

VIGILADA MINEDUCACIÓN



Universidad de  
**La Sabana**

ESCUELA INTERNACIONAL DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
ECONOMISTA CON ÉNFASIS EN FINANZAS INTERNACIONALES

## **Informe Auxiliar de Investigación**

# **Obstacles to Innovation in the Colombian Manufacturing and Services Sectors**

Director: Alvaro Turriago Hoyos Ph. D.

Presentado por: Jadith Adrián Leonardo Rodríguez Rodríguez

Chía, Mayo de 2019

## Contenido

Introducción .....	2
Objetivos .....	2
Marco teórico .....	3
Metodología .....	7
Resultados .....	9
Conclusiones .....	11
Bibliografía .....	12

## Introducción

El desarrollo de la teoría económica con respecto a la innovación en los últimos años ha tenido grandes avances a través de los modelos planteados con funciones del conocimiento, y ha llevado a las empresas a un desarrollo en el marco de la tecnología, por medio de patentes de productos o servicios, y del papel fundamental de la investigación, logrando un desarrollo económico en los países y siendo un motor fundamental para el bienestar social. Es por esto necesario estudiar cuáles son las principales fallas y características estructurales que llevan a la percepción de obstáculos de la innovación en las diferentes empresas industriales y de servicios en Colombia.

Existen diferentes estudios en varios países, donde se caracteriza la limitación del mercado, y el marco institucional débil, como causas de los obstáculos para la innovación de las empresas. Teniendo en cuenta esto, es importante estudiar y focalizar los aspectos que afectan el desarrollo de estas actividades en las empresas de Colombia tomando las Encuestas de Desarrollo e Innovación Tecnológica realizadas durante el periodo de 2013-2017.

En el presente informe se compone de la introducción ya planteada, luego se realiza un marco teórico con una clara revisión de literatura, y explicando la función de producción del conocimiento como proceso para la innovación. Después, se explica la metodología utilizada en la fase intermedia de esta investigación y finalmente, se mostrará las conclusiones del proyecto.

## Objetivos

### **DEL PROYECTO**

- Identificar las fallas del mercado que dificultan la innovación y los obstáculos subyacentes a la innovación en las industrias manufactureras y de servicios de Colombia.

### **DEL AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN**

- El principal aporte como auxiliar de investigación es la estructuración y depuración de las bases de datos de las encuestas de innovación realizadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas de Colombia (DANE), con el desarrollo y realización de árboles de decisión y algoritmos donde se identifique los obstáculos de la innovación con la metodología *Machine Learning* utilizando el Programa R.

Durante este proceso, se realizó un apoyo en el semillero “*Evolutionary Economics*”, enseñando los principios del programa R y la estructuración de árboles de decisión.

## Marco teórico

### **La innovación y su importancia en el desarrollo económico**

La innovación es todo cambio basado en el conocimiento que genera valor para la empresa, llevando nuevas ideas al mercado en forma de productos o servicios y de sus procesos de producción o provisión, que son nuevos o significativamente mejorados. (Meliá, 2014)

Joseph Schumpeter, introdujo el término de innovación en el crecimiento económico como uno de los factores más importantes en el proceso de producción. Él afirmaba que las fuerzas inmateriales de producción (tecnología, innovación y ambiente socio-cultural), también denominadas: “hechos técnicos” o “hechos de organización social” (Schumpeter, Teoría del desenvolvimiento económico, 1978), ejercían un impacto decisivo y dinámico en el proceso de producción de la empresa, y por lo tanto, un motor de bienestar social que llevarían a un alto impacto, en el aumento de la tasa de crecimiento de la producción. Las fuerzas o factores inmateriales siendo los causantes de la actividad económica, juegan un papel importante en lo que el llamaría *desenvolvimiento* económico o la *evolución económica*.

Según Schumpeter, la *evolución económica* está asociada al desarrollo económico y no al crecimiento económico, pues este es solamente un aumento en los medios de producción y la fuerza de trabajo necesaria, en cambio, el desenvolvimiento económico: “es un fenómeno característico, totalmente extraño a lo que puede ser observado en la corriente circular, o en la tendencia al equilibrio. Es un cambio espontáneo y discontinuo en los cauces de la corriente, alteraciones del equilibrio, que desplazan siempre el estado de equilibrio existente con anterioridad” (Schumpeter, Teoría del desenvolvimiento económico, 1978).

Es necesario tener en cuenta que la innovación es un proceso endógeno del desarrollo de la empresa donde se caracteriza por acumulación tecnológica o nuevas competencias en funcionalidad de los productos y servicios, y que Schumpeter explica así: “El impulso fundamental que pone y mantiene en movimiento a la máquina capitalista procede de los nuevos bienes de consumo, de los nuevos métodos de producción y transporte, de los nuevos mercados, de las nuevas formas de organización industrial que crea la empresa capitalista” (Schumpeter, 1996). Pero también, es importante resaltar que la innovación tiene en cuenta los determinantes endógenos (p. e. avances en las investigaciones de una universidad con nuevos modelos matemáticos) para un mejor desarrollo de procesos y servicios.

Durante los años sesenta, se habló más detalladamente de la importancia y centralidad de la innovación como base tecnológica del crecimiento económico, y entre ellos se destaca a Abramovitz (1956) y a Solow (1956) con su modelo de crecimiento, destacándose que la revolución tecnológica y científica que el mundo atravesaba, llevaba a un alto grado de modificación en la organización de estructuras productivas. Pero fue hasta los años ochenta donde se habló del cambio tecnológico en los modelos como variable endógena, y Romer (1990) lo fortaleció con su modelo de crecimiento.

## **Tipos de innovación**

Schumpeter (1996) plantea que la innovación tiene diferentes fenómenos y realiza la siguiente clasificación la cual posee cinco categorías para realizar su enfoque: la *innovación de producto*, la *innovación de proceso*; la *apertura de un nuevo mercado*; la aparición de *nuevas fuentes de materiales para la producción*; la *emergencia de nuevas formas organizativas* en la industria, enfocándose en las estructuras de mercado. Pero con el desarrollo en la teoría de innovación, la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) junto con las Oficina de Estadísticas de las Comunidades Europeas (Eurostat), publicaron el Manual de Oslo (OCDE, Eurostat, 2005) donde proponen los cuatro principales tipos de innovación: la innovación de producto, la innovación de procesos, la innovación de mercadotecnia, y la innovación de organización.

