a actividades rentistas y menos innovadoras. Los argumentos para la disminución de corrupción, se deben al mayor escrutinio del ojo público en empresas de tamaño grande e internacional, y por otra parte a las derramas de tecnología que estas implican, suponen mayores niveles de innovación.
- Mahagaonkar (2010). Este estudio, muestra resultados contradictorios, ya que por un lado se encuentra evidencia de que la corrupción ayuda a la innovación en marketing. Pero, por otro lado, inhibe la innovación en producto, proceso y organizacional. En este estudio se mencionan cuatro dimensiones de los mecanismos de transmisión positivos, la primera dice que agiliza los procesos de permisos y licencias; la segunda dice que la corrupción o el pago de sobornos reduce la incertidumbre cuando se busca la innovación incremental; la tercera, es que se puede saltar de alguna manera los obstáculos políticos derivados de algunas innovaciones (discusiones bioéticas por ejemplo); por último, derivado del pago de sobornos, se mantiene algún nivel de protección del crimen organizado y el vandalismo, lo que ayuda a dar certeza a las empresas. Un canal negativo de la corrupción sobre la innovación, es que la burocracia desalienta los proyectos que implican grandes incertidumbres, esto es especialmente cierto si los proyectos son financiados por el gobierno en lugar de privados.

Así como existen estudios a nivel de empresa, también existen estudios a nivel país, que como ya se ha señalado, están realizados a partir de datos de fuentes secundarias, y su nivel de alcance es a niveles macro. Este tipo de estudios, que se puede referir a un país, un conjunto de países, o un conjunto de estados dentro de un

país, han llegado a hallazgos un poco distintos de los estudios a nivel de empresa. A continuación, se describen algunos de ellos:

- Wen *et al.* (2018). Estos autores comentan que, existe un umbral o límite tolerable de corrupción, y que, después de este límite los efectos de la corrupción sobre la innovación son casi nulos. Por medio de variables instrumentales demuestran que existe una relación no lineal entre innovación y corrupción, pero que la corrupción afecta de manera más fuerte al otorgamiento y solicitud de patentes que a los registros de marca. Uno de los argumentos que proponen en este trabajo, es que existen problemas de endogeneidad, derivados de la protección de las patentes, ya que este monopolio temporal, en ocasiones orilla a empresas a actividades corruptas para poder competir.
- Tomaszewski (2018). Este autor propone que la corrupción sea tratada como una expresión del espíritu empresarial humano, que no encaja plenamente en los estándares morales y legales comúnmente aceptados. La corrupción se puede comparar con una transacción de mercado típica, donde los compradores (los agentes corruptores) se encuentran con los vendedores (los agentes corruptos), el objeto de la transacción es la solución al problema del agente corruptor y el precio es el soborno y, cuyo carácter exacto, es objeto de negociación entre las dos partes.
- Riaz *et al.* (2018). Los autores utilizan la prueba de causalidad de Granger para datos de panel, encuentra que, la corrupción causa la innovación, mientras que la innovación no causa la corrupción. Por lo que niegan la existencia de una doble dirección de causalidad. Por lo que, dependiendo del contexto, la innovación puede preceder a la corrupción, aunque no necesariamente de forma causal.
- Anokhin & Schulze (2009). La principal postura de este documento es que, un mejor control de la corrupción también estará asociado con niveles crecientes de innovación y espíritu empresarial. Los resultados, aunque no predicen explícitamente el crecimiento económico, se suman a una corriente de investigación que sugiere que la corrupción y la calidad de las instituciones juegan un papel importante en la explicación de las disparidades en las tasas de iniciativa empresarial e innovación.

- Griffiths & Kickul (2008). En este estudio se señala que, la corrupción conduce a una mala asignación de recursos, falta de competitividad y eficiencia, menores ingresos públicos para bienes y servicios esenciales, menor productividad y menores niveles de innovación, además de menores tasas de crecimiento y empleo en el sector privado. Entre sus conclusiones, señalan que, las políticas dirigidas a reducir la corrupción gubernamental percibida, junto con la financiación de I+D y los recursos del sector empresarial/industrial privado pueden ser algunas de las primeras prioridades para disminuir el impacto de la corrupción sobre la innovación.

Como se puede apreciar en los estados del arte, de estudios tanto a nivel de empresa, como a nivel país, las conclusiones y la dirección de las investigaciones sugieren conclusiones distintas. A nivel de empresa, el estado del arte sugiere que los efectos de la corrupción sobre la innovación, depende en cierta manera de cómo se defina la corrupción, ya que los pequeños sobornos tienen algún efecto sobre la innovación, en tanto que la corrupción a nivel político y/o de grandes montos tiene efectos distintos, o bien efectos sobre distintos indicadores de innovación. En este sentido, a nivel de empresa se requiere diferenciar entre empresas pequeñas, que generalmente son obligadas a ofrecer sobornos pequeños, empresas grandes que participan en actividades de corrupción por voluntad propia, o bien, de multinacionales que mediante la corrupción inhiben el desempeño innovador. También se destaca, que el principal indicador de actividades innovadoras a nivel de empresa, son los nuevos productos, procesos, servicios u organizaciones, en tanto que un segundo nivel de actividad innovadora son la propiedad intelectual mediante las patentes, citas de patentes y otras formas de propiedad intelectual como marcas o diseños industriales.

A nivel país, los estudios se distinguen por su enfoque directo, de la corrupción sobre la actividad innovadora, e indirecto de la corrupción sobre el crecimiento económico. La revisión del estado del arte muestra que, algunos de estos estudios proponen una endogeneidad o doble dirección, de un efecto de la corrupción sobre la innovación, pero también de la innovación sobre la corrupción. Algunos de estos estudios han propuesto metodologías de Granger para causalidad, mientras que otros se centran en técnicas de datos en panel.

Por lo anterior, y debido a la disponibilidad de información en México, el estudio que se propone es a nivel de entidades federativas, por lo que se propone como variable de innovación a las solicitudes y otorgamiento de patentes, diseños industriales y modelos de utilidad, ya que no se tiene un seguimiento preciso de citas de patentes a nivel de entidad federativa, por un lado, y por otro lado, no existen encuestas a nivel de empresa² (al menos públicas), que den cuenta de los niveles de innovación en producto, proceso, servicio u organización.

2.3- La propiedad intelectual como variable proxy de innovación

Desde hace unas décadas, ha habido un debate sobre la producción de conocimiento y el procesamiento de la información (Foray, 2004), un enfoque centra el análisis en el desarrollo de sectores especializados como los sectores de alta tecnología, y el otro enfoque apunta a la generalización de actividades intensivas en conocimiento. en toda la economía.

Sin embargo, los elementos del conocimiento son inobservables, por lo que el nuevo conocimiento sólo puede medirse mediante enfoques como el conocimiento integrado, codificado y tácito (Aboites & Soria, 2008). Donde el primero se refiere a software y computadoras, el segundo se refiere a patentes y manuales, y el tercero al capital humano. Tampoco existe un modelo estable que pueda usarse para convertir insumos (creación de conocimiento) y productos (efectos económicos), ha habido algunas funciones de producción de conocimiento donde las patentes son funciones de investigación y desarrollo (Grilliches, 1990) con comentarios no concluyentes.

En este sentido, es importante señalar que las patentes han sido la medida más importante para los estudios de conocimiento codificado y la innovación (Aboites & Soria, 2008; Hall, 2007; Encaoua *et al.*, 2006; Foray, 2004; Cohen *et al.*, 2000;

² Existe la Encuesta WEBS del Banco Mundial, pero esta encuesta retoma datos, solo para algunas ciudades de México, por lo que no es representativa a nivel estatal, por otro lado, la última actualización fue del 2010, por lo que los datos no están vigentes. La Bolsa Mexicana de Valores ha levantado algunas encuestas, pero estas no tienen representación a nivel de entidades federativas, y la última de la que se tiene conocimiento data de hace más de seis años. Por lo que se descartan estas encuestas para el presente estudio.

Granstrand, 1999; Grilliches, 1990), aunque existen otras medidas como modelos de utilidad, diseños industriales, secretos industriales, circuitos integrados, derechos de autor entre otras que han sido ignoradas para estudiar el conocimiento codificado como entrada y sus efectos sobre las salidas en diferentes funciones de producción de conocimiento.

De hecho, en la última década se han realizado algunos estudios que exploran los efectos de los modelos de utilidad y su importancia para el cambio tecnológico (Heikkilä & Lorenz, 2018), los impactos tecnológicos de las subvenciones de I+D sobre los modelos de utilidad (Torres *et al.*, 2016) y el impacto de los modelos de utilidad en la innovación (Odman, 2010). Por otro lado, la literatura sobre secretos industriales, diseños industriales, circuitos integrados, derechos de autor y sus efectos económicos y sociales es escasa.

Las justificaciones en trabajos académicos, para tomar patentes, modelos de utilidad (UM) y diseños industriales (DI), como variables de innovación son tres: la primera es que las patentes son la medida más utilizada para el conocimiento codificado, la segunda es que en la mayoría de las industrias son las segundas herramientas más útiles para codificar el conocimiento. Son UM (que son muy similares a las patentes) y ID (dibujos y modelos ornamentales) que se aplican a la industria de la confección, automotriz, transporte, electrónica, electrodomésticos, muebles, artesanía y ornamental, entre otras industrias, lo que significa que son un conocimiento codificador herramienta para muchas industrias. La última razón es que, los secretos industriales son datos que no están disponibles en las bases de datos públicas, las otras medidas como los circuitos integrados y los derechos de autor son útiles para industrias muy especializadas (por ejemplo, electrónica, industrias culturales).

Algunas críticas al uso de indicadores cuantitativos a nivel macro, como el gasto público en I+D, es que dicen poco sobre los vínculos y los impactos observados en el desempeño. Además, solo pueden evaluarse a largo plazo (Molas-Gallart & Davies, 2006). Otra crítica es que los indicadores cuantitativos no revelan la calidad de la investigación y, a menudo, estos indicadores se intercambian cuando no es correcto hacerlo. Por ejemplo, un presupuesto de investigación es un insumo, más que una medida de desempeño (Donovan, 2007). También se ha sugerido que las medidas

típicas del desempeño de ciencia y tecnología, como patentes, publicaciones, citas, son indicadores finales, que no dan cuenta precisa de los avances en la investigación (Mote *et al.*, 2007). También se ha destacado que el capital humano, la formación y la educación son fundamentales para la construcción de capacidades tecnológicas y la innovación.

Por lo tanto, se puede asumir que los indicadores que muestran la evolución y consolidación de la educación, son cruciales para comprender el desempeño del sistema de innovación (Hage *et al.*, 2007). La evaluación de las políticas de ciencia y tecnología y su impacto no es tarea fácil; especialmente cuando no existen bases de datos nacionales homogéneas y, cuando las capacidades y diferencias regionales son cruciales. Es por ello que, los indicadores seleccionados fueron aquellos en los que se contaba con información suficiente para su comparación a nivel estatal, aunque pueden tener limitaciones como variables proxy de los fenómenos estudiados.

3- Bases de datos y método de aproximación

Como ya se señaló en la revisión de literatura, existen dos niveles en los cuales se han estudiado las hipótesis “*sand the wheels*” y “*grease the wheels*”, estos son estudios a nivel de empresa y estudios a nivel macro. Cada uno de ellos procede con metodologías propias para su contrastación.

Para el primer tipo de estudios, a nivel de empresa, se realizan encuestas a empresas, y después se procede con distintos tipos de análisis, entre ellos: análisis de regresión simple y/o con variables dicotómicas (Riaz & Canter, 2020; Wellalage *et al.*, 2020; Mahagaonkar, 2010); modelos de ecuaciones simultaneas (Habiyaemye & Raymond, 2013); regresión con datos en panel (Doan *et al.*, 2022; Ellis *et al.*, 2020); variables instrumentales y regresiones en dos etapas (Sena *et al.*, 2018; Mahagaonkar, 2008); y modelos no lineales tales como logit o probit (Iorio & Segnana, 2022; Mahagaonkar, 2008). De esta manera, cada estudio se basa en la manera en que se operacionaliza la variable corrupción y/o la variable de innovación en los distintos cuestionarios aplicados y utilizados. Por tal motivo, de discrepancia en la forma de medir la corrupción, es complejo describir cual es el mejor modelo de

aproximación para estudios a nivel de empresa, ya que las metodologías utilizadas son *ad hoc* respecto de los cuestionarios.

En cuanto a los estudios a nivel macro, existe un consenso en utilizar las bases de datos proporcionadas por instituciones como el *Banco Mundial* o el *Fondo Monetario Internacional*, para variables económicas y de innovación y, por otro lado, retomar las bases de datos de *Transparencia Internacional*, para retomar la variable sobre percepción de la corrupción (Wen *et al.*, 2018; Riaz *et al.*, 2018; Griffiths & Kickul, 2008). En cuanto a las metodologías aplicadas, generalmente se utilizan los análisis de regresión de datos en panel (Wen *et al.*, 2018; Riaz *et al.*, 2018) o el análisis multivariado (Griffiths & Kickul, 2008). En este sentido, el uso de las técnicas de clasificación, es una constante, ya sea por método de análisis discriminante o datos en panel, solo que el análisis multivariado reduce variables, en tanto que los datos en panel mantienen fijos los efectos de territorio y tiempo.

