



**RELACIÓN ENTRE LA INNOVACIÓN Y LAS PRINCIPALES VARIABLES  
ESTRUCTURALES DE PRODUCCIÓN PARA LOS SUB-SECTORES DE  
ELABORACIÓN DE BEBIDAS Y FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE LA  
REFINACIÓN DEL PETRÓLEO EN COLOMBIA.**

Alexandra Martiza Lugo Quiroga  
Rodolfo Eduardo Méndez Castillo

**Fundación Universitaria Los Libertadores  
Bogotá D.C.  
2016**



**RELACIÓN ENTRE LA INNOVACIÓN Y LAS PRINCIPALES VARIABLES  
ESTRUCTURALES DE PRODUCCIÓN PARA LOS SUB-SECTORES DE  
ELABORACIÓN DE BEBIDAS Y FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE LA  
REFINACIÓN DEL PETRÓLEO EN COLOMBIA.**

Alexandra Martiza Lugo Quiroga  
Rodolfo Eduardo Méndez Castillo

Trabajo para optar al título en Especialista en Estadística Aplicada

**Asesor:**

Juan Pablo Mojica Macías

**Fundación Universitaria Los Libertadores**  
Departamento de Ciencias Básicas  
Especialización en Estadística Aplicada

**Bogotá D.C.**  
**2016**

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Bogotá, D.C Febrero del 2016

Las Directivas de la Universidad de Los Libertadores, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

## TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	VIII
Introducción.....	- 9 -
1. Planteamiento del problema.....	- 10 -
1.1. Formulación del problema.....	- 10 -
1.2. Justificación.....	- 10 -
1.3. Objetivo general.....	- 11 -
1.4. Objetivos específicos.....	- 11 -
2. Marco de referencia.....	- 12 -
3. Marco metodológico.....	- 16 -
3.3. Tipo de estudio.....	- 16 -
3.4. Método.....	- 16 -
3.5. Variables de observación.....	- 23 -
3.6. Unidad de análisis y unidad estadística.....	- 25 -
3.7. Criterios de inclusión y exclusión.....	- 26 -
3.7.1. Criterio de inclusión.....	- 26 -
3.7.2. Criterio de exclusión.....	- 26 -
3.8. Procedimiento.....	- 26 -
4. Aspectos éticos o Confidencialidad de la información.....	- 27 -
5. Resultados.....	- 28 -
6. Discusión.....	- 37 -
7. Conclusión.....	- 39 -
8. Referencias.....	- 41 -
LISTA DE ANEXOS.....	- 42 -

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Resumen de las variables de estudio .....	- 24 -
<b>Tabla 2</b>	Resumen descriptivo-Elaboración de bebidas .....	- 28 -
<b>Tabla 3</b>	Resumen descriptivo-Fabricación de productos de la refinación del petróleo .....	- 28 -
<b>Tabla 4</b>	ANOVA-Elaboración de bebidas .....	- 29 -
<b>Tabla 5</b>	ANOVA-Fabricación de productos de la refinación del petróleo .....	- 29 -
<b>Tabla 6</b>	Pruebas de normalidad-Elaboración de bebidas .....	- 30 -
<b>Tabla 7</b>	Pruebas de normalidad- Fabricación de productos de la refinación del petróleo .....	- 30 -
<b>Tabla 8</b>	Prueba de homogeneidad de varianzas – Elaboración de bebidas .....	- 32 -
<b>Tabla 9</b>	Prueba de homogeneidad de varianzas - Fabricación de productos de la refinación del petróleo .....	- 32 -
<b>Tabla 10</b>	Prueba de auto correlación - Elaboración de bebidas .....	- 33 -
<b>Tabla 11</b>	Prueba de auto correlación - Fabricación de productos de la refinación del petróleo .....	- 33 -
<b>Tabla 12</b>	Resumen de los supuestos - Elaboración de bebidas .....	- 33 -
<b>Tabla 13</b>	Resumen de los supuestos - Fabricación de productos de la refinación del petróleo .....	- 34 -
<b>Tabla 14</b>	Rangos promedio-Elaboración de bebida.....	- 35 -
<b>Tabla 15</b>	Rangos promedio- Fabricación de productos de la refinación del petróleo .....	- 35 -
<b>Tabla 16</b>	Estadísticos de Prueba –Elaboración de bebidas .....	- 36 -
<b>Tabla 17</b>	Estadísticos de Prueba – Fabricación de productos de la refinación del petróleo .....	- 36 -

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Inversión en innovación según actividades industriales- Total nacional (2009-2010).....	- 13 -
<b>Figura 2</b> Inversión en innovación según actividades industriales- Total nacional (2011-2012).....	- 13 -
<b>Figura 3</b> Criterios de rechazo.....	- 22 -
<b>Figura 4</b> Relación consumo intermedio/producción bruta- Elaboración de bebidas.....	- 31 -
<b>Figura 5</b> Relación consumo intermedio/producción bruta- Fabricación de productos de la refinación del petróleo ..	- 31 -