Las innovaciones de producto “corresponden a la introducción de un bien o servicio nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o en cuanto al uso que se destina”. Las innovaciones de procesos son “la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, proceso de producción o de distribución” (OCDE, Eurostat, 2005), las innovaciones de mercadotecnia están asociadas a cambios significativos en los métodos de comercialización y las innovación de organización es la introducción de un nuevo método organizativo en las practicas, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores de la empresa” (OCDE, Eurostat, 2005)

Además, también se habla de innovaciones radicales y las innovaciones incrementales. Las innovaciones radicales se conciben como productos completamente nuevos y que no los preceden con anterioridad algún producto con la misma función, es necesario tener en cuenta que no se pueden prever, como son radicales, estas hacen que sean un factor decisivo que impulsen el crecimiento y puedan generar un cambio estructural en la economía. En cambio, las innovaciones incrementales son mejoras que se le realizan a los diferentes productos existentes, entre las cuales se destaca la eficiencia técnica, precisión en su funcionalidad y mejora en la calidad, llevando al concepto de “paradigma tecnológico” propuesto por Dosi (1988).

## **Función de Producción del Conocimiento (FPC)<sup>1</sup>**

En el desarrollo de la teoría de la innovación, el economista Griliches (1979) fue el primero en desarrollar una función básica de la forma Cobb-Douglas sobre la generación de ideas, afirmando que esta depende del esfuerzo del innovador, representado en los recursos destinados a la investigación y el desarrollo. Representada de la siguiente manera:

$$Q = AX^{\beta}K^{\gamma}$$

Donde  $Q$  es la producción o generación de ideas,  $X$  es un índice de insumos convencionales incluyendo el capital físico,  $K$  es el “*stock* de conocimiento” representado en Investigación

---

<sup>1</sup> En inglés: *Knowledge Production Function* (KPF)

y Desarrollo (I+D),  $\beta$  y  $\gamma$  son los parámetros de interés, y A es el nivel de tecnología inmaterial.

Después, Conte y Vivarelli (2005) tomaría la función de Griliches y realizarían un modelo de regresiones, donde no solo tuviera en cuenta el conocimiento, sino que agregarían variables control que fueran positivas para la innovación. Dentro de estas variables, resaltaron la importancia de la cooperación con clientes, proveedores, técnicos industriales, especialistas en mercadeo que tuvieran acceso a la tecnología, a la comunicación o a la investigación y desarrollo y que acelerarían los procesos para la generación de nuevos productos e innovaciones en el mercado favoreciendo el desarrollo económico.

### **Los obstáculos de la innovación**

Según el Manual de Oslo (OCDE, Eurostat, 2005) los obstáculos de la innovación se tienden a clasificar y organizar según los tipos de encuestas de cada país, aunque se hace una referencia de tres clases de obstáculos por el que se deben guiar, esta clasificación es la siguiente: primero, obstáculos asociados a información y capacidades internas, donde la encuesta en Colombia hace énfasis en escasez de recursos propios, falta de personal calificado, dificultad para el cumplimiento de regulaciones y reglamentos técnicos, escasa información sobre mercados, escasa información sobre tecnología disponible y sobre instrumento públicos de apoyo. En segundo lugar, se habla de obstáculos asociados a riesgos, entre ellos está la incertidumbre frente a la demanda de bienes o servicios innovadores, incertidumbre frente al éxito en la ejecución técnica del proyecto y baja rentabilidad de la innovación.

Finalmente, los obstáculos asociados al entorno, donde se encuentra las dificultades para acceder al financiamiento externo de la empresa, las escasas posibilidades de cooperación con otras empresas o instituciones, la facilidad de imitación a terceros, la insuficiente capacidad del sistema de propiedad intelectual para proteger la innovación y la baja oferta de servicios de inspección, pruebas, calibración, certificación y verificación.

De estos tipos de obstáculos, el más frecuente es el asociado a información y capacidad internas, puestos que según Stern, Porter y Furman (2000), la innovación con impactos económicos y productivos relevantes suele estar focalizada en pocos países y la investigación y desarrollo (I+D) está dispersa por todos los países.

### **La innovación en Colombia**

A nivel internacional existen diferentes índices y estudios acerca de la innovación, entre ellos se destaca el Índice Global de Innovación, donde en el año 2018 Colombia ocupó el puesto 63, siendo superado por países de la región como Chile, Costa Rica, México y Uruguay. También existe el Índice Global de Competitividad donde Colombia ocupó el puesto número 60. Otro indicador que no está tan enfocado en la innovación, pero que ayuda a indicar el desarrollo del país es el Indicador de Facilidad para Hacer Negocios (*Doing Business*) donde Colombia se ubicó en el puesto 59 de 190 países. En todos estos indicadores, el país ha tenido una mejor ubicación durante los últimos años y además entró

en el Anuario Mundial de Competitividad ubicándose en el puesto 58 de 60 países. Colombia se ubica en los países débiles en capacidad innovadora y eso se ve reflejado en el bajo gasto de investigación y desarrollo (medido en porcentaje del PIB) que se invierte en el país. Para el año 2017 se registró el 0,244 % aunque en años anteriores tuvo una inversión más alta. (Tabla 1)

<b>Año</b>	<b>Gasto en I+D en relación al PIB</b>
2007	0.0018
2008	0.002
2009	0.0019
2010	0.0019
2011	0.0021
2012	0.0023
2013	0.0027
2014	0.0031
2015	0.0029
2016	0.0027
2017	0.0024

Tabla 1: Gasto en Investigación y Desarrollo en relación al PIB. *Fuente: Banco Mundial*