En el presente estudio, al aplicar un enfoque macro sobre las diferentes entidades federativas, se retoma un análisis de tipo multivariado. Para ello se retoman dos de sus técnicas más populares, por un lado, el análisis de componentes principales para reducir variables de análisis y, por otro lado, el análisis de ecuaciones estructurales, con el que se analiza el camino que siguen las hipótesis “*sand the wheels*” y “*grease the wheels*”, primero analizando el efecto de la corrupción sobre la innovación, y después se analiza el efecto de la corrupción y la innovación sobre el crecimiento económico. Esta metodología es relativamente nueva en este tipo de estudios, ya que, como se mostró en la revisión de literatura, ningún estudio antes lo ha aplicado para el entendimiento de estos fenómenos, además de que no se detiene en el primer efecto de la corrupción sobre la innovación, sino que va más allá, hasta llegar a los efectos sobre el crecimiento económico.

3.1- Variables y fuentes de información

Para realizar este estudio se han retomado variables de distintas fuentes de información, todas ellas secundarias. Las variables utilizadas, están todas a nivel de entidad federativa y se pueden agrupar por categorías. Por cuestiones de

disponibilidad de variables que muestren el desempeño de corrupción por entidad federativa, ya que solo se tiene la encuesta ENCIG, el estudio se enfoca solo en el análisis de tres años en los que se publica la encuesta, que son 2015, 2017 y 2019. Las variables y sus fuentes de información se describen a continuación.

- Variables de innovación. Dentro de estas variables se tienen tres fuentes de información, por un lado, CONACYT de donde se extrae el número de miembros del Sistema Nacional de Investigadores; tenemos también al IMPI, de donde se extraen solicitudes y otorgamientos de patentes, modelos de utilidad y registro de marcas; finalmente se tienen variables de presupuestos, extraídas de los diarios oficiales, periódicos oficiales y cuentas públicas de cada estado, de donde se retoma el gasto dedicado a ciencia y tecnología. Finalmente, de la cuenta pública nacional, se extrae el monto dedicado a la SEP por cada estado, como gasto de educación.
- Variables de corrupción. Las variables de corrupción se retoman de la Encuesta Nacional de Calidad e Impacto Gubernamental (ENCIG), que levanta el INEGI. De donde se tienen 21 variables de percepción de corrupción, entre ellas la percepción de corrupción en gobiernos estatal, federal y municipal, percepción de corrupción en los empresarios, policías, hospitales, universidades, etc. Estas percepciones van de 0 a 100 donde cero es lo menos corrupto y 100 es lo más corrupto.
- Variables de apoyo. Se retoman otras variables que ayudan en el presente análisis, tales como población, extraída de la CONAPO. Inversión Extranjera Directa, tomada de la secretaria de economía. Crecimiento del Producto Interno Bruto de los estados, retomada de INEGI. Finalmente, de las cuentas públicas y diarios oficiales de cada estado, se extrae la variable de gasto total por entidad federativa.

Todas estas variables y sus fuentes de información se resumen en el Cuadro A1 de la sección de anexos.

3.2- Análisis de Componentes Principales

En este estudio se procede a calcular una reducción dimensional de variables mediante el Análisis de Componentes Principales (ACP). De esta forma, “pasar a componentes principales” se entiende como considerar, en lugar del vector original X de variables, otro vector transformado o “rotado” U cuyas componentes son no correlacionadas y están ordenadas en función de sus varianzas. Dado que este procedimiento nos proporciona una descomposición de la varianza total, esto nos permite conocer con precisión qué porcentaje de la misma podríamos perder si eliminamos una componente principal concreta.

La importancia de las diferentes componentes principales viene dada por la magnitud de su varianza y que, por lo tanto, el orden en el que se obtienen establece una jerarquía real desde el punto de vista de la reducción dimensional.

Para obtener los componentes principales, necesitamos disponer de una muestra de tamaño n con p variables X_1, X_2, \dots, X_p , donde las variables están expresadas en desviaciones respecto de la media, también llamadas, variables tipificadas. El primer componente vendrá dado por la combinación lineal de las variables tipificadas:

$$Z_{1i} = u_{11}X_{1i} + u_{12}X_{2i} + \dots + u_{1p}X_{pi} \quad (1)$$

Por lo que ello implica que la media de Z_1 es igual a cero, por otro lado, en notación de matrices, la expresión anterior vendría dada por:

$$\mathbf{z}_1 = \mathbf{X}\mathbf{u}_1 \quad (2)$$

Para encontrar el primer componente, se imponen las restricciones de varianza máxima, sujeto a que la suma de los pesos “ u_{1j} ” al cuadrado sean iguales a uno, lo que implica que:

$$\text{var}(Z_1) = \frac{\sum_{i=1}^n Z_{1i}^2}{n} = \frac{1}{n} \mathbf{u}_1' \mathbf{X}' \mathbf{X} \mathbf{u}_1 \quad (3)$$

Por tanto, al incorporar la restricción de las varianzas igual a la unidad, se puede establecer una ecuación con restricciones en forma de Lagrange:

$$L = \frac{1}{n} u_1' X' X u_1 - \lambda (u_1' u_1 - 1) \quad (4)$$

Por lo que, al aplicar el algoritmo de optimización, mediante las derivadas parciales respecto de u_1 , se obtiene la última ecuación.

$$\left(\frac{1}{n} X' X - \lambda I \right) u_1 = 0 \quad (5)$$

Por lo que al resolver la ecuación (5), se obtienen los valores propios y vectores propios, donde los vectores propios corresponden a los componentes principales, en tanto que los valores propios corresponden a las varianzas asociadas al vector. Por lo que, si se requieren calcular más componentes principales, se puede rotar la matriz de varianzas y covarianzas $\frac{1}{n} X' X$ con algún método en particular, para obtener más componentes no correlacionadas.

En el presente estudio, se aplica la técnica de ACP, para reducir el número de variables asociadas a la innovación, y otro número de componentes asociados a la corrupción. Si se observa el Cuadro A1, se puede observar que tenemos 21 variables asociadas a la corrupción, y en cuanto a la innovación tenemos 9 variables, mismas que se pueden reducir mediante esta técnica de ACP.

Algunas medidas importantes para aplicar el ACP, es el estadístico KMO “Kaiser Meyer”, el cual se refiere a la idoneidad de una matriz para aplicar un ACP y/o un Análisis Factorial. El estadístico se refiere a un cociente de la suma de todas las correlaciones al cuadrado dividido por el cuadrado de la suma de las correlaciones de cada variable.

$$KMO = \frac{\sum_{i \neq j} \sum r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} \sum r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} \sum a_{ij}^2} \quad (6)$$

De manera que estadísticos KMO menores a 0.5 se descartan para un ACP, puesto que el aporte de la variable a la matriz de información es limitado. Adicionalmente, para evaluar el número de componentes principales necesario, se retoman valores

propios mayores a la unidad, o bien, una aportación a la varianza mayor al 70%, lo cual se logra mediante gráficos de sedimentación o bien con una suma de varianza acumulada.

Una vez obtenidos los componentes principales de variables relacionadas con la innovación y de corrupción, se generan tablas descriptivas con los cuartiles de cada componente principal, que describan las relaciones entre corrupción e innovación, con la finalidad de clasificar a las entidades de acuerdo con las hipótesis que se han planteado anteriormente.

3.3- Análisis de Modelos de Ecuaciones Estructurales

Los modelos SEM son la unión de dos tradiciones, la perspectiva econométrica que se centra en la predicción, y el enfoque psicométrico que modela conceptos como variables latentes (no observadas), que son indirectamente inferidas de múltiples medidas observadas (indicadores o variables manifiestas).

Se puede decir que, las variables observadas son aquellas que se han medido, mientras que las variables latentes, son aquellas que no son directamente observables, por ejemplo, factores o componentes, que pueden ser de dos tipos: factores comunes que afectan a más de una variable observada, y factores específicos, que afectan a una sola variable observada. Estos dos tipos de variables se pueden relacionar de manera causal, mediante una carga factorial o intensidad de la relación.

Tomando en consideración lo anterior, se puede desarrollar un modelo de ecuaciones estructurales (SEM), teniendo en consideración el siguiente sistema de partida.

$$x = \Lambda\xi + \delta \quad (7)$$

Donde x es un vector de q variables observadas por una columna, y donde las variables están representadas en forma de desviaciones respecto de la media. ξ es

un vector de s factores comunes por una columna, Λ es una matriz de cargas factoriales con q filas y s columnas. Donde se toma como supuesto que:

- q es mayor que s .
- El valor esperado de x es cero.
- El valor esperado de ξ es cero.
- El valor esperado de δ es cero.

De esto resulta que la matriz de varianzas y covarianzas es:

$$\Sigma = E(xx') = E[(\Lambda\xi + \delta)(\Lambda'\xi' + \delta')] = \Lambda E(\xi\xi')\Lambda' + \Lambda E(\xi\delta') + E(\delta\xi')\Lambda' + E(\delta\delta') \quad (8)$$

La expresión anterior, por fines de exposición se puede reducir a lo siguiente:

$$\Sigma = \Lambda\Phi\Lambda' + \theta \quad (9)$$

De esta forma, todos los parámetros aparecen vinculados mediante la expresión 9, mismos que serán estimados a partir de la matriz de varianzas y covarianzas poblacionales de las variables observadas. Para lograr esta estimación, se debe de tomar en cuenta la identificación del modelo, esto es comparar el número de datos con el número de parámetros a estimar, donde el número de datos debe ser al menos igual al número de parámetros a estimar; y donde los datos, se refieren a la matriz de varianzas y covarianzas muestrales, $q(q+1)/2$, y donde el número de parámetros es $qs+[s(s+1)/2]+[q(q+1)/2]$.

Hoy en día, existen varios métodos para estimar los parámetros de la ecuación (9), tales como la máxima verosimilitud, mínimos cuadrados generalizados y la libre distribución asintótica, por mencionar algunos. No obstante, también existen diversos softwares que ejecutan estos algoritmos, tales como R, Python, Stata, SPSS, etc. Para el presente estudio, se utilizó el método de máxima verosimilitud mediante el software Rstudio.

Como pruebas de ajuste del modelo se retoman los estadísticos Chi-cuadrado y SRMR:

- El primer estadístico compara la diferencia de las matrices de varianzas y covarianzas estimada con la muestral, y retoma esta igualdad como una hipótesis, el cual se prueba mediante la función de verosimilitud multiplicada por el tamaño muestral menos un grado de libertad “ $\chi^2 = (N-1)F_{ML}$ ”.
- El segundo estadístico de prueba “SRMR” (standardized root mean residual), evalúa también la posibilidad de que las matrices de varianzas y covarianzas muestral y estimada, sean iguales. Este estadístico se calcula a partir de la matriz de residuos (diferencia entre matriz de varianzas y covarianzas muestral y estimada), se toma la sumatoria de los residuos elevados al cuadrado y después se calcula la raíz cuadrada, lo que da como resultado el estadístico SRMR, y cuanto más pequeño sea, mejor será el ajuste.

Para el presente estudio, el modelo que se propone es el siguiente:

Primero se tienen dos ecuaciones con los factores Corrupción e Innovación. Los cuales se estiman mediante algunas de las variables que tienen mayores cargas factoriales en el análisis de componentes principales, esto es, para corrupción se utiliza la percepción de corrupción en los gobiernos estatal, municipal y federal, además de la percepción de corrupción en los empresarios. Para el factor de innovación, se utilizan también variables con mayores cargas factoriales y que no se repitieran (por ejemplo, solicitud de patentes con otorgamiento de patentes, debido a la colinealidad que esto genera), es por ello que se tomaron miembros SNI por millón de habitantes, solicitud de patentes y modelos de utilidad por millón de habitantes, IED por millón de habitantes y el factor de corrupción. Las ecuaciones se describen a continuación.

$$vl. Corrupcion = GobEst + GobFed + GobMun + Empresarios \quad (10)$$

$$vl. Innovacion = SNI + SPatentes + SModelosUt + Corrupcion \quad (11)$$

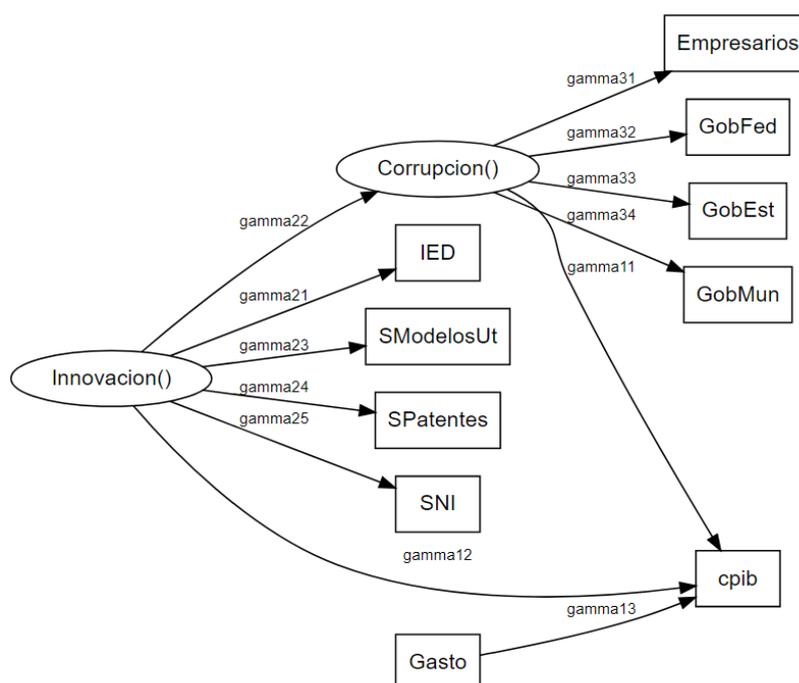
$$Gasto = Gasto total de los estados \quad (12)$$

Donde vl.Corrupción y vl.Innovación son variables latentes que determinan a las variables del lado derecho. Una vez estimados estos factores, se calculan los parámetros del modelo de regresión siguiente:

$$CPIB = Gasto + Innovacion + Corrupcion \quad (13)$$

Donde el CPIB se refiere al crecimiento del producto interno bruto. Con la ecuación 12 se prueban las hipótesis “sand the wheels” y “grease the wheels”, donde la corrupción puede tener efectos sobre la capacidad innovadora de los estados, ya sea positiva o negativa. Con la ecuación 13, se prueban también las mismas hipótesis, pero ahora sobre el desempeño económico y no solo sobre el desempeño innovador. El modelo de ecuaciones estructurales viene dado por el Grafico 1.