## **Resumen.**

La innovación se centra en mejoras tecnológicas que se hacen a un producto, un proceso o la creación de nuevas técnicas de comercialización que se pueden valorar en el mercado, este concepto ha tomado especial relevancia a nivel mundial; en Colombia solo hasta el primer plan de gobierno de Juan Manuel Santos “*Prosperidad para todos*” el tema de la innovación se introdujo como un componente transversal en la economía nacional. Sin embargo, a pesar de los proyectos, planes de financiación y entidades especializadas las empresas aún no están conscientes de la importancia de este componente ya que al no poder observar y cuantificar la influencia de esta variable prefieren no hacer esfuerzos económicos en ella. Por tal motivo esta investigación buscó describir la relación que existe entre la innovación y las principales variables estructurales para las dos actividades industriales que más invirtieron durante los últimos 4 años en este componente (Elaboración de bebidas y Fabricación de productos de la refinación del petróleo). Para esta descripción se utilizó un modelo Kruskal Wallis el cuál se realizó con ayuda del programa estadístico R.

*Palabras claves: Innovación, industria, variables estructurales.*

## **Abstract.**

Innovation focuses on technological improvements that are made to a product; a process or the creation of new marketing techniques that can be valued in the market. This concept has taken special relevance globally. In Colombia, it was not until the initial plan of government of Juan Manuel Santos "Prosperidad para todos" that the theme of innovation was introduced as a transverse component in the national economy. However, in spite of the projects, financing plans and specialized institutions, companies are not yet aware of the importance of this component. Since they are unable to quantify innovation, they rather not make any economic efforts in it. For this reason, this research sought to describe the relationship between innovation and the main structural variables for both industrial activities that had the most investment over the past four years (The manufacturing of beverages and the manufacturing of refined petroleum products). A Kruskal Wallis model was used to for this description which was completed by using the statistical software R.

*Key words: Innovation, industry, structural variables.*

## **Introducción**

Día a día, tanto los procesos como los productos tienden a perder vigencia haciendo que las empresas reduzcan su ventaja competitiva en el mercado; en un mundo globalizado donde las economías son más desarrolladas, ha tomado gran relevancia el concepto de innovación tecnológica como cuarto factor de producción para el avance de la economía.

Según el Manual de Oslo (OCDE, 1997, p.33) define la innovación como la implementación de procesos y productos tecnológicamente nuevos, así como a las mejoras tecnológicas significativas realizadas en procesos y productos.

A nivel nacional, contar con empresas innovadoras no solo presume una mayor competitividad en el mercado, sino también la generación de spillovers tecnológicos hacia la demás cadena productiva.

Es por esto, que se hace necesario conocer la relación entre la innovación y las principales variables estructurales para los sub-sectores de Elaboración de bebidas y Fabricación de productos de la refinación de petróleo, actividades que se destacan por su inversión en innovación; esta medición puede reflejar la importancia que ha tomado este concepto en Colombia para el desarrollo tanto en el marco microeconómico como macroeconómico.

## **1. Planteamiento del problema**

Según la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT-VI) para el período 2011-2012 el 21,7% de las empresas fueron innovadoras, el 4,7% emprendieron o abandonaron algún proyecto innovador y 73,6% se clasificaron como no innovadoras (DANE, 2013a, p.1). Estas cifras evidencian la baja capacidad de innovación que existe en Colombia para el sector productivo si se le compara con otros países; esto debido a que muchas empresas solo ven los obstáculos internos o externos que impiden que las actividades innovadoras se lleven a cabo o, si siendo emprendidas no cumplan con su objetivo, como son la escasez de recursos propios para invertir, la falta del personal calificado o la facilidad de imitación por terceros.

No obstante, las empresas no contemplan que aquellas innovaciones que son exitosas pueden conllevar a resultados favorables como por ejemplo beneficios o exenciones tributarias sino que también se traducen en mejoras al interno de la empresa; esto debido a que no han logrado observar la relación entre esta variable frente a indicadores económicos estructurales, ni en la bibliografía existe evidencia concreta sobre esta correlación.

### **1.1. Formulación del problema**

¿Cuál es la relación entre la innovación y las principales variables estructurales de producción para los sub-sectores de Elaboración de bebidas y Fabricación de productos de la refinación del petróleo en Colombia?

### **1.2. Justificación**

La principal falencia a la que se enfrenta el gobierno es la baja capacidad de innovación por parte del sector productivo; por lo tanto, dentro del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014, *Prosperidad para todos* (DNP, 2010, p.432), se ha propuesto una estrategia sustentada en tres conceptos fundamentales: Financiar, implica incrementar inversiones públicas y privadas en Ciencia, Tecnología e Innovación como porcentaje del PIB; formar, permite contar con personal con capacidad para llevar innovaciones al sector productivo y organizar, permite especializar la

institucionalidad para atender las distintas etapas del proceso de generación y uso del conocimiento.