## Metodología

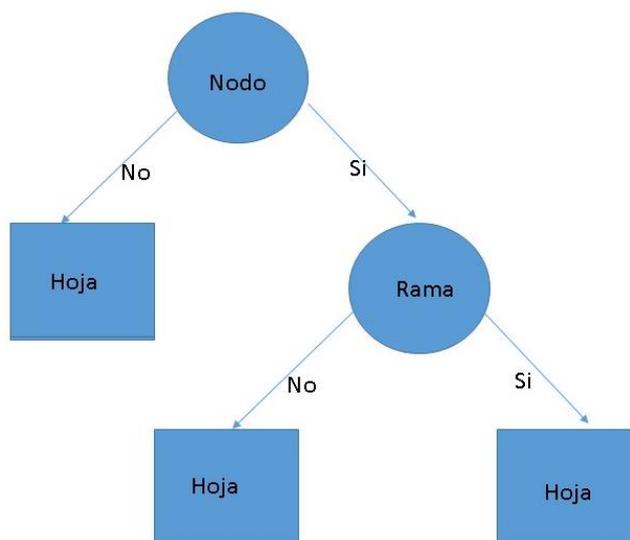
Al realizarse el apoyo de la investigación en una etapa intermedia, para conocer los procesos de innovación que tenían tanto las empresas industriales como las empresas del sector servicios en Colombia se tomó como fuente de información las Encuestas de Desarrollo e Innovación Tecnológica del sector industrial (EDIT) y las Encuestas de Desarrollo e Innovación Tecnológica del sector servicios (EDITS), las cuales se obtuvieron del Visor Anda, que es la fuente de todas las bases en microdato de las diferentes encuestas realizadas del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Luego de obtener las bases de datos se ha procedido a depurarlas a través del porcentaje de falta de información, variabilidad en los datos y realización de alguno de los tipos de innovación ya fuese de productos, de procesos, de comercialización u organizacional. De esta manera se obtuvo una base de datos con 8835 empresas del país en el sector industrial y 8651 empresas en el sector servicios.

Además, se realizó una revisión de literatura, donde se fue avanzando en el proceso de la metodología de la investigación, esta construcción se llevó a cabo con las bases de la Universidad de La Sabana donde se buscaban artículos y papers de revistas indexadas tanto en *Scopus*, *Business Source Complete* y otras.

Para analizar los datos se utilizó la metodología de árboles de clasificación, para que arrojaran en primer lugar las variables más significativas que afectaran los diferentes tipos de innovaciones de las empresas y poder ver algunos obstáculos que tuvieran las empresas para el desarrollo de la innovación.

### **Árboles de clasificación**

Los árboles de clasificación son una forma de representar el conocimiento, su función es estratificar o segmentar el espacio del predictor en varias regiones simples, a partir de un conjunto de individuos designado como “Conjunto de entrenamiento”, mediante una organización jerárquica. (Gráfica 1) Los arboles están formados por nodos (variables de entrada), las ramas (grupos de entradas en las variables de entrada), y las hojas (valores de la variable de salida).



Gráfica 1: Ejemplo de árbol de clasificación

A través de los árboles se pueden realizar predicciones y para esto utiliza usualmente la media y la moda de las observaciones del conjunto de entrenamiento y pueden ser aplicados en problemas tanto de clasificación como de regresión.

Los árboles de clasificación o de decisión están teniendo una fuerte acogida en el mundo académico, pues destacan algunas ventajas con respecto a modelos de regresiones lineales, entre ellas encontramos que un árbol es mucho más sencillo de explicar a las personas que un modelo de regresiones, además estos pueden ser interpretados por personas que nos son expertas en el tema ya que es una muestra gráfica y son una buena herramienta como predictores cualitativos sin necesidad de crear variables *dummy*.

### **CART: Classification And Regression Trees**

Los árboles de clasificación y regresión se desarrollaron como el algoritmo CART por Breiman (1984), donde da como resultado un árbol de decisión, que “es un método no paramétrico de segmentación binaria donde el árbol es construido dividiendo repetidamente los datos. En cada división los datos son partidos en dos grupos mutuamente excluyentes” (Serna Pineda, 2009)

Para desarrollar el árbol es necesario seguir tres pasos (Serna Pineda, 2009): construcción del árbol máximo, poda del árbol y “*cross-validation*” selección de un árbol óptimo mediante el procedimiento de validación cruzada.

La poda del árbol es recortar hojas y ramas, hasta encontrar un árbol que posea las suficientes ramas y hojas que pueda dar la explicación de los datos que se están buscando, y que contenga la minimización de errores en la información, casi siempre son árboles medianos para que no exista sobreabundancia de información, pero con suficiente soporte para ser óptimo.

## Resultados

En los árboles de las empresas del sector servicios, en el tipo de innovación de producto, las variables que arrojó el modelo fueron: el personal ocupado con Maestría 2017, el personal ocupado con Maestría 2016, el porcentaje de ventas nacionales de servicios o productos no innovadores y la producción de patentes de invención 2016-2017, siendo esta última variable dicotómica. Es importante destacar que entre más alto sea el número de personas que tengan maestría en la empresa mayor será el número de innovaciones para la empresa. Además, entre menor sea el número de porcentaje de ventas nacionales en productos no innovadores, las empresas tendrán un mayor enfoque en sus servicios mejorados o en nuevos servicios innovadores, y de esta manera aumentará el producto de sus innovaciones. Finalmente, el desarrollar patentes de invención generará un gran aumento en la innovación de producto que en promedio sería de 174,7 en cambio si no se produce solo tendría 20,08 innovaciones de producto en promedio.

En el árbol de innovación de procesos, dio las siguientes variables: patentes de invención con derechos de propiedad con respuesta dicotómica, total del personal ocupado 2016, personal ocupado 2017, personal ocupado con especialización 2016, y por último, personal ocupado con primaria 2016. Es importante resaltar la importancia de las personas con más estudios en el personal de la empresa, pues al tener un número alto de personal con especialización, la empresa tendrá una innovación de procesos mucho más alta. En cambio, si posee muchas personas con formación de primaria, su nivel de innovación de procesos va a disminuir. En este caso, se observa la aplicación del modelo de la Función de Producción del Conocimiento, donde se enfoca que a un nivel mayor de investigación y desarrollo, mayor será la innovación.