Grafico 1. Modelo SEM para las hipótesis “Sand the Wheels” y “Grease the Wheels”.



Fuente: Elaboración propia con Rstudio y el paquete DiagRamer. Las variables latentes están encerradas en círculos, en tanto que las variables observables están encerradas en cuadros.

En el grafico anterior, se observan las hipótesis a contrastar, las flechas indican la causalidad de una variable a otra, mientras que los coeficientes gamma indican el número de parámetros estimados. Este modelo SEM, se aplica en los años 2019, 2017 y 2015.

4- Resultados de los modelos

En el presente apartado, se presentan los resultados, se comienza el apartado mostrando la estadística descriptiva de las variables utilizadas, para después pasar al análisis de componentes principales, el escalamiento multidimensional para clasificar los estados de acuerdo con sus niveles de percepción de corrupción y de indicadores de innovación, para finalmente mostrar los resultados del modelo de ecuaciones estructurales.

4.1- Estadística descriptiva

Se comienza la descripción de las variables sobre corrupción, para luego pasar con los indicadores de innovación, en este sentido, se muestra el cuadro 1, el cual muestra una descripción de las variables señaladas. Vale la pena señalar que las estadísticas descriptivas se muestran solo para el año 2019 por cuestiones de practicidad, ya que las estadísticas para años 2017 y 2015 son parecidas (revisar anexos).

Cuadro 1. Descripción de las variables de corrupción 2019

	<i>Corrupción alta</i>	<i>Corrupción moderada</i>	<i>Policías</i>	<i>Partidos políticos</i>	<i>Escuelas públicas de nivel básico</i>	<i>Institutos electorales</i>	<i>Instituciones religiosas</i>
Media	40.20	45.09	53.57	47.54	8.76	24.37	11.99
Mediana	38.60	45.48	54.00	46.76	8.33	23.56	11.83
Desviación estándar	7.22	4.14	6.84	6.21	1.96	4.43	2.92
Rango	29.85	15.37	25.43	25.61	8.65	14.62	12.33
Mínimo	24.94	36.76	38.71	34.27	5.19	18.31	5.14
Máximo	54.78	52.13	64.13	59.87	13.84	32.93	17.47

	<i>Ministerio Público</i>	<i>Empresarios</i>	<i>Jueces y Magistrados</i>	<i>Sindicatos</i>	<i>Comisiones de Derechos Humanos</i>	<i>Universidades públicas</i>	<i>Medios de comunicación</i>
Media	38.34	26.01	28.62	23.27	15.95	13.44	24.39
Mediana	36.01	25.66	27.46	22.66	15.37	13.10	24.56
Desviación estándar	7.27	4.10	5.43	4.09	2.88	2.32	3.70
Rango	33.64	18.13	18.17	17.00	12.42	9.39	17.17
Mínimo	26.20	17.96	21.13	16.86	11.34	9.05	16.22
Máximo	59.83	36.08	39.30	33.86	23.76	18.44	33.39

	<i>Gobiernos Municipales</i>	<i>Gobiernos Estatales</i>	<i>Gobierno Federal</i>	<i>Ejército y Marina</i>	<i>Cámaras de Diputados y Senadores</i>
Media	31.31	33.50	25.85	7.78	35.01
Mediana	31.69	32.58	25.34	7.43	33.74
Desviación estándar	4.52	6.10	4.18	2.07	6.15

Rango	18.79	22.59	18.76	8.40	24.37
Mínimo	22.32	23.10	19.52	4.13	24.97
Máximo	41.11	45.69	38.28	12.53	49.34

Fuente: Elaboración propia con de datos de INEGI.

Como se puede observar en el Cuadro 1, la media de una percepción alta de corrupción es de 40.19 por ciento, mientras que las variables específicas de esta percepción con las puntuaciones medias más altas, son la policía con 53.56% y los partidos políticos con 47%, mientras que los menores niveles de corrupción se encuentran en las escuelas públicas y el ejército y la marina con 8.76% y 7.78% respectivamente. Las variables de corrupción que presentan menores niveles de variabilidad, quitando a las escuelas públicas y el ejército y la marina, son las universidades públicas y los empresarios con rangos (el valor máximo menos el valor mínimo), con 9.39 y 18.12 puntos porcentuales respectivamente. Mientras que las variables con mayor nivel de variabilidad son el ministerio público con 33.64 puntos y los partidos políticos con 25.61 puntos porcentuales.

De esta forma, se puede señalar que se tiene una percepción de corrupción con mayor variación para los ministerios públicos y los partidos políticos que para el resto de variables, mientras que las variables con una mayor percepción de corrupción, son la policía y los partidos políticos. Esto, nos puede dar algunas pistas sobre la naturaleza de la corrupción, ya que a nivel país, se puede apreciar una alta percepción de corrupción sobre organismos de seguridad como lo es la policía, pero además sobre instituciones como el ministerio público, el cual tiene altos niveles de variación por entidad federativa. En tanto que, las universidades y escuelas públicas, que generan conocimiento, gozan de una mejor percepción, lo que podría dar certeza sobre los mecanismos de innovación, estas variables se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Descripción de las variables de innovación 2019

	<i>S.N.I.</i>	<i>Solicitud de Patentes</i>	<i>Solicitud de Diseño Industrial</i>	<i>Solicitud de Modelos de Utilidad</i>	<i>Otorgamiento de Patentes</i>
Media	213.42	9.41	8.18	4.03	2.66
Mediana	172.17	7.50	4.75	2.94	1.32
Desviación estándar	178.52	8.27	9.33	4.04	3.89
Rango	959.52	32.29	32.98	15.52	19.06
Mínimo	47.78	1.37	0.00	0.00	0.00
Máximo	1007.30	33.66	32.98	15.52	19.06

	<i>Otorgamiento de Diseño Industrial</i>	<i>Otorgamiento de Modelos de Utilidad</i>	<i>SEP</i>
Media	4.25	1.35	1348.26
Mediana	1.46	0.70	1201.82
Desviación estándar	6.33	1.85	621.34
Rango	22.34	6.89	2839.91
Mínimo	0.00	0.00	107.68
Máximo	22.34	6.89	2947.59

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CONACYT, IMPI y SEP.

Como se puede observar en el Cuadro 2, es difícil señalar un solo dato promedio que sea el más alto, debido a que muestran mediciones distintas, en este caso lo que se puede observar es que, las distintas entidades tienen en promedio 213 miembros del Sistema Nacional de Investigadores por cada millón de habitantes, con un mínimo de 47.78 y un máximo de 1007.43. Existen también en promedio solicitudes de patente por millón de habitantes con un promedio de 9.4 por cada entidad federativa, con un mínimo de 1.37 y un máximo de 33.66, por lo que hay entidades con una actividad fuerte de generación de conocimiento codificado y otras con muy poca actividad. Finalmente, se tiene un gasto de la SEP por millón de habitantes de \$1,348.26 en promedio, en tanto que la entidad con menor gasto registró 107.68 y la entidad con un máximo tuvo un \$2,947.59, lo que es una diferencia muy grande en cuestión de gasto en educación por millón de habitantes.

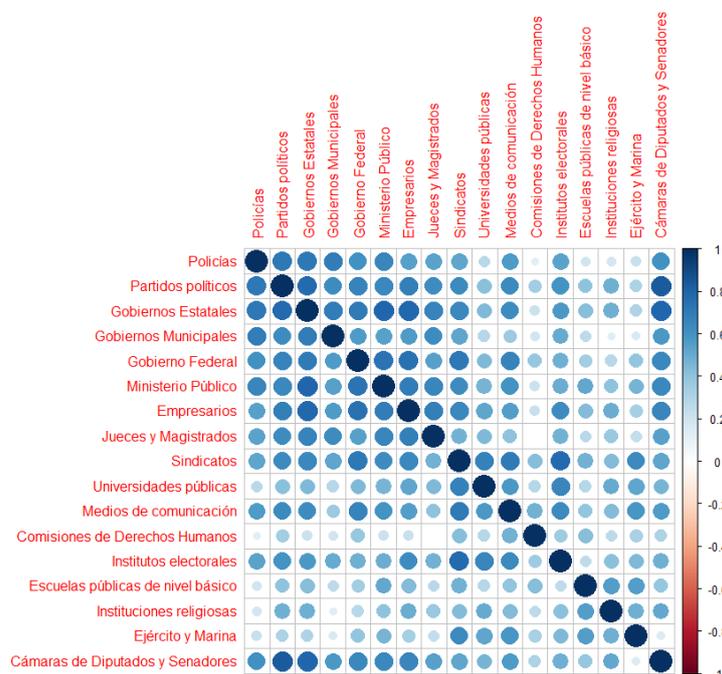
Estas estadísticas, nos muestran que la naturaleza de las inversiones en educación y la generación de investigadores y patentes, tiene una dirección distinta, ya que por un lado se tienen relativamente muchos investigadores por millón de habitantes, pero en algunos casos se tiene muy poco gasto en educación y generación de patentes en algunos estados. Estas disparidades, muestran que las estrategias que siguen las entidades federativas en cuanto a generación de innovación, puede estar afectada por distintos factores, ya sea que el gasto esté mal asignado o distribuido, o ya sea que la estrategia de las entidades sea más de innovación para asistencia social y no de innovación para el mercado, o bien, ya sea que la corrupción juegue un papel importante en la forma en cómo innovan los estados.

4.2- Análisis de los componentes principales

En este sub-apartado, se comienza por mostrar los resultados del análisis de componentes principales, tanto de los indicadores de corrupción, como de los indicadores de innovación.

En este sentido, se muestra primero un gráfico con las expresiones de los coeficientes de correlación, para que el lector pueda tener una idea de las relaciones entre las variables de corrupción, y de qué manera se podrían relacionar entre ellas. De nuevo, vale la pena señalar que los gráficos se muestran solo para el año 2019 por cuestiones de practicidad, ya que las estadísticas para años 2017 y 2015 son parecidas (revisar anexos, gráficos A1 y A2).

Gráfico 2. Coeficientes de correlación para las variables de corrupción en 2019



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. El gráfico fue construido en Rstudio.

Como se puede observar en el Gráfico 2, las variables de corrupción con menor correlación con otras variables son: Comisiones de derechos humanos, Escuelas públicas de nivel básico, Instituciones religiosas y Ejército y marina. Se le recuerda al lector que la variable CTI de gastos en ciencia y tecnología estatales, fue retirada del análisis de componentes principales debido a que presentó un coeficiente KMO menor a 0.5, motivo por el que no aparece en el Gráfico 2. Se observa también, que todas las correlaciones entre estas variables son positivas, es decir que, a mayor correlación en alguna de las dimensiones, se presenta mayor percepción de corrupción del resto de las variables, lo que es consistente con la revisión de literatura por cuestiones de endogeneidad.

De estos coeficientes de correlación, se calcularon todos los coeficientes KMO, para ver si a nivel individual y global, son correlaciones significativas, y con ello se puede realizar un análisis de componentes principales. Los resultados se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Coeficientes KMO de indicadores de corrupción para 2019.

Variable	KMO
MSA global	0.83
MSA para cada variable:	
Policías	0.86
Partidos Políticos	0.85
Gobiernos Estatales	0.89
Gobiernos municipales	0.79
Gobierno Federal	0.80
Ministerio Público	0.84
Empresarios	0.85
Jueces y Magistrados	0.82
Sindicatos	0.86
Universidades Públicas	0.82
Medios de Comunicación	0.88
Comisiones de Derechos Humanos	0.74
Institutos Electorales	0.83
Escuelas Públicas	0.73
Instituciones Religiosas	0.81
Ejército y Marina	0.74
Cámara de Diputados y Senadores	0.79

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Del Cuadro 3, se puede concluir que el conjunto de indicadores de corrupción es apto para un análisis de componentes principales, pues guardan una correlación fuerte entre ellos (ver MSA global), por otra parte, a nivel individual todos los indicadores de corrupción tienen una correlación con el grupo de variables, por lo que no se excluye ninguno de ellos, se recomienda descartar alguno cuando el coeficiente KMO es menor a 0.5.

Al realizar el análisis de componentes principales (ACP), se encuentra que tres de sus componentes tienen un valor propio mayor a uno (ver Gráfico 3), por lo que estos tres factores principales son los que se retoman para realizar posteriores análisis. Por otro lado, los primeros tres componentes acumulan un total de 71% de la varianza total de los datos (ver Cuadro 4), por lo que se confirma la utilización de tres componentes.