Sin embargo, la implementación de políticas gubernamentales no es suficiente para cumplir el cometido planteado en el plan de desarrollo, es necesario que las empresas sean conscientes de la influencia que puede tener la innovación en el sector manufacturero y para ello en primera medida se debe indagar si efectivamente esta variable tiene algún tipo de incidencia. A partir de lo anteriormente expuesto, la presente investigación buscó realizar una descripción de la relación que existe entre la innovación y las principales variables estructurales en Colombia, para los sub-sectores con mayor participación en inversión destinado a procesos de innovación durante los últimos cuatro años correspondientes a: Elaboración de bebidas y Fabricación de productos de la refinación del petróleo.

### **1.3. Objetivo general**

Describir la relación entre la innovación y las principales variables estructurales de los sub-sectores industriales que más invirtieron en actividades de innovación las cuales corresponden a Elaboración de bebidas y Fabricación de productos de la refinación del petróleo.

### **1.4. Objetivos específicos**

- Determinar las variables estructurales que influyan dentro de los agregados económicos para cada uno de los subsectores industriales escogidos en Colombia.
- Renombrar la variable cualitativa en cada uno de los sub-sectores industriales para que se ajuste al análisis estadístico.
- Realizar las pruebas de normalidad (Kolmogorov - Smirnov y Shapiro - Wilk), homogeneidad de varianzas (estadístico de Levene y Breusch-Pagan) y autocorrelación (Durbin - Watson) para las variables estudiadas según tipología de innovación.
- Realizar el análisis estadístico haciendo uso del modelo de Kruskal-Wallis.

## 2. Marco de referencia

Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE, 2011, p.11) la industria manufacturera se define como:

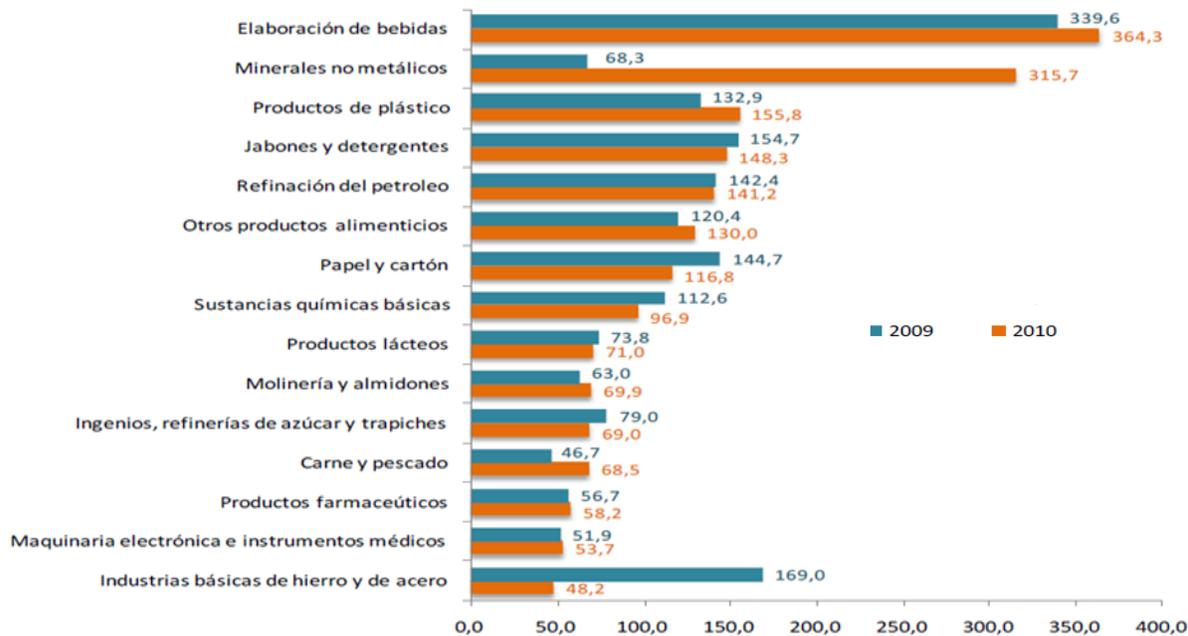
La transformación mecánica o química de sustancias orgánicas e inorgánicas en productos nuevos, ya sea que el trabajo se efectúe con máquinas o a mano, en fábrica o a domicilio, o que los productos se vendan al por mayor o al por menor. (...) Incluye el montaje de las partes que componen los productos manufacturados, excepto en los casos en que tal actividad sea propia del sector de la construcción

La industria, según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme – CIIU Rev.3 Adaptada para Colombia está conformada por las Divisiones 15: Elaboración de Productos alimenticios y de bebidas a 37: Reciclaje<sup>1</sup>.