En el árbol de innovación organizacional de las empresas de servicios, se encontraron las siguientes variables: Personal ocupado universitario, con doctorado, con maestría, la puesta de un proyecto en marcha e implementación de algún servicio o producto, la ampliación en la gama de servicios y bienes, las nuevas técnicas en la empresa y patentes de modelo de utilidad, siendo estas últimas dicotómicas. De estas variables podemos deducir, que entre más personas en la empresa se encuentren con doctorados y maestrías, la empresa va a tener mejores innovaciones organizacionales. Es necesario, realizar cada año una ampliación en la gama de servicios y además poner en marcha la planeación de un servicio, para que de esta manera la empresa teniendo una mayor variedad, y siendo respaldada por nuevos servicios, tenga un mejor desempeño en sus innovaciones. Por último, teniendo patentes de modelo de utilidad en la empresa, las innovaciones organizacionales pasan de un promedio de 1,5 a 4 y con estos incentivos genera un mejor resultado.

En el árbol de la innovación de comercialización o mercadotecnia, resalta el personal que cuente con estudios universitarios profesionales, además que la empresa registre derechos de autor en software, llevando a un número mayor de innovaciones de comercialización. Esto podría ser una ventaja en cuanto a la implementación de nuevas técnicas en la empresa para sus procesos de ventas, y además muestra, que si los empleados con título universitario profesional son mayores a 6734, las empresas tienen en promedio 4 innovaciones organizacionales, después de haber tenido solo 1,5.

Por otro lado, analizando los árboles del sector industrial se encontraron variables muy interesantes en el árbol de comercialización o mercadotecnia para la explicación de falta de innovación comercial en las empresas. Algunas de las variables son: la existencia de Centros Regionales de Productividad, siendo esta dicotómica, el monto invertido en mercadotecnia 2013 (expresada en miles de pesos), el total hombres y mujeres que trabajan en mercadeo y ventas, la existencia de cooperación de los clientes con la Investigación y Desarrollo de la empresa, el monto total invertido en 2013, la participación en el mercado geográfico, la existencia de escasas posibilidades de cooperación con otras empresas o instituciones y se vuelve a repetir el personal promedio ocupado con estudios profesionales y maestrías.

Es necesario comprender, que las innovaciones de tipo comercial son incentivadas por el monto invertido a mercadotecnia y que el modelo de los árboles de decisión lo recalca, pues entre más inversión exista, tanto en monto como en empleados de este sector, mayor será las innovaciones. Además, las empresas no solo deben velar por el desarrollo de su empresa, sino que para que existan facilidades en sus procesos productivos es necesario cooperar con otras empresas e instituciones, como, por ejemplo, llevando a cabo la investigación y desarrollo compartida, y generando un coste mucho menor en su implementación, para que de esta manera no se cometa un obstáculo asociado al entorno.

De la misma manera, si la empresa industrial cuenta con Centros Regionales de Productividad, podrá generar división de trabajos y varios enfoques en tipos de innovaciones y patentes, dando como resultado una mayor efectividad en el mejoramiento de los bienes o productos que se implementen, así se tendría un mayor promedio de innovaciones pasando a 2,44, cuando antes solo se tenían en promedio 1,2.

Pero no solo los Centros Regionales de Productividad ayudan a un mejor desarrollo en la innovación comercial, puesto que el modelo del árbol de la innovación organizacional, muestra la importancia de los centros de formación y tecno-parques de procedencia nacional. A nivel internacional, estos parques interactivos son la mayor fuente de investigación y desarrollo, unidos con un espíritu de pedagogía para implementar nuevos proyectos tecnológicos y de la innovación para las empresas, es por esto que cuando una empresa se focaliza en estas instituciones, su nivel de innovación organizativa aumenta, puesto que los esquemas se mejoran en pro de mejores prácticas en el esquema organizacional de nuevas patentes y productos. Adicionalmente, el tener proveedores con enfoque en ingeniería y diseño industria, genera unos mejores insumos y se crea un proceso de cooperación organizacional interdisciplinario, no solo con la empresa sino entre sus proveedores, para incentivar un desarrollo y mejoramiento de productos y servicios.

Teniendo en cuenta la variable de empleados con certificaciones de competencias laborales en el ámbito de innovación, se recalca la importancia de invertir en los empleados con estudios profesionales, para que se enfoquen en su área de innovación preferencial y desarrollen productos más sofisticados, de la mano de nuevos conocimientos como la biotecnología, aunque, sin descuidar la capacidad del sistema organizacional para la protección de la innovación.

En el modelo del árbol de procesos del sector industrial, se puede observar el resultado de la variable de proveedores que cooperan con tecnologías de la información y de la

comunicación, y que genera más innovación productiva. Pues al tener mayor eficiencia en los procesos de producción de los bienes y servicios, con tecnologías de última generación, dando mayores posibilidades de mejoramiento de los productos.

## Conclusiones

El desarrollo de los modelos de árboles de decisión implementados en las innovaciones de las empresas del sector servicios e industrial, arrojaron resultados donde se desatacan algunos obstáculos que impiden el mejoramiento de la innovación, y que llevan a que la capacidad innovadora sea débil. Entre ellos se destaca la falta de personal calificado. Para superar este obstáculo, las empresas deben tener personal con estudios profesionales y además, que estas personas tengan enfoques en cualquiera de los tipos de innovación para que los procesos sean más productivos y se generen nuevos conocimientos.

Además, la inversión de la empresa en desarrollo y tecnología juega un papel fundamental para el avance de la innovación en las empresas, ya en la función de producción de conocimiento daba avances positivos y esta al ser la base no solo de los procesos para generar nuevos productos, sino que fomenta satisfactoriamente el avance generalizados de nuevos procesos técnicos para el desarrollo económico.

Por otra parte, es necesario incentivar la cooperación con otras empresas e instituciones para que de esta manera el proceso de conocimiento se genere mas rápido y evitar de esta manera un obstáculo del entorno.

En cuanto a los proveedores, es necesario que las empresas tengan distribuidores con avances en tecnologías de la información y la comunicación, para que los insumos de los productos sean ya mucho más eficientes y contribuyan de manera positiva al aumento de patentes y tecnologías de primera generación.