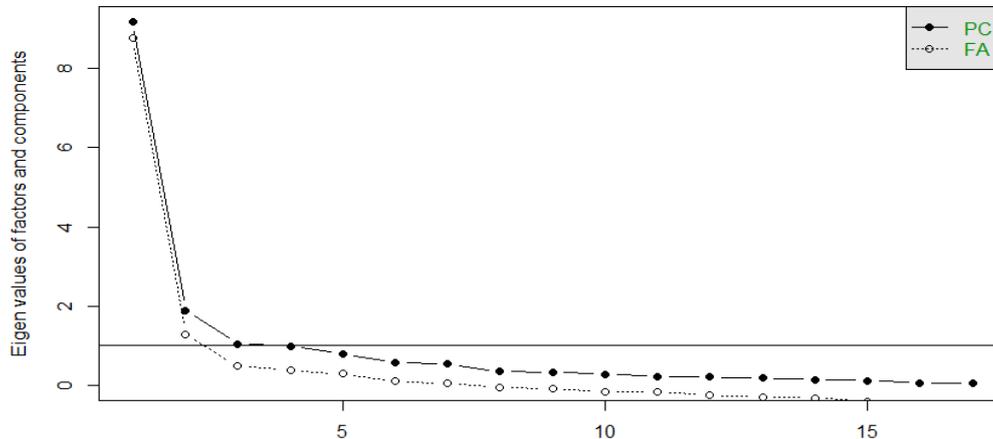
Cuadro 4. Resumen del ACP para indicadores de corrupción en 2019.

	PC1	PC2	PC3
Desviación Estándar	3.0304	1.3761	1.0207
Proporción de la Varianza	0.5402	0.1114	0.06128

Proporción Acumulada	0.5402	0.6516	0.71288
----------------------	--------	--------	---------

Fuente: *Elaboración propia.*

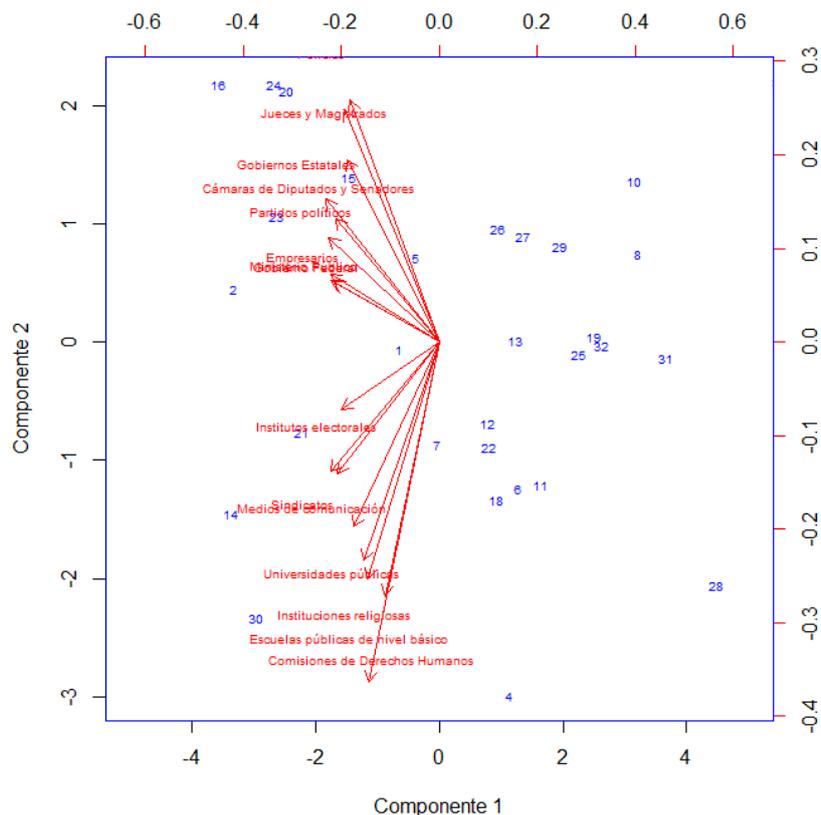
Grafico 3. Gráfico de sedimentación para indicadores de corrupción 2019.



Fuente: *Elaboración propia. Elaborado con software Rstudio.*

A partir del ACP, se puede constatar que tres indicadores de corrupción (componentes 1, 2 y 3), tienen la capacidad de reducir la información de 17 indicadores de corrupción, y aun así conservar una explicación del 71% de la variación de los datos. Estos componentes, son utilizados para describir la forma en que se relacionan entre si los indicadores de corrupción. En el Grafico 4 se muestra esta relación.

Grafico 4. Componentes 1 y 2 del ACP para indicadores de corrupción en 2019.



Fuente: Elaboración propia en Rstudio. Los números en color azul representan a las entidades federativas en orden alfabético, los nombres en rojo son las puntuaciones de cada indicador en los componentes principales.

A partir del Grafico 4, se puede concluir que existen dos estrategias en cuanto a la dirección que toman los estados de acuerdo con los indicadores de corrupción, por un lado (en la parte inferior) se tienen indicadores de corrupción, por llamarlos de alguna manera “social”, ya que se refieren a institutos electorales, escuelas públicas, CDH, instituciones religiosas y sindicatos, entre otras. Mientras que, en otra dirección, están las variables de tipo “gubernamental”, como lo son gobiernos estatal, federal y municipal, partidos políticos, cámaras de diputados y senadores, empresarios y ministerios públicos, entre otros.

Por ejemplo, el estado de Michoacán (número 16 en Grafico 4), se puede clasificar más como un estado con alta percepción de corrupción en variables de tipo gubernamental y político, mientras que Veracruz (número 30 en Grafico 4), se puede clasificar más como un estado con alta percepción de corrupción de tipo social. Lo que nos muestra que, puede existir una estructura latente de indicadores de corrupción que pudieran a otras variables, entre ellas las variables de innovación.

Adicionalmente a este análisis, en el Cuadro 5 se muestran las cargas factoriales del ACP, estas cargas se refieren a las correlaciones entre la puntuación de cada componente principal

con las variables originales. De esta manera, una correlación más fuerte, se refiere a una carga factorial más significativa, por lo que tendrá mayor importancia en la explicación de cada componente.

Cuadro 5. Cargas factoriales para indicadores de corrupción en 2019.

	CP1	CP2	CP3
Policías	-0.73	0.43	-0.19
Partidos Políticos	-0.85	0.19	0.05
Gobiernos Estatales	-0.88	0.26	0.14
Gobiernos municipales	-0.69	0.44	-0.13
Gobierno Federal	-0.82	0.11	-0.16
Ministerio Público	-0.83	0.11	0.15
Empresarios	-0.84	0.12	0.14
Jueces y Magistrados	-0.71	0.34	0.22
Sindicatos	-0.84	-0.24	-0.26
Universidades Públicas	-0.66	-0.34	-0.12
Medios de Comunicación	-0.79	-0.24	-0.25
Comisiones de Derechos Humanos	-0.42	-0.47	-0.29
Institutos Electorales	-0.76	-0.12	-0.33
Escuelas Públicas	-0.55	-0.44	0.44
Instituciones Religiosas	-0.58	-0.40	0.53
Ejército y Marina	-0.55	-0.62	-0.04
Cámara de Diputados y Senadores	-0.80	0.23	0.18

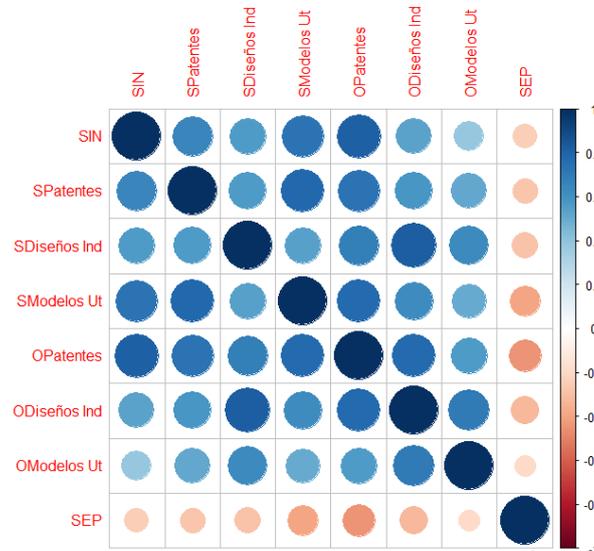
Fuente: Elaboración propia. Las celdas en amarillo muestran las cargas factoriales más significativas en cada componente.

Como se puede observar en el Cuadro 5, en el primer componente se capturan las cargas factoriales más fuertes, es por ello que este componente contribuye con un 54% de la varianza total de los datos, en el segundo componente se tienen las cargas factoriales de comisiones de derechos humanos y de ejército y marina, mientras que en el tercer componente se tienen las cargas factoriales de escuelas públicas e instituciones religiosas. Es importante señalar que, en los ACP de indicadores de corrupción para los años 2015 y 2017, solo se identifican dos componentes principales de acuerdo con sus valores propios (ver anexos cuadros A6 y A7), esto podría indicar que las relaciones de los indicadores de corrupción se han complejizado en últimos años, es por ello que técnicas de reducción de variables como el ACP pierde algo de fuerza en el año 2019.

Respecto de lo anterior, el mismo ejercicio que se realizó para los indicadores de corrupción, se realizó para los indicadores de innovación, para ello se sigue el mismo procedimiento de mostrar primero un gráfico con las expresiones de los coeficientes de correlación. De nuevo,

tener en cuenta que los gráficos para los años 2015 y 2017 no se presentan, en este subapartado, por cuestiones de practicidad (revisar anexos, gráficos A3 y A4).

Grafico 5. Coeficientes de correlación para las variables de innovación en 2019



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. El grafico fue construido en Rstudio.

En el Grafico 5, se puede apreciar que la única variable que guarda una relación negativa con el resto de indicadores de innovación, es la variable de gastos estatales de la SEP, además de que tiene las correlaciones más débiles con el resto de indicadores. Por otro lado, se destaca que las variables tienen en la mayoría de los casos una fuerte correlación con el resto de las variables, lo que podría indicar una relación endógena entre indicadores de innovación.

Al igual que en el anterior ACP, antes de aplicar la técnica, se calcularon los coeficientes KMO, para constatar si es viable el ACP en indicadores de innovación como una técnica de reducción de variables. Los resultados se muestran en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Coeficientes KMO de indicadores de innovación para 2019.

Variable	KMO
MSA global	0.81
MSA para cada variable:	
S.N.I.	0.74
Solicitud de patentes	0.86
Solicitud de diseño industrial	0.82
Solicitud de modelos de utilidad	0.85

Otorgamiento de patentes	0.79
Otorgamiento de diseño industrial	0.76
Otorgamiento de modelos de utilidad	0.93
SEP	0.67

Fuente: Elaboración propia con datos de CONACYT, SEP e IMPI.

A partir del Cuadro 6, se constata que todas las variables en conjunto tienen una estrecha relación, por lo que deben ser incluidas en conjunto (ver MSA global), además de que las variables a nivel individual tienen una relación significativa con el conjunto de variables, por lo que no se descarta ninguna de ellas.

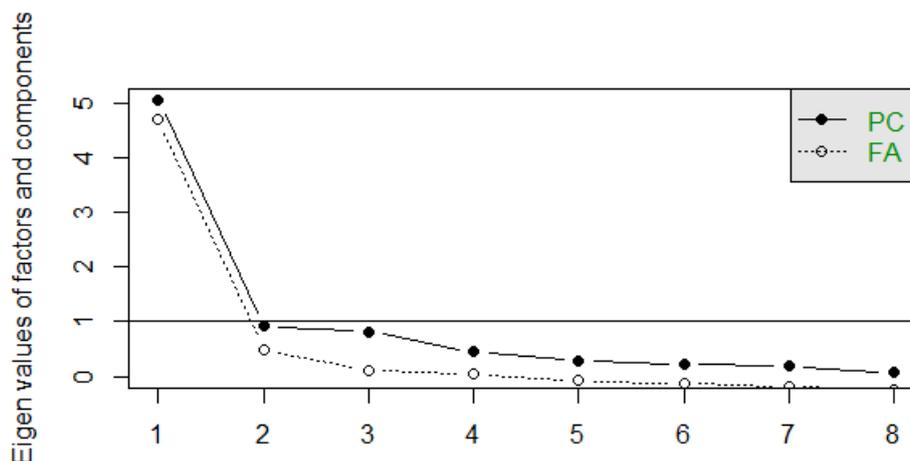
Por lo anterior se llevó a cabo un ACP con los indicadores de innovación para el año 2019, los resultados indican que dos de los componentes principales son significativos, ya que por un lado dos de sus valores propios se aproximan a 1 o son mayores a uno (ver gráfico de sedimentación), pero por otro lado, dos de estos componentes capturan el 74% de la variación total de los datos (ver cuadro de resumen del ACP), por lo que la técnica de reducción de variables por ACP logra reducir a dos componentes el total de ocho variables.

Cuadro 7. Resumen del ACP para indicadores de innovación en 2019.

	PC1	PC2
Desviación Estándar	2.247	0.9569
Proporción de la Varianza	0.631	0.1145
Proporción Acumulada	0.631	0.7455

Fuente: Elaboración propia.