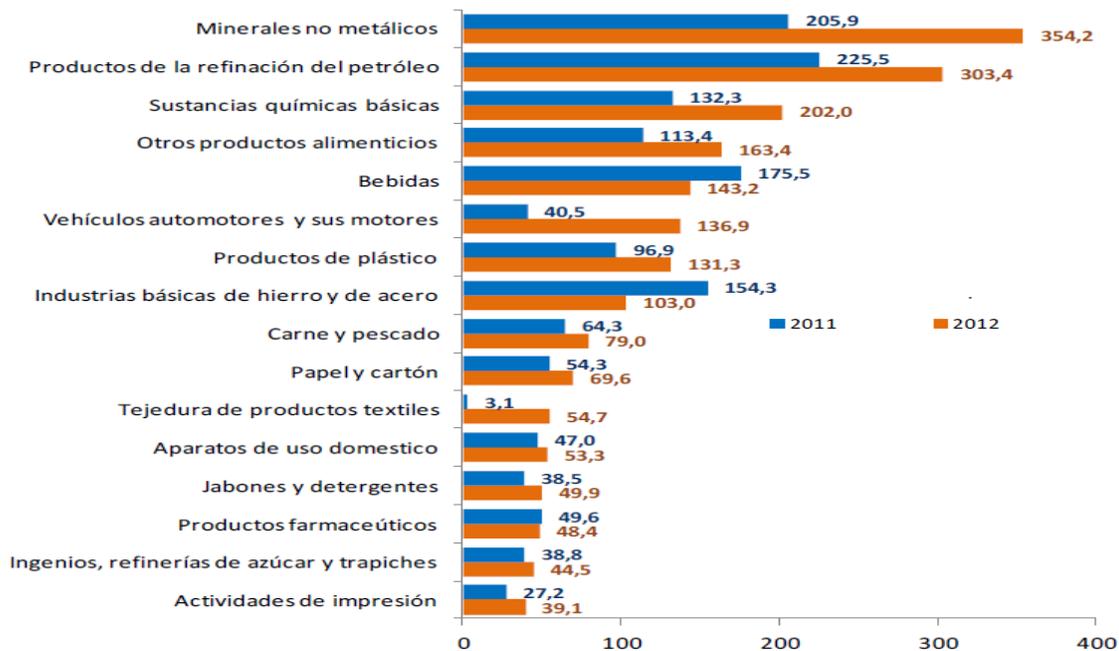
En una investigación previa, se realizó un panel de los periodos de referencia correspondientes a (2009-2010) y (2011-2012) donde se observó que dentro de los sub-sectores que más invirtieron en actividades de innovación existieron dos que mantuvieron su nivel durante los 4 años las cuales fueron: Elaboración de bebidas y Fabricación de productos de la refinación del petróleo (ver figura 1, figura 2 y anexo 1).

---

<sup>1</sup> Según la CIIU Rev.3 Adaptada para Colombia se presenta una estructura de cuatro niveles de clasificación para las actividades industriales empezando por el **Nivel 1** Sección (1 letra): identifica el sector económico; **Nivel 2** División (2 dígitos): agrupa actividades manufactureras homogéneas por clase de Producción; **Nivel 3** Grupo (3 dígitos): reúne actividades manufactureras homogéneas por el tipo de producción; **Nivel 4** Clase (4 dígitos): identifica actividades manufactureras homogéneas específicas de acuerdo con su producción.



**Figura 1** Inversión en innovación según actividades industriales- Total nacional (2009-2010)<sup>2</sup>



**Figura 2** Inversión en innovación según actividades industriales- Total nacional (2011-2012)<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Inversión en miles de millones de pesos de las 15 actividades industriales que más invirtieron en 2010. DANE – Boletín técnico Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en la industria manufacturera – EDIT V.

<sup>3</sup> Inversión en miles de millones de pesos de las 16 actividades industriales que más invirtieron en 2012. DANE – Boletín técnico Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en la industria manufacturera – EDIT VI.

La división 159- Elaboración de bebidas incluye: la destilación, rectificación y mezcla de bebidas alcohólicas; producción de alcohol etílico a partir de sustancias fermentadas tales como whisky, ginebra, aguardiente, vodka, cocteles, licores u otras bebidas que contienen alcohol etílico destilado; elaboración de bebidas fermentadas no destiladas (sidra, sake, aguamiel, chicha, masato, entre otras), producción de malta, cerveza; elaboración de bebidas no alcohólicas y producción de aguas minerales.

Así mismo, el grupo 232- Fabricación de productos de la refinación de petróleo incluye: Fabricación de productos de la refinación del petróleo, elaborados en refinería o fuera de esta tales como la creación de combustibles líquidos o gaseosos, por ejemplo: etano, butano, propano - GLP, gasolinas, querosenos, ACPM; la elaboración de derivados de la refinación como la vaselina, parafina y productos residuales, como el betún de petróleo y la manufactura de disolventes como varsol.

La innovación, según Paiva, consiste en la aplicación comercial de una idea, es decir, la innovación nace cuando la idea se convierte en productos, procesos o servicios, nuevos o mejorados que el mercado valora y que suple una necesidad específica (Paiva, 2010).

Innovar puede acarrear diferentes finalidades como por ejemplo: obtener una mayor calidad en sus bienes, disminuir costos, ofrecer una mayor gama de productos o servicios, ser más rápidos en su introducción al mercado, optimizar sus procesos, mejorar su organigrama o crear nuevas técnicas para comercializar sus productos; pero para ello anteriormente se debe haber encontrado una aplicación a dicha invención.