Por último, la asociación con tecno-parques que de auge al conocimiento como fuente no solo de información sino de biotecnología, favorece a las empresas en su innovación organizativa y de generación de conocimiento, dejando atrás incertidumbre por la ejecución técnica de nuevos servicios o proyectos que se incentiven en las empresas.

## Bibliografía

Baum, C. F. (2016). *An Introduction to Stata Programming*. College Station, Texas: Stata Press Publication.

Bermúdez Mora, J. C. (2013). *Emprendimiento e innovación para la competitividad internacional: Dimensiones, factores y esquemas empíricos sobre sus causas y efectos*.

Breiman, L., J. H. (1984). *Classification and Regression Trees*. Belmont, California: Wadsworth International Group.

Conte, A., & Vivarelli, M. (2005). *One or many knowledge production functions? Mapping innovative activity using microdata*.

Dosi, G. (1988). Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation. *Journal of Economic Literature*, vol. XXVI, Septiembre, 1120-1171.

Dutta, S., Reynoso, R. E., Garanasvili, A., Saxena, K., Lanvin, B., Wunsch-Vincent, S., ... & Guadagno, F. (2018). *The global innovation index 2018: Energizing the World with Innovation. Global Innovation Index 2018*, 1.

Griliches, Z. (1979). Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth. *The Bell Journal of Economics*, 92-116.

Heijs, J., & Buesa, M. (2016). Manual de economía de innovación. *Tomo I: Teoría del cambio tecnológico y sistemas nacionales de innovación (Handbook of innovation economy. Volume I, Theory of technological change and national innovation systems)*. Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense, Madrid.

James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). *An introduction to statistical learning* (Vol. 112, p. 18). New York: springer.

Meliá, D. J. (2014). *Criterios E Indicadores de La Excelencia En La Innovación Empresarial*.

OCDE, Eurostat. (2005). *Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. Oslo.

Schumpeter, J. (1978). *Teoría del desenvolvimiento económico*. México D. F.: Fondo de Cultura Económica.

Schumpeter, J. (1996). *Capitalismo, socialismo y democracia*. Barcelona: Ediciones Folio.

Schwab, K. (2018). *The Global Competitiveness Report 2018*. World Economic Forum.

Serna Pineda, S. C. (2009). *Comparación de árboles de regresión y clasificación y regresión logística* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).

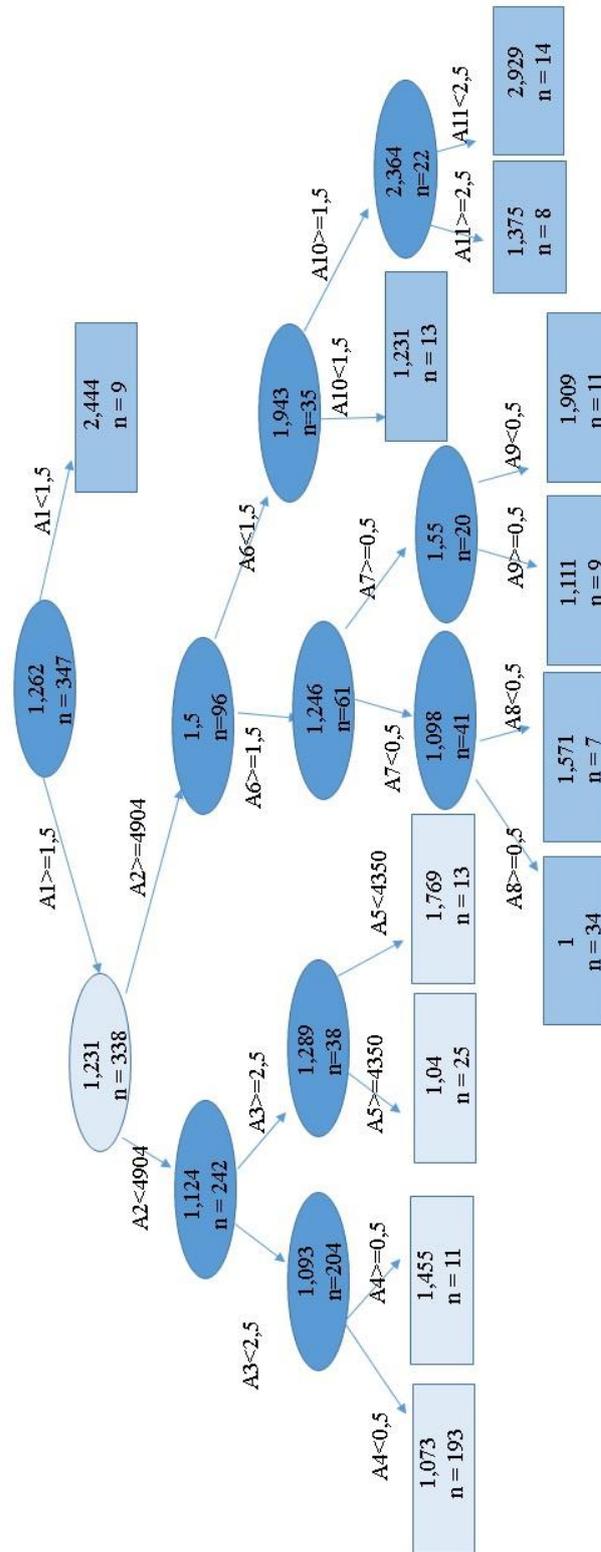
Stern, M. E. (2000). *The determinants of national innovative capacity*. National bureau of economic research.

Suárez, O. M. (2004). Schumpeter, innovación y determinismo tecnológico. *Scientia et Technica*, 2(25).

World Bank Group. (2018). *Doing Business 2018: Reforming to create jobs*. World Bank Group. Washington.