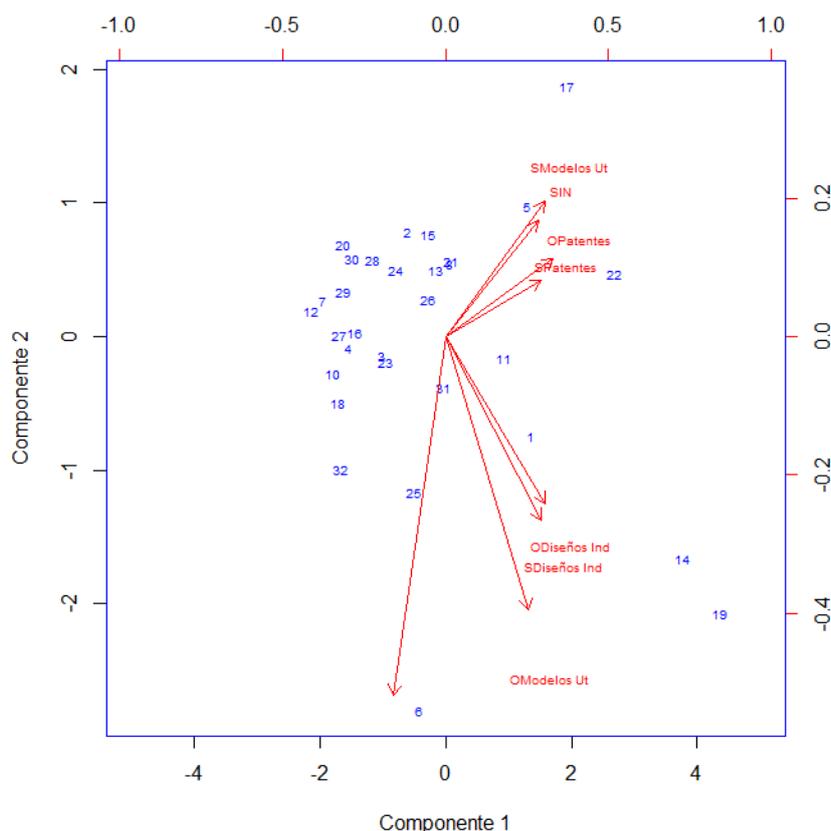
Gráfico 6. Gráfico de sedimentación para indicadores de innovación 2019.



Fuente: Elaboración propia. Elaborado con software Rstudio.

Este ACP, además de capturar el 74% de la variación total de los datos, muestra la relación que existe entre cada indicador, y la puntuación que logra cada una de las entidades federativas, donde se muestran dos direcciones que han tomado los estados en relación con sus indicadores de innovación (el resumen de los años 2017 y 2015 se encuentra en la sección de anexos en los cuadros A8 y A9). Por un lado, algunos estados optan por mayores gastos en SEP, otorgamientos de modelos de utilidad y diseños industriales y más solicitudes de diseños industriales (ver Gráfico 7, parte inferior). Por otra parte, otros estados optan por mayor intensidad en miembros S.N.I., otorgamiento y solicitud de patentes, además de solicitudes de modelos de utilidad (ver Gráfico 6, parte superior). Por último, existe un grupo de estados que no han optado por este desarrollo de indicadores de innovación, sino que van en dirección contraria, sin desarrollar estas capacidades de innovación.

Gráfico 7. Componentes 1 y 2 del ACP para indicadores de innovación en 2019.



Fuente: Elaboración propia en Rstudio. Los números en color azul representan a las entidades federativas en orden alfabético, los nombres en rojo son las puntuaciones de cada indicador en los componentes principales.

Como se puede observar en el Grafico7, Nuevo León (como ejemplo) con el número 19, opta por una estrategia de mayor gasto en educación (SEP), en tanto que Puebla con el número 22, representa a un estado con mayor número de miembros S.N.I. y con mayor otorgamiento y solicitud de patentes. Además de este análisis gráfico, se obtuvieron las cargas factoriales de los componentes de innovación, mismos que se muestran en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Cargas factoriales para indicadores de innovación en 2019.

	CP1	CP2
S.N.I.	0.80	0.20
Solicitud de patentes	0.83	0.10
Solicitud de diseño industrial	0.82	-0.32
Solicitud de modelos de utilidad	0.86	0.23
Otorgamiento de patentes	0.93	0.14
Otorgamiento de diseño industrial	0.86	-0.29
Otorgamiento de modelos de utilidad	0.72	-0.47
SEP	-0.45	-0.62

Fuente: Elaboración propia. Las celdas en amarillo muestran las cargas factoriales más significativas en cada componente.

En el Cuadro 8, se aprecia que en el primer componente se capturan la mayor parte de las cargas factoriales, motivo por el cual este componente captura el 63% del total de la varianza de los datos, en tanto que el segundo componente tiene una carga factorial fuerte en gastos de la SEP, tal como se vio en el análisis grafico anterior, estas cargas explican el movimiento de algunos de los estados en sus estrategias de desarrollo de indicadores de innovación.

A partir de estos ACP se elaboraron dos cuadros, que contienen cruces de los componentes principales, por un lado, el primer componente principal de indicadores de corrupción contra el primer componente de indicadores de innovación, lo que captura el 54% de la varianza de indicadores de corrupción y el 63% de la varianza de indicadores de innovación. Estos cuadros sirven como herramientas de clasificación de entidades a partir de su desempeño en estas variables.

Cuadro 9. Clasificación de entidades de acuerdo con el primer componente de cada ACP.

		Primer componente de corrupción			
		Primer cuartil	Segundo cuartil	Tercer cuartil	Cuarto cuartil

Primer componente de innovación	Cuarto cuartil	CDMX, JAL, MOR	AGS, COAH, QUE	GUA	NL
	Tercer cuartil		MEX, PUE	COL, HID, SON	CHIH, SIN, YUC
	Segundo cuartil	BC, MICH, QROO, SLP, VER		CAM	BCS, TAM
	Primer cuartil		CHIA, GUE, OAX	NAY, TAB, TLAX	DUR, ZAC

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de ACP.

Del Cuadro 9, se puede apreciar de mejor manera la clasificación de entidades de acuerdo con sus componentes principales, ya que existe entidades que están en el cuartil más alto de innovación, pero al mismo tiempo en los cuartiles más bajos de percepción de corrupción, tal es el caso de Ciudad de México, Jalisco y Morelos. También existen entidades en el cuartil más alto de innovación, pero con altos niveles de percepción de corrupción, tal es el caso de Nuevo León. Por lo que, este cuadro muestra que las hipótesis “*grease the wheels*” y “*sand the wheels*” podrían cumplirse para distintas entidades federativas, adicionalmente, este análisis muestra que podría darse el caso de tener que hacer análisis particulares para poder contrastar estas hipótesis a nivel de entidad federativa. El Cuadro 10 muestra otra parte significativa de estas relaciones.

Cuadro 10. Clasificación de entidades de acuerdo con el segundo componente de cada ACP.

		Segundo componente de corrupción			
		Primer cuartil	Segundo cuartil	Tercer cuartil	Cuarto cuartil
Segundo componente de innovación	Cuarto cuartil	CDMX, TAM, VER		BC, COAH, MOR	MEX, OAX
	Tercer cuartil		CHIA, PUE, QUE	CHIH, HID, TLAX	SLP, SON
	segundo cuartil	CAM, GUA	GUE	TAB	BCS, DUR, MICH, QROO
	primer cuartil	COL, JAL, NAY	AGS, SIN, YUC, ZAC	NL	

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de ACP.

A partir del Cuadro 10, el cual captura el 11% de la varianza de los indicadores de percepción de corrupción, y adicionalmente el 11% de la varianza de los indicadores de innovación, se aprecia que hay una segunda dimensión de clasificaciones. En este sentido, las entidades con mayor desempeño en innovación (mayormente por carga factorial del indicador SEP), y menor nivel de corrupción tenemos la Ciudad de México, Tamaulipas y Veracruz, en tanto

que entidades con mayor desempeño en innovación y mayor nivel de percepción de corrupción, están Estado de México y Oaxaca. Por lo que también a este nivel, es difícil contrastar las hipótesis “grease the wheels” y “sand the wheels”, es por ello que se requiere de un análisis con mayor precisión técnica.

4.3- Análisis de Ecuaciones Estructurales

En este sub-apartado se muestran los principales resultados del análisis de ecuaciones estructurales (SEM), los cuales están divididos en cuadro cuadros (11, 12, 13 y 14) y el Grafico 8, se tomó la decisión de dividir los resultados y presentarlos de esta manera, debido a que el análisis SEM genera mucha información en el proceso de estimación de parámetros, misma que debe ser analizada por separado. En este análisis, se toma como referencia el efecto de la corrupción, tanto en la generación de innovaciones, como en el crecimiento económico. Los resultados se muestran para los tres años de análisis, así como para datos combinados, iniciando con las estructuras latentes y las estadísticas de ajuste del modelo tenemos lo siguiente.

Cuadro 11. Estructuras de variables latentes o factores

	2019			2017			2015			Combinado		
	Estimador	Valor Z	P(> z)	Estimador	Valor Z	P(> z)	Estimador	Valor Z	P(> z)	Estimador	Valor Z	P(> z)
Variable Latente: Corrupción												
Gobierno Estatal	0.899			0.801			0.863			0.911		
Gobierno Municipal	0.7	4.649	0	0.877	5.837	0	0.907	7.208	0	0.92	15.143	0
Gobierno Federal	0.817	5.96	0	0.904	6.093	0	0.806	5.792	0	0.697	8.488	0
Empresarios	0.871	6.618	0	0.925	6.287	0	0.937	7.638	0	0.954	16.634	0
Variable Latente: Innovación												
Miembros S.N.I.	0.815			0.742			0.775			0.773		
Solicitud de Patentes	0.83	5.373	0	0.991	4.56	0	1.013	6.197	0	0.923	8.877	0
Solicitud de Modelos de Utilidad	0.92	5.986	0	0.618	3.597	0	0.794	5.121	0	0.791	8.065	0
IED	0.67	4.052	0	0.3	1.696	0.09	0.503	3.019	0.003	0.514	4.976	0
Corrupción	0.37	1.944	0.052	0.367	1.954	0.051	0.409	2.283	0.022	0.182	1.656	0.098

Fuente: Elaboración propia con Rstudio. Carga factorial estandarizada en 1 para miembros SIN en la variable latente de innovación, y en percepción de corrupción en gobiernos estatales para la variable latente de corrupción.

Del Cuadro 11, se observan los estimadores estandarizados de las variables, de ellas se deduce que la variable latente Corrupción determina de manera positiva a las variables de percepción de corrupción de los niveles de gobierno federal, estatal y municipal, así como también determina a la percepción de corrupción en los empresarios. Estos resultados van acordes con lo expresado en la revisión de literatura. Respecto de la variable latente de innovación, esta influye de manera positiva en la cantidad de miembros S.N.I., solicitud de patentes y modelos de utilidad, IED, así como también influye de manera positiva en la variable latente de corrupción. Este último resultado, es particularmente importante, ya que significa que existe una relación endógena de la innovación sobre la corrupción, esto es que no solo la corrupción tiene un efecto sobre la innovación, sino que la innovación tiene efectos sobre la corrupción. Este resultado fue comentado por Karaman & Sylvester (2020), quienes argumentan que, las empresas de tamaño grande (generalmente extranjeras en países en desarrollo), innovan y con ello ganan poder de mercado, y que, para competir con este poder de mercado, en ocasiones es necesario (para las empresas más pequeñas) acudir a prácticas de sobornos para acceder a recursos, o bien para acceder a algunos mercados.

Un aspecto a destacar de estos modelos de variable latente, es que todas las variables resultan significativas a nivel individual, por lo que las variables latentes dan una buena explicación de las relaciones señaladas. En este sentido, en el siguiente cuadro se muestran los estadísticos Chi-cuadrado y SRMR, con los cuales se contrasta, primero que la matriz de varianzas y covarianzas muestral es igual a la teórica, y segundo se muestra el nivel de significancia global.

Cuadro 12. Estadísticos de ajuste del modelo de ecuaciones estructurales.

	2019	2017	2015	Combinado
Observaciones	32	32	32	96
Parámetros estimados	21	21	21	21
Grados de Libertad	33	33	33	33
Estadístico de prueba	55.658	50.375	35.013	55.937
Chi-Cuadrado	0.008	0.027	0.373	0.008
SRMR	0.120	0.123	0.096	0.067

Fuente: Elaboración propia con Rstudio. los estadísticos Chi-cuadrado y SRMR, corresponden a las hipótesis de que: la matriz de varianzas y covarianzas muestral es igual a la teórica, y segundo se muestra el nivel de significancia global.

Del Cuadro 12 se puede comentar lo siguiente, primero con los estadísticos Chi-cuadrado, las matrices de varianzas y covarianzas muestrales son iguales a las teóricas solo para el caso del año 2015, puesto que en el resto de periodos y en datos combinados, se rechaza la

hipótesis de igualdad de matrices. Esto no significa que el modelo no ajuste, dado que el estadístico SRMR, muestra un buen ajuste global, sobre todo para datos combinados, ya que este estadístico está en niveles suficientemente bajos (0.120, 0.123, 0.096 y 0.067).

Cuadro 13. Estimadores para las varianzas de las variables latentes.