Por lo tanto, al innovar las empresas buscan de manera directa o indirecta a mejorar sus variables estructurales, es decir, aquellas que pueden influir sus números tales como la producción bruta, las ventas, el consumo intermedio, el personal ocupado,

los costos de producción y los gastos de administración y ventas. Para este estudio las principales variables fueron:

**Producción bruta:** Según el DANE (2011, p.29) esta variable es igual a valor de todos los productos manufacturados destinados a la venta (sean efectivamente vendidos o se encuentren en el inventario) así como productos intermedios que sean transferidos dentro de la misma empresa, más los ingresos recibidos por un terceros en contrapartida por trabajos de carácter industrial únicamente (siempre y cuando el tercero aporte la materia prima o empaques) así como lo recibido por la reparación, mantenimiento, instalación o alquiler de bienes producidos, más el valor de la energía eléctrica vendida a terceros haya sido comprada o generada por la empresa, más el valor de los ingresos causados por descuentos por la exportación de productos y subproductos- CERT, más el valor de los productos en proceso de fabricación al iniciar el año, menos el valor de los productos en proceso de fabricación al finalizar el año.

**Consumo intermedio:** Se construye a partir del valor de todos los insumos utilizados durante proceso de producción; incluye el consumo de materias primas, materiales y empaques valorados a costo de fábrica (sin incluir los impuestos indirectos), energía eléctrica comprada, costos y gastos indirectos de la fabricación para el desarrollo de su actividad como gastos por trabajos industriales realizados por terceros, obsequios y muestras gratis, consumo de mantenimiento así como repuestos y accesorios de duración inferior de un (1) año usados en el proceso, valor de consumo de otros energético empleados (combustibles para funcionamiento de las máquinas por ejemplo), servicios públicos (agua, correo, teléfono etc.), honorarios usados de manera esporádica para la prestación de servicios profesiones o técnicos necesarios para el proceso de producción, valor de seguros que amparan los activos así como materiales, insumos, materias primas y empaques, el arrendamiento de los bienes inmuebles o bienes muebles y transporte de materias primas.

### 3. Marco metodológico

#### 3.3. Tipo de estudio

Se realizó un estudio de tipo descriptivo ya que el fin de esta investigación es representar la relación entre la innovación y las principales variables estructurales seleccionadas para los sub-sectores con mayor nivel de inversión destinado a actividades de innovación en Colombia. Un estudio de este tipo sucede cuando se recolecta la información sin manipular las variables de entorno.

#### 3.4. Método

Para describir dicha relación inicialmente se pensó en un modelo paramétrico. Con el fin de saber si se podía en efecto aplicar dicho modelo se realizó previamente las pruebas necesarias que validen los supuestos de normalidad, homocedasticidad y autocorrelación.

Dentro de las pruebas realizadas para el supuesto de normalidad se utilizaron las pruebas de Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov.

Al realizar la prueba de Shapiro-Wilk, se debe calcular la media y la varianza muestral así como ordenar las observaciones de manera ascendente; subsiguientemente se debe calcular las diferencias de la siguiente manera: el primer dato con el último dato; el segundo dato con el penúltimo; el tercero con el antepenúltimo, así sucesivamente y se corrigen con unos coeficientes tabulados por los autores. Después, se plantea las siguientes hipótesis a contrastar:

*Hipótesis Nula: Los datos siguen una distribución normal*

$$H_0: F(x) \sim N_{(0, \delta^2)}$$

*Hipótesis Alternativa: Los datos no siguen una distribución normal*

$$H_a: F(x) \neq N_{(0, \delta^2)}$$

Y se utiliza el siguiente estadístico de prueba:

$$W = \frac{D^2}{nS^2}$$

Dónde:

$D^2$ : es la suma de las diferencias corregidas

$n$ : tamaño de la muestra

$S^2$ : varianza muestral

Se rechaza la hipótesis nula si el estadístico es inferior al valor crítico proporcionado por la tabla elaborada por los autores para el tamaño muestra y nivel de significancia dado.

*Si  $W \leq W_\alpha \rightarrow$  Se acepta  $H_0$*

*Si  $W > W_\alpha \rightarrow$  Se rechaza  $H_0$*

Dónde:

$W_\alpha$ : es el estadístico con el nivel de significancia de contraste

En términos del p – valor se tiene que:

*Si p valor  $> \alpha \rightarrow$  Se acepta  $H_0$*

*Si p valor  $< \alpha \rightarrow$  Se rechaza  $H_0$*

Dónde:

$\alpha$ : es el nivel de significancia de contraste

De esta manera, si el p – valor es menor al nivel de significancia se puede considerar que no hay suficiente evidencia estadística para concluir que la muestra posee de una distribución normal.

En la prueba de Kolmogorov-Smirnov se utiliza el siguiente estadístico de contraste:

$$D = \sup_{1 \leq i \leq n} |\hat{F}_n(x_i) - F_0(x_i)|$$

Dónde:

$x_i$ : *iesimo valor observado de la muestra, los cuales sean ordenado de menor a mayor*

$\hat{F}_n(x_i)$ : *estimador de probabilidad de observar valores menores o iguales a  $x_i$*

$F_0(x_i)$ : *probabilidad de observar valores menores o iguales a  $x_i$  cuando  $H_0$  es cierta*

Y al igual que en la prueba de Shapiro-Wilk se aplican las mismas hipótesis a contrastar. Por lo tanto, D se considera como la mayor diferencia absoluta observada entre la frecuencia acumulada observada  $\hat{F}_n(x_i)$  y la frecuencia acumulada teórica  $F_0(x_i)$ , obtenida a partir de la distribución de probabilidad que se especifica como hipótesis nula.