# Anexos

## Árbol de innovación comercial. Sector industrial.



A1= Existe Centros Regionales de Productividad (Dicotómica)

A2= Monto invertido en mercadotecnia 2013 (Miles de pesos)

A3= Total hombres y mujeres que trabajan en mercadeo y ventas

A4= Clientes cooperan con Investigación y Desarrollo

A5= Total monto invertido 2013

A6= Los nuevos productos, o los mejorados reducen consumo de agua

A7= Personal ocupado con maestría 2013

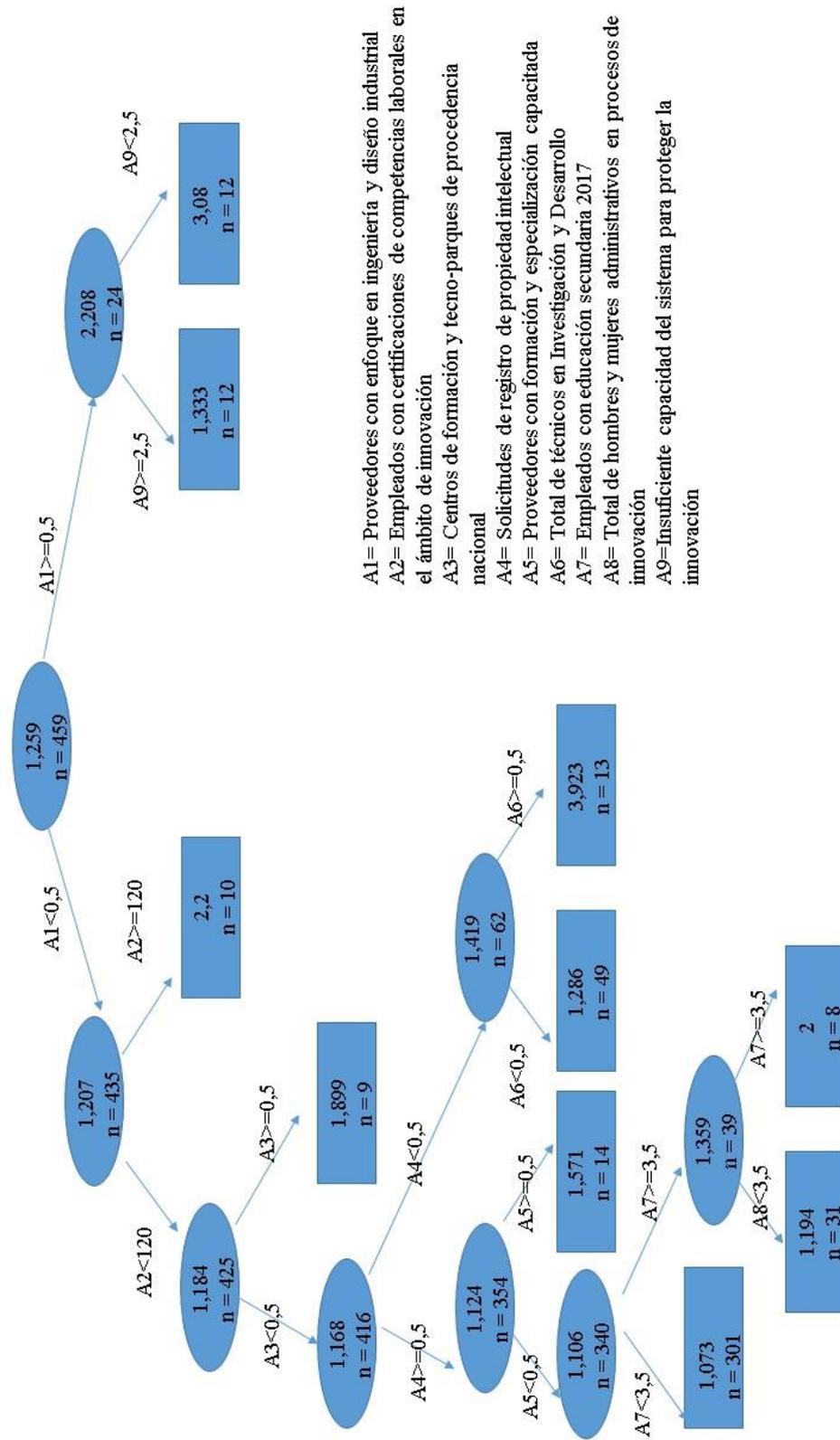
A8= Personal ocupado con técnico profesional 2014

A9= Personal ocupado con secundaria completa 2013

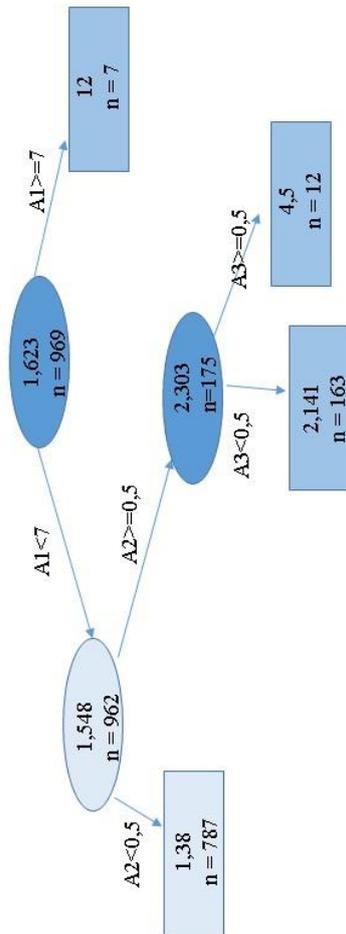
A10= Mantiene participación en el mercado geográfico

A11= Escasas posibilidades de cooperación con otras empresas o instituciones

Árbol de innovación organizacional. Sector industrial.



Árbol de innovación de procesos. Sector industrial.