	2015			2017			2019			Combinado		
	Estimador	z-value	P(> z)									
.GobEst	0.255	3.266	0.001	0.359	3.530	0.000	0.191	2.260	0.024	0.169	5.176	0.000
.GobMun	0.177	2.774	0.006	0.231	3.100	0.002	0.510	3.624	0.000	0.153	4.910	0.000
.GobFed	0.350	3.545	0.000	0.183	2.770	0.006	0.333	3.188	0.001	0.514	6.621	0.000
.Empresarios	0.122	2.171	0.030	0.144	2.384	0.017	0.241	2.675	0.007	0.089	3.387	0.001
.SIN	0.399	3.667	0.000	0.449	3.215	0.001	0.336	3.160	0.002	0.402	5.538	0.000
.SPatentes	-0.026	-0.332	0.740	0.017	0.115	0.908	0.312	3.043	0.002	0.147	2.358	0.018
.SModelosUt	0.370	3.580	0.000	0.618	3.740	0.000	0.154	1.794	0.073	0.375	5.324	0.000
.IEDtotal	0.747	4.007	0.000	0.910	3.987	0.000	0.552	3.680	0.000	0.735	6.647	0.000
.cpib	0.880	3.999	0.000	0.813	3.977	0.000	0.974	3.997	0.000	0.826	6.879	0.000
.Corrupcion	0.832	3.013	0.003	0.865	2.672	0.008	0.863	3.101	0.002	0.967	5.750	0.000
Innovacion	1.000	2.575	0.010	1.000	2.313	0.021	1.000	2.716	0.007	1.000	4.297	0.000

Fuente: Elaboración propia con Rstudio.

Del Cuadro 13, se observan los determinantes de las varianzas de las variables latentes. De esta manera, por ejemplo, en 2015 la variable latente Corrupción determina en 0.832 a la variable latente de Innovación, de la misma forma, esta variable latente de Corrupción tiene coeficientes positivos para todos los años e incluso en el análisis de años combinados. Esto significa que el impacto de la corrupción sobre la varianza de la innovación es positivo, lo que demuestra los efectos “*grease the wheels*” de corrupción sobre la innovación.

Con el resultado anterior, se pone de manifiesto que la corrupción agiliza los procesos de innovación, ya sea porque brinda acceso más rápido a recursos que no se puede acceder sin estas prácticas, o ya sea que las prácticas de corrupción por parte de la empresa representen un grado de certidumbre para llevar a cabo proyectos de largo plazo, como desarrollos tecnológicos. En cuanto a la hipótesis sobre si la corrupción afecta de manera positiva o negativa al crecimiento económico, los resultados se muestran en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Análisis de regresión del modelo de ecuaciones estructurales.

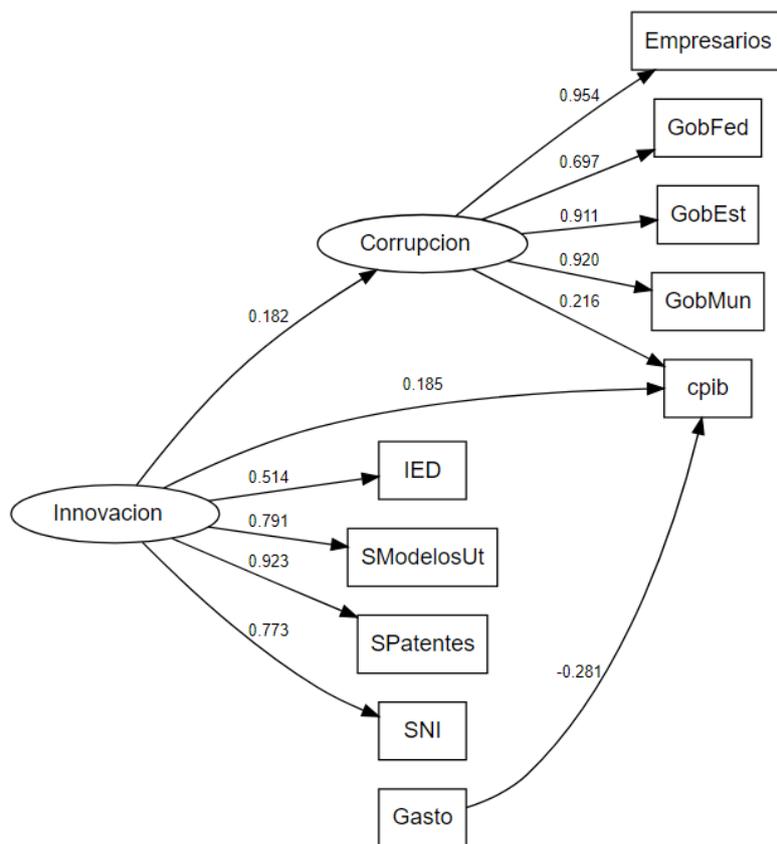
Variables	Variable dependiente: crecimiento del PIB											
	2019			2017			2015			Combinado		
	Estimador	Valor Z	P(> z)	Estimador	Valor Z	P(> z)	Estimador	Valor Z	P(> z)	Estimador	Valor Z	P(> z)

Innovación	0.043	0.215	0.830	0.314	1.73	0.084	0.306	1.65	0.099	0.185	1.835	0.066
Corrupción	0.075	0.377	0.706	0.131	0.729	0.466	-0.189	-0.998	0.318	0.216	2.211	0.027
Gasto total	-0.128	-0.736	0.462	-0.203	-1.269	0.205	-0.195	-1.179	0.238	-0.281	-3.016	0.003

Fuente: Elaboración propia con Rstudio.

Derivado del cuadro anterior, se puede observar que la variable de corrupción tiene un valor negativo para el año 2015, pero positivo para los años 2019, 2017 y años combinados. Esto, por un lado, refleja la inconsistencia del impacto de la corrupción sobre el crecimiento económico; pero, por otro lado, cuando se analizan los datos en conjunto para tres años, se refuerza la hipótesis “*grease the wheels*” ya que la percepción de corrupción muestra efectos positivos y significativos sobre el crecimiento económico. Lo que confirma el mismo comportamiento de la corrupción sobre la innovación.

Grafico 8. Causalidades y coeficientes del modelo de ecuaciones estructurales con datos combinados.



Fuente: Elaboración propia con Rstudio. Las variables latentes están encerradas en círculos mientras que las variables observadas en cuadrados. Datos combinados para 2015, 2017 y 2019.

De la información contenida en el Grafico 8, se destaca que la variable con mayor peso en la variable latente de corrupción, es la percepción de corrupción sobre los empresarios, y no

sobre las autoridades gubernamentales (como señala la mayor parte de la literatura); por otra parte, en la percepción de corrupción en los tres niveles de gobierno, se destaca el peso que tiene la corrupción a nivel municipal, pues esta es la que tiene mayores contribuciones a la variable latente de corrupción (una vez descontados los empresarios). Entre las variables que tienen mayor peso explicado por la variable latente de innovación, se encuentra el número de solicitudes de patente y modelos de utilidad, quedando en último lugar los efectos de la IED con las posibles derramas tecnológicas.

Acerca de los impactos de la innovación sobre el crecimiento del PIB, estos aparecen como positivos en los tres años analizados, por lo que refleja una consistencia en la dirección de este efecto. En cuanto a la variable de gasto, esta también muestra consistencia en signos y significancia solo para los datos combinados de los tres años. Finalmente, en lo que respecta a la variable de corrupción, aunque no es consistente con los signos que muestra en los tres años, los estimadores solo son significativos para los datos combinados, lo que lleva a la conclusión de apoyar la hipótesis “*grease the wheels*”.

5- Conclusiones

Aunque en últimos años ha cobrado fuerza la comparación de las hipótesis “*grease the wheels*” y “*sand the wheels*”, donde se comparan los efectos de la corrupción sobre la innovación y el crecimiento económico. En esta investigación se comprueba un efecto positivo de la corrupción sobre la actividad innovadora y sobre el crecimiento económico. Por otro lado, a pesar de que se reconoce que la innovación juega un papel importante en el crecimiento económico, no se tiene conocimiento de este tipo de estudios en México. Es por ello que este estudio constituye un aporte a las investigaciones sobre el desarrollo económico regional y/o nacional.

La mayor parte de los estudios que prueban estas hipótesis, lo han hecho en dos niveles, por un lado, a nivel de empresa, donde se establecen los principales mecanismos por los que la corrupción afecta de manera positiva o negativa a la innovación y el crecimiento económico, estos estudios se realizan tomando en cuenta como variable de corrupción “el pago de sobornos”. Por otro lado, los estudios a nivel macro, en donde se realizan comparaciones entre países, estados o regiones, para contrastar si existe evidencia en favor de una u otra hipótesis a nivel agregado, principalmente mediante variables de percepción de corrupción.

El presente estudio, es un esfuerzo a nivel de entidades federativas, para entender el impacto que tiene la corrupción, en primera instancia sobre la actividad innovadora, pero en segunda instancia sobre el crecimiento económico. Para ello, se hace uso de las técnicas de análisis de componentes principales y de modelos de ecuaciones estructurales. Lo que nos lleva, primero a una clasificación de estados de acuerdo a sus niveles de percepción de corrupción y actividad innovadora. En segundo lugar, mediante ecuaciones estructurales, se sigue el sendero de la corrupción para medir sus efectos, primero sobre la innovación y después sobre el crecimiento económico.

Los resultados del ACP muestran que, existen dos estrategias en cuanto a la dirección que toman los estados de acuerdo con los indicadores de corrupción, por un lado, se tienen indicadores “*sociales*”, ya que se refieren a institutos electorales, escuelas públicas, CDH, instituciones religiosas y sindicatos, entre otras. Mientras que, en otra dirección, están las variables de tipo “*gubernamental*”, como lo son gobiernos estatal, federal y municipal, partidos políticos, cámaras de diputados y senadores, empresarios y ministerios públicos, entre otros. Por el lado de la innovación, también tenemos dos estrategias, una que va enfocada al conocimiento codificado y formación de científicos, con miembros SNI, solicitudes y otorgamiento de patentes, diseños industriales y modelos de utilidad, pero por otro lado aquellos estados que se centran más en el gasto de la SEP, ya sea para formación de recurso humano o para generar nuevos conocimientos.

De este ACP, se aprecia la heterogeneidad entre regiones, pues si bien Ciudad de México, Jalisco y Morelos tienen bajos niveles de percepción de corrupción y, Nuevo León una alta percepción de corrupción, ambos grupos de estados se encuentran en el nivel más altos de innovación entre las entidades federativas. Lo que es una señal de que las hipótesis “*grease the wheels*” y “*sand the wheels*” podrían cumplirse solo para algunas entidades federativas. Adicionalmente, por lo que podría darse el caso de tener que hacer análisis particulares para poder contrastar estas hipótesis a nivel de entidad federativa.

Mediante el análisis SEM, en la estimación del factor latente de innovación, se puede corroborar que existe un efecto positivo de la corrupción sobre la variable latente de innovación y el crecimiento económico, mismo que corrobora la hipótesis “*grease the wheels*”. Esto podría deberse a distintas causas que fueron señaladas en la revisión de literatura, entre ellas, saltar trabas burocráticas para la solicitud y otorgamiento de patentes, diseños industriales y modelos de utilidad; un factor podría ser que quienes innovan en México, requieren de recursos especializados o permisos especiales, que solo se pueden obtener vía corrupción; o, podría deberse a desincentivar la innovación de otras empresas mediante la

competencia por sobornos; al corromper a autoridades locales se puede obtener cierto nivel de protección o certeza, lo que da a las empresas mayor confianza para establecer proyectos innovadores de largo plazo; entre otros.

Por otro lado, basados en esta evidencia del modelo de ecuaciones estructurales, se podría establecer que, existe evidencia en favor de que se cumpla la hipótesis “*grease the wheels*” en innovación y crecimiento económico. Esto tiene consecuencias a nivel de política pública, pues para incentivar la innovación, se deberían combatir algunos vicios que se imponen por parte de autoridades, lo que llevaría a menores costos de transacción, y posiblemente a mayores niveles de innovación, sin necesariamente incurrir en actividades de corrupción, lo que podría convertirse en una política alternativa de ciencia y tecnología.

En futuros estudios, se debería analizar cuáles son los mecanismos que hacen posible que la corrupción tenga un efecto positivo sobre la innovación, ya que la evidencia mostrada en este estudio, solo permite ver los efectos globales para las entidades federativas, pero no sus mecanismos, es decir ¿Es la corrupción en forma de sobornos un mecanismo que impulsa la innovación? ¿Es el pago de sobornos un mecanismo que da certeza sobre proyectos innovadores de largo plazo para empresas? ¿Son PYMES o empresas grandes las que aprovechan la corrupción para evitar trabas burocráticas a la innovación?

La principal limitante de este estudio, está relacionada con la escasez, tanto de encuestas que se puedan utilizar para probar estas hipótesis a nivel de empresa. Pero, por otro lado, con la falta de estudios a nivel México, lo que dificulta estructurar un estado del arte sobre las hipótesis planteadas. En este sentido, el aporte de este trabajo es sentar las bases para futuros estudios, y posicionarse como un referente en esta línea de investigación.

Bibliografía

- Aboites, Jaime; Soria, Manuel (2008). “Economía del conocimiento y la propiedad intelectual: lecciones para la economía mexicana”. Siglo XXI editores, México.
- Aghion, Philippe; Akcigit, Ufuk; Cagé, Julia; Kerr, William (2016). “Taxation, corruption, and growth”. *European Economic Review*, Vol. 86, pp. 24-51.