A partir de este estadístico, se toma el criterio de toma de decisión entre las hipótesis anteriormente formuladas de la siguiente forma:

*Si  $D \leq D_\alpha \rightarrow$  Se acepta  $H_0$*

*Si  $D > D_\alpha \rightarrow$  Se rechaza  $H_0$*

Dónde:

$D_\alpha$ : *es el estadístico con el nivel de significancia de contraste*

Es decir, que si el estadístico calculado es menor o igual al crítico se puede inferir que los datos siguen una distribución normal. En términos del p – valor se tiene que:

*Si  $p \text{ valor} > \alpha \rightarrow$  Se acepta  $H_0$*

*Si  $p \text{ valor} < \alpha \rightarrow$  Se rechaza  $H_0$*

Dónde:

$\alpha$ : *es el nivel de significancia de contraste*

De esta manera, si el p – valor es mayor al nivel de significancia se puede concluir que no existen elementos suficientes en la muestra para rechazar la hipótesis nula.

Para la validación del supuesto de homogeneidad de varianzas se aplicó las pruebas de Levene y Breusch-Pagan, las cuales se pueden aplicar para dos o más grupos.

Primeramente, en la prueba de Levene se debe obtener los residuales y posteriormente se plantea las siguientes hipótesis a contrastar:

*Hipótesis Nula: Existe homocedasticidad*

$$H_0: \delta_i^2 = \delta_j^2 = \dots = \delta_k^2 \quad \text{para } i \neq j \neq k$$

*Hipótesis Alternativa: No existe homocedasticidad*

$$H_a: \delta_i^2 \neq \delta_j^2 \neq \dots \neq \delta_k^2 \quad \text{para } i \neq j \neq k$$

Y se aplica el siguiente estadístico de contraste:

$$W = \frac{(N - k) \sum_{i=1}^k N_i \left( \left( \frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^{N_i} Z_{ij} \right) - \left( \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{N_i} Z_{ij} \right) \right)^2}{(k - 1) \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{N_i} \left( Z_{ij} - \left( \frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^{N_i} Z_{ij} \right) \right)^2}$$

Dónde:

*N*: es el número total de casos en todo el grupo

*k*: es el número de diferentes grupos a los que pertenecen los casos muestreados

*N<sub>i</sub>*: es el número de casos en el grupo *i*

$$Z_{ij} = \begin{cases} |Y_{ij} - \bar{Y}_i|, & \bar{Y}_i \text{ es la media del "i" esimo grupo} \\ |Y_{ij} - \tilde{Y}_i|, & \tilde{Y}_i \text{ es la mediana del "i" esimo grupo} \end{cases}$$

*Y<sub>ij</sub>*: es el valor de la variable medida para el *j*esimo grupo

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{N_i} Z_{ij} : \text{ es la media de } Z_{ij}$$

$$\frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^{N_i} Z_{ij} : \text{ es la media de } Z_{ij} \text{ para el grupo } i$$

Este estadístico es probado contra  $F(\alpha, k - 1, N - k)$ ; dónde:

$\alpha$ : es el nivel de significancia elegido

$k - 1$  y  $N - k$ : son los grados de libertad

Si la hipótesis nula se acepta (p - valor calculado es superior al valor crítico), se comparan las medias mediante la prueba F; si se rechaza (p - valor calculado es menor al valor crítico) se intenta transformar los datos o aplicar la prueba no paramétrica como la Kruskal-Wallis.

El test de Breusch-Pagan, el cual sólo es estrictamente válido cuando se dispone de muestras suficientemente grandes presupone que es posible expresar la varianza del término de perturbación como una combinación lineal de p variables explicativas:

$$Var [u] = \alpha_0 + \alpha_1 + \dots + \alpha_k$$

Se plantea las siguientes hipótesis a contrastar:

*Hipótesis Nula: Existe homocedasticidad*

$$H_0: \delta_i^2 = \delta_j^2 = \dots = \delta_k^2 \quad \text{para } i \neq j \neq k$$

*Hipótesis Alternativa: No existe homocedasticidad*

$$H_a: \delta_i^2 \neq \delta_j^2 \neq \dots \neq \delta_k^2 \quad \text{para } i \neq j \neq k$$

Se calcula la suma de cuadrados de esa regresión SCRS y se calcula el estadístico para esta prueba mediante la fórmula:

$$BP = \frac{SCRS}{2}$$

Dicho estadístico sigue una distribución asintótica con ji cuadrado y k grados de libertad.