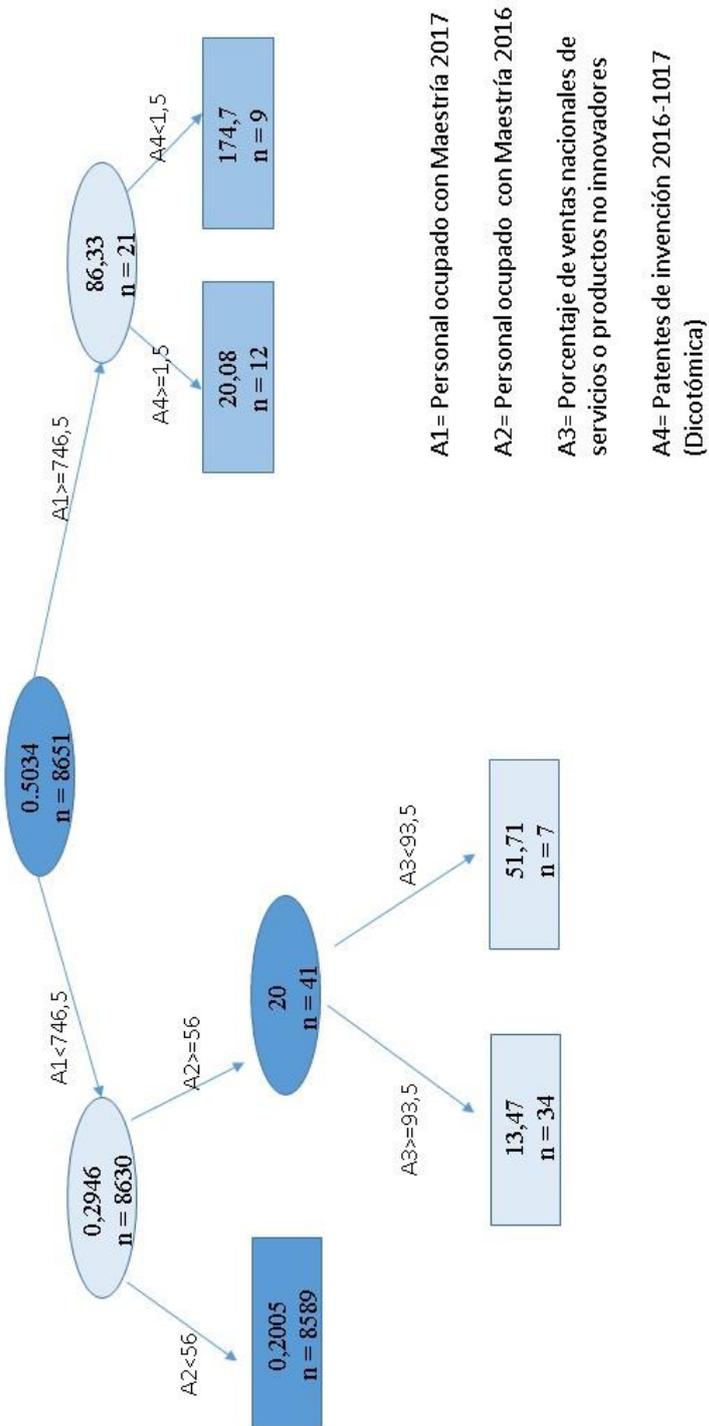


A1= Personal ocupado promedio con maestría 2013

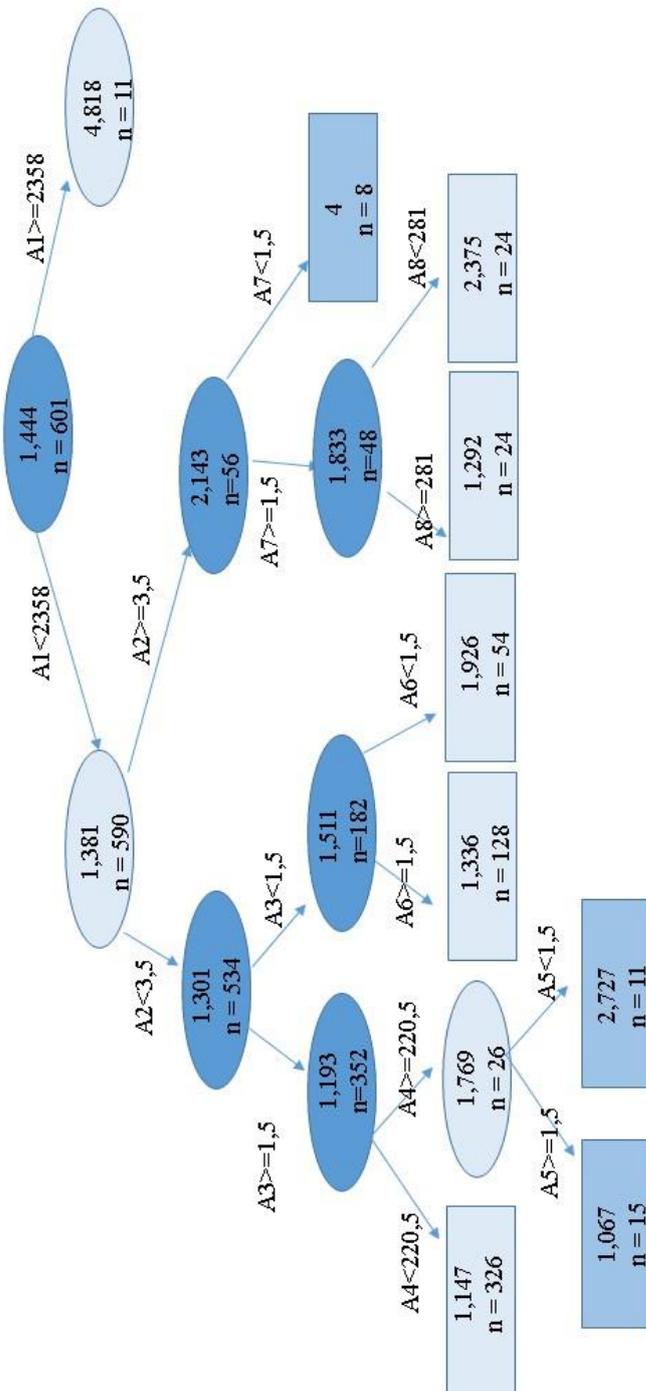
A2= Total hombres y mujeres que trabajan en Investigación y Desarrollo

A3= Cooperación de los proveedores con tecnologías de la información y la comunicación

Árbol de innovación de producto. Sector servicios.