- Alt, J. E.; Lassen, D. (2003). "The Political Economy of Institutions and Corruption in American States". *Journal of Theoretical Politics*, Vol. 15, pp. 341-365.
- Anokhin, S.; Schulze, W.S. (2009). "Entrepreneurship, innovation, and corruption". *Journal of Business Venturing*, Vol. 24(5), pp. 465-476.
- Cárdenas, G.; García, S.; Salas, A. (2018), "A synthetic indicator of corruption for Latin America: a global vision", *Competitiveness Review: An International Business Journal*, Vol. 28 No. 2, pp. 194-212.
- Cohen, W.; Nelson, R.; Walsh, J. (2000). "Protecting Their Intellectual Assets: Appropriability Conditions and Why U.S. Manufacturing Firms Patent (or Not)". NBER Working Paper, No. 7552.
- Doan, Hung; Vu, Nam; Tran-Nam, Binh; Nguyen, Ngoc-Anh (2022). "Effects of tax administration corruption on innovation inputs and outputs: evidence from small and medium sized enterprises in Vietnam". *Empirical Economics*, Num. 62, 1773-1800.
- Donovan, C. (2007). "The qualitative future of research evaluation". *Science and Public Policy*, Vol. 34(8), pp. 585-597.
- Ellis, Jesse; Smith, Jared; White, Roger (2020). "Corruption and corporate innovation". *Journal Of Financial And Quantitative Analysis*, Vol. 55(7). pp. 2124-2149.
- Encaoua, D.; Guellec, D.; Martinez, C. (2006). "Patent systems for encouraging innovation: Lessons from economic analysis". *Research Policy*, Vol. 35 (9), pp.1423-1440.
- Floto, Edgardo (1989). "El sistema centro-periferia y el intercambio desigual", *Revista de la CEPAL*, Núm. 39, pp. 147-167.
- Foray, Dominique (2004). "Economics of Knowledge". MIT Press, United State of America.
- Glaeser, E.; Saks, R. (2006). "Corruption in America". *Journal of Public Economics*, Vol. 90 (2006), pp.1053-1072.
- Granstrand, Ove (1999). "The Economics and Management of Intellectual Propert", Edward Elgar Publishers.

- Griffiths, Mark; Kickul, Jill (2008). "The socioeconomic determinants of innovation An empirical examination". *Entrepreneurship and Innovation*, Vol. 9(2), 231-240.
- Griliches, Zvi (1990). "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey". NBER Working Paper, No. 3301.
- Gründler, Klaus; Potrafke, Niklas (2019). "Corruption and economic growth: New empirical evidence". *European Journal of Political Economy*, Vol. 60, <https://doi.org/10.1016/j.ejpoleco.2019.08.001>.
- Habiyaremye, Alexis; Raymond, Wladimir (2013). "Transnational corruption and innovation in transition economies". *United Nations University Working Paper Series*. #2013-050.
- Hage, J.; Jordan, G.; Mote, J. (2007). "A theory-based innovation systems framework for evaluating diverse portfolios of research, part two: Macro indicators and policy interventions". *Science and Public Policy*, Vol. 34(10), pp. 731-741.
- Hall, Bronwyn (2007). "Patent and patent policy". *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 23 (4), pp. 568–587.
- Heikkilä, Jussi; Lorenz, Annika (2018). "Need for speed? Exploring the relative importance of patents and utility models among German firms". *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 27 (1), pp. 80-105.
- Hodge, Andrew; Shankar, Sriram; Rao, Prasada; Duhs, Alan (2011). "Exploring the Links Between Corruption and Growth", *Review of Development Economics*, Vol. 15(3), 474-490.
- Huang, Qianqian; Yuan, Tao (2020). "Does Political Corruption Impede Firm Innovation? Evidence from the United States". *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 56(1), pp. 213-248.
- Huntington, S. P. (1968). "Political Order in Changing Societies". New Haven, Connecticut: Yale University Press.
- Iorio, Roberto; Segnana, Maria (2022). "Is paying bribes worthwhile? Corruption and innovation in middle-income countries". *Eurasian Business Review*, <https://doi.org/10.1007/s40821-022-00205-4>

- Karaman, Fatma (2017). "Corruption and Innovation: The Case of EECA Countries". *Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, Vol. 6(2), pp. 51-71.
- Karaman, Fatma; Sylwester, Kevin (2020). "Corruption and innovation: the importance of competition". *International Journal of Emerging Markets*, Vol. 17(3), pp. 766-788.
- Lederman, Daniel; Loayza, Norman; Soares, Rodrigo (2005). "Accountability and Corruption: Political Institutions Matter". *Economics and Politics*, Vol. 17, pp.1-35.
- Leff, N.H. (1964). "Economic development through bureaucratic corruption". *American Behavioral Scientist*, Vol. 8 (3), pp. 8-14.
- Lovera, Maria; Castro, Elizabeth; Smith, Helida; Mujica, Mercedes; Marin, Freddy (2008). "Evolucionismo económico desde la perspectiva de Nelson y Winter", *Multiciencias*, vol. 8 diciembre, pp. 48-54.
- Mahagaonkar, Prashanth (2010). "Chapter 5 Corruption and Innovation" en "Money and Ideas: Four Studies on Finance, Innovation and the Business Life Cycle", DOI 10.1007/978-1-4419-1228-2.
- Mankiw, Gregory; Romer, David; Weil, David (1992). "A Contribution to the Empirics of Economic Growth". *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 107(2), pp. 407-437.
- Mauro, P. (1995). "Corruption and growth". *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 110(3), pp. 681-712.
- Merino, Mauricio (2022). "Sobre El Combate A La Corrupción En México Informe País, 2020", Universidad de Guadalajara.
- Molas-Gallart, J.; Davies, A. (2006). "Toward theory-led evaluation the experience of European science, technology, and Innovation policies". *American Journal of Evaluation*, Vol. 27(1), pp. 64-82.
- Mote, J.; Jordan, G.; Hage, J. (2007). "Measuring radical innovation in real time". *International Journal of Technology, Policy and Management*, Vol. 7(4), pp. 355-377.
- Murphy, K. M.; Shleifer, A.; Vishny, R. W. (1993). "Why is rent-seeking so costly to growth?". *American Economic Review*, Vol. 83, pp. 409-414.

- Nguyen, N.A.; Doan, Q.H.; Nguyen, N.M.; Tran-Nam, B. (2016), "The impact of petty corruption on firm innovation in Vietnam". *Crime, Law and Social Change*, Vol. 65 (4-5), pp. 377-394.
- North, Douglas (1990). "Institutions, Institutional Change and Economic Performance", Cambridge University Press.
- Odman, N. (2010). "Exploring the Utility of Utility Models for Fostering Innovation". *Journal of Intellectual Property Rights*, Vol.15, pp. 429-439.
- Rose-Ackerman, Susan (1975). "The economics of corruption". *Journal of public policy*, Vol. 4(2), pp. 187-203.
- Ross, Stephen; Westerfield, Randolph; Jaffe, Jeffrey (2012). "Finanzas Corporativas". McGrawHill.
- Riaz, Muhammad; Cantner, Uwe (2020). "Revisiting the relationship between corruption and innovation in developing and emerging economies". *Crime, Law and Social Change*, Num. 73, 395-416.
- Riaz, Muhammad; Cherkas, Nataliia I.; Leitão, João (2018). "Corruption and Innovation: Mixed Evidences on bidirectional Causality". *Journal of Applied Economic Sciences*, Vol. XIII 2(56), pp. 1-6.
- Ruiz, Antonio; García, Nancy (2020). "Gobernanza y desarrollo económico: ¿importan las instituciones en América Latina?" en Ruiz, Antonio y Salas, Iván (Coord.) "Temas Contemporáneos De Investigación En Economía Y Políticas Públicas", Universidad de Guadalajara.
- Schumpeter, Joseph (1939). "A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalism Process", primera edición.
- Schumpeter, Joseph (1942). "Capitalismo, Socialismo y Democracia", primera edición.
- Sena, Vania; Duygun, Meryem; Lubrano, Giuseppe; Marra, Marianna; Shaban, Mohamed (2018). "Board independence, corruption and innovation. Some evidence on UK subsidiaries". *Journal of Corporate Finance*, Vol. 50, pp. 22-43.
- Shleifer, A.; Vishny, R.W. (1993), "Corruption". *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 108(3), pp. 599-617.
- Solow, Robert (1957). "Technical Change and the Aggregate Production Function". *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 39(3). pp. 312-320.

- Sosa, Luis A. (2004). "Wages and Other Determinants of Corruption". *Review of Development Economics*, Vol. 8, pp. 597-605.
- Tanzi, Vito (1998). "Corruption around the World: Causes, Consequences, Scope, and Cures". *International Monetary Fund Staff Papers*, Vol. 45, pp. 559-594.
- Tomaszewski, Marek (2018). "Corruption – A Dark Side Of Entrepreneurship. Corruption And Innovations". *Prague Economic Papers*, Vol. 27(3), pp. 251-269.
- Torres, M.; Mendez, R.; Hernandez, F. (2016). "Technological impact of R&D grants on utility models". *R&D Management*, Vol. 46, pp. 537-551.
- Wellalage, Nirosha; Fernandez, Viviana; Thrikawala, Sujani (2020). "Corruption and innovation in private firms: Does gender matter?". *International review of financial analysis*, <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2020.101500> .
- Wen, Jun; Wang, Quan; Feng, Gen-Fu; Chen, Sunwu; Chang, Chun-Ping (2018). "Corruption and Innovation: Linear and Non-linear investigations of OCDE Countries". *The Singapore Economic Review*, <https://doi.org/10.1142/S0217590818500273> .

Anexos

Cuadro A1. Variables y fuentes de información.

Variable	Descripción	Fuente	Medida
Entidad	Entidad Federativa		
Policías	Percepción de la corrupción "Muy frecuente" en Policías	ENCIG-INEGI	Porcentaje
Partidos políticos	Percepción de la corrupción "Muy frecuente" en Partidos políticos	ENCIG-INEGI	Porcentaje
Gobiernos Estatales	Percepción de la corrupción "Muy frecuente" en Gobiernos Estatales	ENCIG-INEGI	Porcentaje
Gobierno Federal	Percepción de la corrupción "Muy frecuente" en Gobierno Federal	ENCIG-INEGI	Porcentaje
Diputados y Senadores	Percepción de la corrupción "Muy frecuente" en Diputados y Senadores	ENCIG-INEGI	Porcentaje
Ministerio Público	Percepción de la corrupción "Muy frecuente" en Ministerio Público	ENCIG-INEGI	Porcentaje
Gobiernos Municipales	Percepción de la corrupción "Muy frecuente" en Gobiernos Municipales	ENCIG-INEGI	Porcentaje
Empresarios	Percepción de la corrupción "Muy frecuente" en Empresarios	ENCIG-INEGI	Porcentaje
Medios de comunicación	Percepción de la corrupción "Muy frecuente" en Medios de comunicación	ENCIG-INEGI	Porcentaje
Institutos electorales	Percepción de la corrupción "Muy frecuente" en Institutos electorales	ENCIG-INEGI	Porcentaje
Jueces y magistrados	Percepción de la corrupción "Muy frecuente" en Jueces y magistrados	ENCIG-INEGI	Porcentaje

Sindicatos	Percepción de la corrupción "Muy frecuente" en Sindicatos	ENCIG-INEGI	Porcentaje
Hospitales públicos	Percepción de la corrupción "Muy frecuente" en Hospitales públicos	ENCIG-INEGI	Porcentaje
Universidades públicas	Percepción de la corrupción "Muy frecuente" en Universidades públicas	ENCIG-INEGI	Porcentaje
Escuelas públicas	Percepción de la corrupción "Muy frecuente" en Escuelas públicas	ENCIG-INEGI	Porcentaje
Instituciones religiosas	Percepción de la corrupción "Muy frecuente" en Instituciones religiosas	ENCIG-INEGI	Porcentaje
CDH	Percepción de la corrupción "Muy frecuente" en Comisiones de derechos humanos	ENCIG-INEGI	Porcentaje
Ejército y Marina	Percepción de la corrupción "Muy frecuente" en Ejército y Marina	ENCIG-INEGI	Porcentaje
Compañeros del trabajo	Percepción de la corrupción "Muy frecuente" en Compañeros del trabajo	ENCIG-INEGI	Porcentaje
Vecinos	Percepción de la corrupción "Muy frecuente" en Vecinos	ENCIG-INEGI	Porcentaje
Familiares	Percepción de la corrupción "Muy frecuente" en Familiares	ENCIG-INEGI	Porcentaje
Gasto total	Gasto total de los estados	Cuenta pública y diarios oficiales estatales	Gasto por cada 100 mil habitantes
CTI	Gastos en ciencia y tecnología de los estados	Cuenta pública y diarios oficiales estatales	Gasto por cada 100 mil habitantes
IED	Inversión Extranjera Directa	Secretaría de Economía	IED por cada 100 mil habitantes
PIB	Crecimiento del Producto Interno Bruto anual	INEGI	Porcentaje
Población	Población total a mitad del año	CONAPO	Nivel
Spatentes	Solicitudes de patentes	IMPI	Registro por millón de habitantes
Opatentes	Patentes otorgadas	IMPI	Registro por millón de habitantes
Sdiseños	Solicitudes de diseños industriales	IMPI	Registro por millón de habitantes
Odiseños	Diseños industriales otorgados	IMPI	Registro por millón de habitantes
Smodelout	Solicitud de modelos de utilidad	IMPI	Registro por millón de habitantes
Omodelout	Modelos de utilidad otorgados	IMPI	Registro por millón de habitantes
SEP	Gasto de la SEP por entidad federativa	Cuenta pública federal	Gasto por cada 100 mil habitantes