Se rechaza la hipótesis nula, es decir existe heteroscedasticidad si el estadístico es mayor al valor crítico proporcionado.

$$BP > X^2_{K,\alpha}$$

En términos del p – valor se tiene que si este es menor al nivel de significancia (generalmente es de 0.05) se acepta la hipótesis de heterocedasticidad.

Para la prueba de independencia de los errores (Durbin Watson), se plantea las siguientes hipótesis a contrastar:

*Hipótesis Nula: No existe correlación*

$$H_0: \rho = 0$$

*Hipótesis Alternativa: Existe correlación*

$$H_a: \rho \neq 0$$

En seguida, se debe calcular los errores y aplicar el siguiente estadístico de prueba:

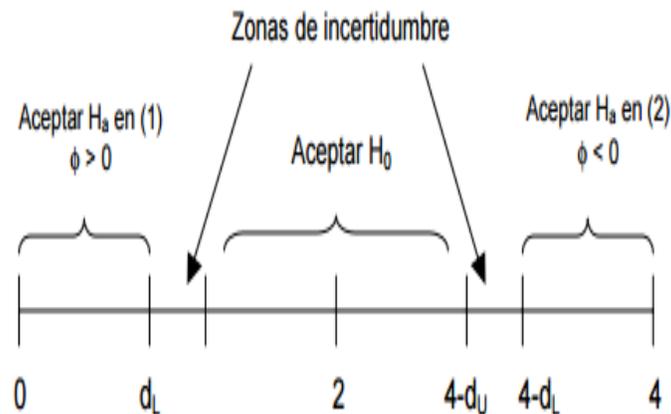
$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})}{\sum_{i=1}^n e_i^2}$$

Dónde:

*n: tamaño de la muestra*

*e: errores*

Cuando el estadístico d sea igual a 2 indica que no existe autocorrelación. Si el estadístico se acerca a 0, hay evidencia de correlación serial positiva y si d se acerca a 4, quiere decir que los errores son muy diferente en valor el uno del otro, es decir, correlacionados de manera negativa.



**Figura 3** Criterios de rechazo

Para modelos No paramétricos se puede hacer uso de la prueba de Kruskal Wallis, permite determinar si diferentes tratamientos muestran diferencias significativas o por el contrario puede suponerse que sus medias poblacionales no difieren mediante inferencia estadística; es la herramienta más adecuada porque se tienen una variable cualitativa (innovación) además de tener más de dos grupos como son las categorías de innovación.

Se planteó las siguientes hipótesis, según las pautas del modelo.

*Hipótesis Nula: Las medias de los tres grupos de estudio son iguales*

$$H_0: \mu_i = \mu_j = \mu_k \quad \text{para } i \neq j \neq k$$

*Hipótesis Alternativa: Las medias de los tres grupos difieren una de otra*

$$H_a: \mu_i \neq \mu_j \neq \mu_k \quad \text{para } i \neq j \neq k$$

Para el cálculo del estadístico de prueba se ordenan las observaciones de menor a mayor y se les asignan rangos desde 1 hasta n. Entonces, se obtiene la suma de los rangos correspondientes a los elementos de cada muestra y se halla el rango promedio. Luego se aplica el siguiente estadístico:

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} - 3(n+1)$$

Dónde:

*n*: es el tamaño de muestra

*R<sub>j</sub><sup>2</sup>*: son los rangos correspondientes a los elementos de cada muestra

*n<sub>j</sub>*: es el tamaño de la muestra *j*

Se rechaza la hipótesis nula si el estadístico es mayor al valor crítico proporcionado por la tabla *Chi*<sup>2</sup> con k-1 grados de libertad y nivel de significancia dado.

*Si H ≤ H<sub>α</sub> → Se acepta H<sub>0</sub>*

*Si H > H<sub>α</sub> → Se rechaza H<sub>0</sub>*

### **3.5. Variables de observación**

Las variables estudiadas son tres y corresponden a: innovación, producción bruta y consumo intermedio. Tanto la producción bruta como el consumo intermedio se miden en miles de pesos anuales mientras que la innovación, a partir del manual de Bogotá (RICYT / OEA / CYTED/ COLCIENCIAS/OCYT, 2001, p.67) se recomienda 3 categorías como mínimo: firmas innovadoras, firmas potencialmente innovadoras y firmas no innovadoras.

Las empresas innovadoras obtienen bienes o servicios nuevos o significativamente mejorados, la implementación de un nuevo proceso productivo o mejorado, las innovaciones en su parte organizacional y/o nuevas técnicas de comercialización.

Las empresas potencialmente innovadoras reportan tener o haber abandonado algún proyecto de innovación.

Finalmente, las empresas no innovadoras son las que no obtuvieron innovaciones, ni reportaron tener en proceso, o haber abandonado, algún proyecto para la obtención de innovaciones.

Dicha clasificación, se ha aplicado a partir de la cuarta Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica - EDIT Industria IV (2007-2008) y hasta las presentes encuestas, haciéndole una división para la categoría innovadoras en:

Empresas innovadoras en sentido estricto, las cuales obtienen bienes o servicios nuevos o significativamente mejorados para el mercado internacional. Mientras que las empresas innovadoras en sentido amplio supone, la obtención de un bien nuevo o mejorado para el mercado nacional o para la empresa, y/o la implementación de un nuevo proceso productivo o mejorado (se incluyen las empresas que innovan en su forma organizacional o de comercialización).