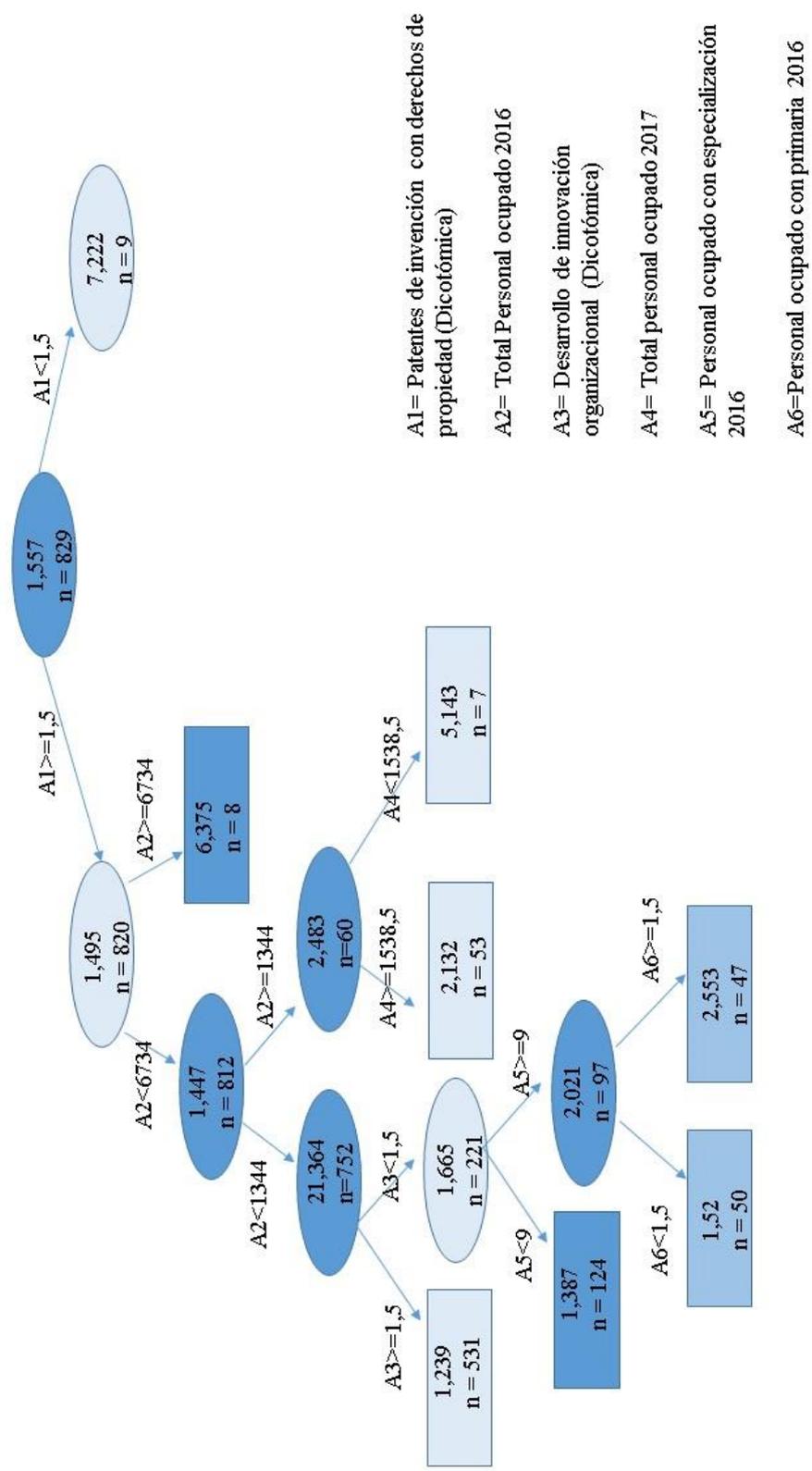


Árbol de innovación organizacional. Sector servicios.

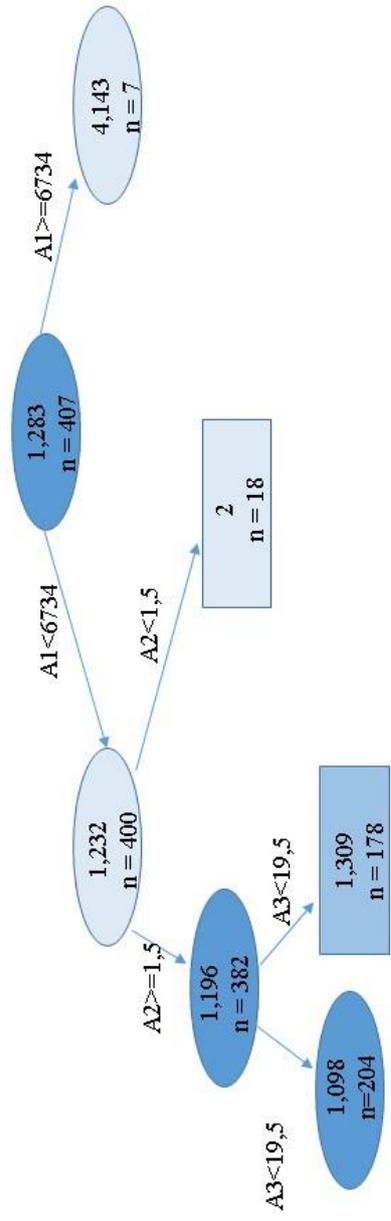


- A1= Personal ocupado universitario (profesional) 2016
- A2= Personal ocupado con doctorado 2016
- A3= Proyecto en marcha e implementación de algún servicio o producto (Dicotómica)
- A4= Personal ocupado universitario (profesional) 2017
- A5= Amplificación en la gama de servicios y bienes. (Dicotómica)
- A6= Nuevas técnicas en la empresa (Dicotómica)
- A7= Patentes de modelo de utilidad (Dicotómica)
- A8= Personal ocupado con maestría 2016

Árbol de innovación de procesos. Sector servicios.



Árbol de innovación de comercialización. Sector servicios.



A1= Total personal ocupado promedio 2016  
 A2= Derechos de autor de registros de software  
 A3= Personal ocupado universitario (profesional) 2017