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A2. Descripción de las variables de corrupción 2017

	<i>Policías</i>	<i>Partidos políticos</i>	<i>Gobiernos Estatales</i>	<i>Gobiernos Municipales</i>	<i>Gobierno Federal</i>	<i>Ministerio Público</i>	<i>Empresarios</i>
Media	57.61	61.31	47.13	39.42	52.38	42.76	31.25
Mediana	57.58	61.18	47.37	38.77	51.39	41.12	29.42
Desviación estándar	6.83	6.68	9.28	8.69	7.70	8.79	6.53
Rango	34.00	27.00	35.60	31.91	35.74	34.58	27.52
Mínimo	40.12	46.88	30.63	26.29	39.66	29.87	21.73
Máximo	74.12	73.88	66.23	58.20	75.39	64.45	49.26
	<i>Jueces y magistrados</i>	<i>Sindicatos</i>	<i>Universidades públicas</i>	<i>Medios de comunicación</i>	<i>Comisiones de derechos humanos</i>	<i>Institutos electorales</i>	<i>Escuelas públicas</i>
Media	28.51	27.65	13.14	32.97	16.58	36.80	15.45

Mediana	26.84	26.68	12.90	31.46	16.40	35.93	15.50
Desviación estándar	5.41	5.07	3.02	6.53	3.70	8.02	3.52
Rango	20.57	21.01	13.70	29.16	18.99	31.63	13.53
Mínimo	20.34	20.42	7.08	23.12	11.80	24.86	8.73
Máximo	40.91	41.42	20.79	52.27	30.79	56.49	22.26

	<i>Instituciones religiosas</i>	<i>Ejército y Marina</i>	<i>Diputados y Senadores</i>
Media	12.18	11.16	54.70
Mediana	11.84	11.13	53.80
Desviación estándar	2.71	3.50	7.00
Rango	12.20	17.96	30.90
Mínimo	7.71	5.88	38.37
Máximo	19.90	23.85	69.27

Fuente: Elaboración propia con de datos de INEGI.

Cuadro A3. Descripción de las variables de corrupción 2015

	<i>Policías</i>	<i>Partidos políticos</i>	<i>Gobiernos Estatales</i>	<i>Gobiernos Municipales</i>	<i>Gobierno Federal</i>	<i>Ministerio Público</i>	<i>Empresarios</i>
Media	59.7238648	53.7197528	47.5279837	38.9820674	47.3042185	41.3603544	32.9940614
Mediana	60.6215209	51.8915171	47.4994963	37.0100569	46.2842906	38.2461487	30.2225283
Desviación estándar	6.10792026	6.12869077	6.63574621	8.74238539	7.50313677	8.6418763	7.71798638
Rango	26.6659252	32.3303987	32.8898202	35.3526794	35.8080628	36.0020733	31.3141496
Mínimo	46.2610922	38.651604	32.8284701	24.3833077	37.0975882	30.0564866	22.9977581
Máximo	72.9270174	70.9820027	65.7182903	59.7359871	72.905651	66.0585599	54.3119078

	<i>Jueces y magistrados</i>	<i>Sindicatos</i>	<i>Universidades públicas</i>	<i>Medios de comunicación</i>	<i>Comisiones de derechos humanos</i>	<i>Institutos electorales</i>	<i>Escuelas públicas</i>
Media	27.911344	26.0954357	16.3443829	31.2619661	12.4840901	29.8908737	14.3243358
Mediana	27.5101667	24.8209551	15.7104654	31.4045433	11.2664267	29.6814325	13.2863585
Desviación estándar	6.35909161	5.25696206	5.00219643	5.85982757	3.89435128	6.0025638	4.4553757
Rango	31.2262344	24.0030131	23.4112419	30.8638113	15.4477724	29.771629	19.4164435
Mínimo	19.1950432	20.1378515	9.79084192	22.3317047	6.80241575	21.4297812	8.24153734
Máximo	50.4212775	44.1408646	33.2020838	53.195516	22.2501881	51.2014103	27.6579808

	<i>Instituciones religiosas</i>	<i>Ejército y Marina</i>	<i>Diputados y Senadores</i>
Media	12.6046652	10.1258458	44.0961252
Mediana	11.7097252	9.31094646	42.4992676
Desviación estándar	3.40468935	3.24834579	7.72556021
Rango	13.7868084	15.1571901	27.7916643
Mínimo	7.51629144	5.5853685	31.9932182
Máximo	21.3030999	20.7425586	59.7848825

Fuente: Elaboración propia con de datos de INEGI.

Cuadro A4. Descripción de las variables de innovación 2017.

	S.N.I.	SPatentes	SDiseños Ind	SModelos Ut	OPatentes
Media	195.65	9.31	9.58	4.03	2.30
Mediana	147.70	6.83	4.24	3.26	0.95
Rango	918.59	37.52	51.62	12.83	19.07
Mínimo	38.26	0.28	0.00	0.00	0.00
Máximo	956.84	37.79	51.62	12.83	19.07

	ODiseños Ind	OModelos Ut	SEP	CTI
Media	5.22	0.76	1250.55	24179493.31
Mediana	2.17	0.39	1138.64	16326796.69
Rango	30.19	4.31	2623.81	82406363.53
Mínimo	0.00	0.00	21.68	0.00
Máximo	30.19	4.31	2645.49	82406363.53

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CONACYT, IMPI y SEP.

Cuadro A5. Descripción de las variables de innovación 2015.

	S.N.I.	SPatentes	SDiseños Ind	SModelos Ut	OPatentes
Media	174.61	9.84	10.88	4.02	2.53
Mediana	129.14	7.63	4.90	3.09	0.73
Desviación estándar	163.77	8.85	14.13	3.98	3.98
Rango	862.98	40.61	57.82	14.57	16.49
Mínimo	27.75	0.84	0.38	0.00	0.00
Máximo	890.72	41.45	58.20	14.57	16.49

	ODiseños Ind	OModelos Ut	SEP	CTI
Media	5.79	1.19	1331.28	22465747.34
Mediana	1.68	0.68	1242.59	13703890.18
Desviación estándar	8.59	1.44	542.94	19836486.37
Rango	34.02	5.65	2291.12	58936099.45
Mínimo	0.00	0.00	41.72	0.00
Máximo	34.02	5.65	2332.83	58936099.45

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CONACYT, IMPI y SEP.

Cuadro A6. Resumen del ACP para indicadores de corrupción en 2017.

	PC1	PC2
Desv. Estándar	3.3883	1.2861
Proporción de la Varianza	0.6753	0.0973

Proporción Acumulada	0.6753	0.7726
----------------------	--------	--------

Fuente: *Elaboración propia.*

Cuadro A7. Resumen del ACP para indicadores de corrupción en 2015.

	PC1	PC2
Desv. Estándar	3.3714	1.20861
Proporción de la Varianza	0.6686	0.08593
Proporción Acumulada	0.6686	0.75455

Fuente: *Elaboración propia.*

Cuadro A8. Resumen del ACP para indicadores de innovación en 2017.

	PC1	PC2
Desv. Estándar	2.299	0.9478
Proporción de la Varianza	0.6607	0.1123
Proporción Acumulada	0.6607	0.773

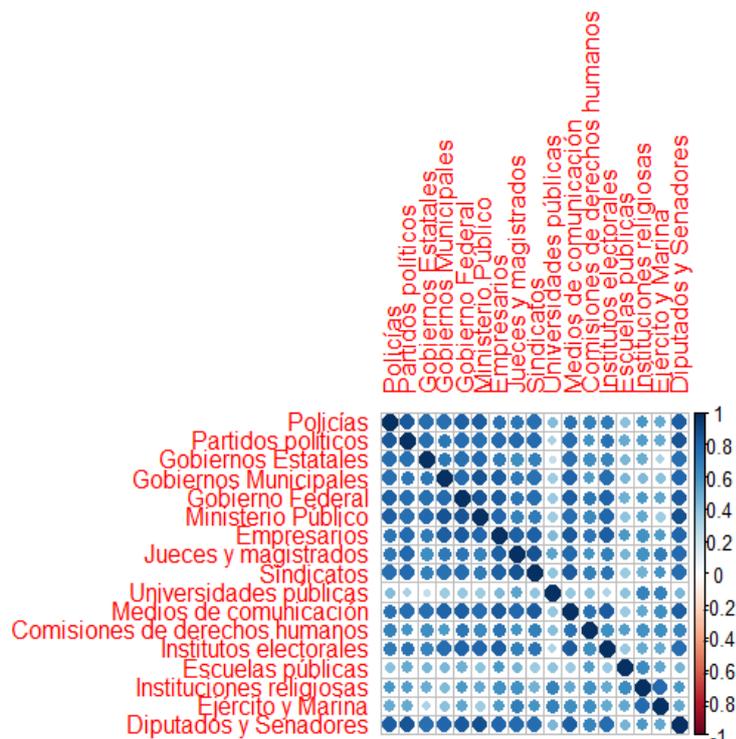
Fuente: *Elaboración propia.*

Cuadro A8. Resumen del ACP para indicadores de innovación en 2015.

	PC1	PC2
Desv. Estándar	2.247	0.9569
Proporción de la Varianza	0.631	0.1145
Proporción Acumulada	0.631	0.7455

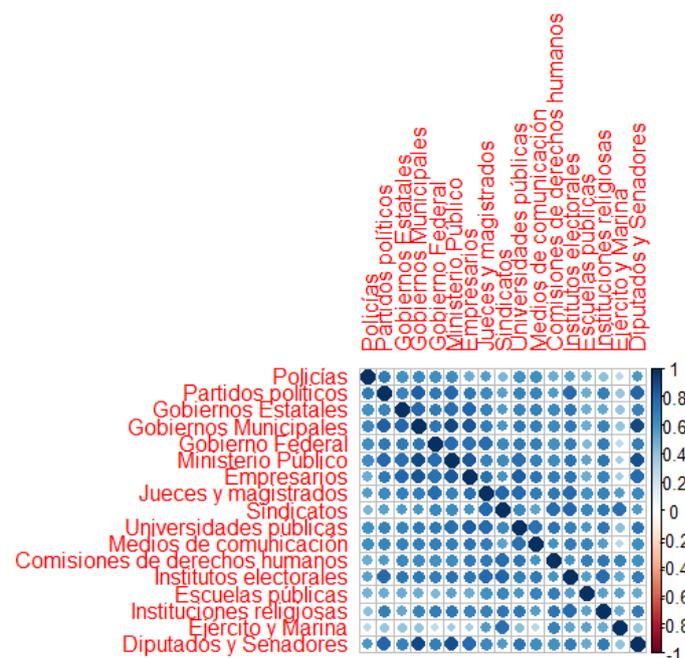
Fuente: *Elaboración propia.*

Grafico A1. Coeficientes de correlación para las variables de corrupción en 2017



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. El grafico fue construido en Rstudio.

Grafico A2. Coeficientes de correlación para las variables de corrupción en 2015



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. El grafico fue construido en Rstudio.

Grafico A3. Coeficientes de correlación para las variables de innovación en 2017

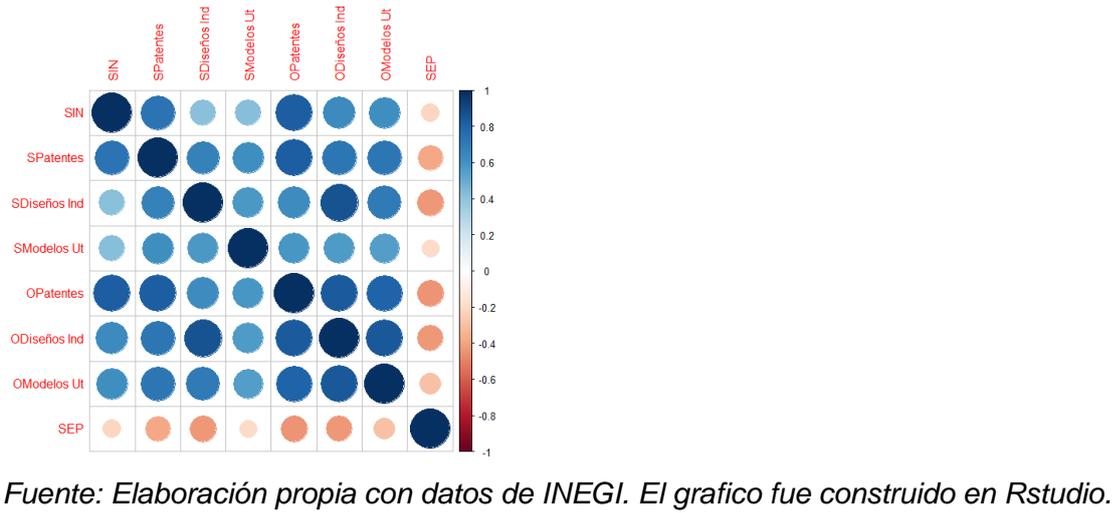


Grafico A4. Coeficientes de correlación para las variables de innovación en 2015