No obstante, según el DANE para las primeras EDIT se utilizó una categorización en la que se destacan dos aspectos importantes: el grado de novedad de la innovación y la naturaleza de la novedad de dicha innovación.

En esta investigación para la variable innovación se aplicó dicha categorización (empresas innovadoras, potenciales y no innovadoras). A continuación, se muestra el resumen de las variables empleadas (tabla 1).

<b>Variable</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Escala de medición</b>
<b>Producción bruta</b>	Cuantitativa	Miles de pesos
<b>Consumo intermedio</b>	Cuantitativa	Miles de pesos
<b>Innovación</b>	Cualitativa	Empresas innovadoras, Potencialmente innovadoras y No innovadoras

**Tabla 1** Resumen de las variables de estudio

Cabe anotar que todas las tablas elaboradas se basaron en las metodologías de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) y la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) desarrolladas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE.

### **3.6. Unidad de análisis y unidad estadística**

Para la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica la unidad de análisis fue el del periodo de referencia (2011-2012) ya que en este existía un mayor directorio correspondiente a 10.315 empresas donde se obtuvo información de 9.137 (ver anexo 2). A partir de las actividades objeto de estudio la unidad de análisis para el sub-sector de Elaboración de bebidas es de 103 empresas y Fabricación de productos de la refinación de petróleo es de 53 empresas<sup>4</sup>.

Cabe resaltar también la unidad estadística utilizada ya que para la EAM existe una unidad estadística conocida como “establecimiento industrial” mientras que para la EDIT la unidad estadística es la “empresa”. El establecimiento industrial según Naciones Unidas (1900, p.34) es la combinación de actividades y recursos que de manera independiente realiza una empresa, para la producción del grupo más homogéneo posible de bienes manufacturados, en un emplazamiento o desde un emplazamiento o zona geográfica, y de la cual se llevan registros independientes sobre materiales, mano de obra y demás recursos físicos que se utilizan en el proceso de producción y en las actividades auxiliares o complementarias, entendiéndose como actividades auxiliares las que proveen bienes o servicios que no llegan a ser incorporados en el producto terminado y que se toman como parte de las labores y recursos del establecimiento.

A su vez, una empresa es la unidad económica que controla directa o indirectamente, las actividades y recursos de su propiedad, necesarios para el desarrollo de su actividad económica u objeto social. Por lo tanto, debido a que una empresa puede reunir a varios establecimientos, se decide que la unidad estadística fue la empresa, por lo que se tuvo que agregar los establecimientos recolectados en la Encuesta Anual Manufacturera a nivel de empresa.

---

<sup>4</sup> Este dato difiere del anexo 2 puesto que por reserva estadística se agrupa la Fabricación de carbón coque y combustible nuclear (4 empresas) con la actividad de Fabricación de productos de la refinación del petróleo.

### **3.7. Criterios de inclusión y exclusión**

#### **3.7.1. Criterio de inclusión**

El criterio de inclusión fueron aquellas empresas que ocupan más de 10 empleados o tienen un nivel de producción superior a \$130.5 millones de pesos que realicen la actividad de Elaboración de bebidas o Fabricación de productos de la refinación del petróleo dentro del territorio nacional.

#### **3.7.2. Criterio de exclusión**

El criterio de exclusión fue para aquellas empresas que estando en la Encuesta Anual Manufacturera o en la Encuesta de Desarrollo e Innovación tecnológica ya no se encontraban en el directorio del periodo de referencia (2011-2012), debidos a novedades presentadas como liquidación de la empresa o inactividad de estas.

### **3.8. Procedimiento**

**Fase I:** Se hizo la obtención de la información a través de la página web de la entidad: [www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co) donde se encontraron los metadatos así como los cuadros de salida y boletines de prensa. En cuanto a los microdatos, estos fueron consultados en la sala de procesamiento especializada del DANE.

**Fase II:** Se realizó un panel hacia atrás eliminando aquellas empresas que no se encontraban en el directorio de la Encuesta de desarrollo e Innovación Tecnológica – EDIT VI así como una revisión de consistencia de las empresas creando así una matriz organizacional.

**Fase III:** Finalmente, se realizó el análisis de la información en R e interpretación de resultados.

#### **4. Aspectos éticos o Confidencialidad de la información**

Para la información publicada por el DANE se maneja la reserva estadística, la cual corresponde a la obligación legal y ética que tiene la entidad de impedir que la información que se recoge en desarrollo de la misión institucional se dé a conocer al público, a las entidades u organismos oficiales, de manera distinta a los resúmenes numéricos.

De no ser así, sería posible que la información divulgada sea utilizada para fines comerciales, de tributación fiscal, de investigación judicial o cualquier otro diferente del propiamente estadístico.

## 5. Resultados

En primera instancia se realizó un análisis descriptivo de cada una de las variables de estudio con el fin de determinar si los tamaños muestrales son los adecuados.

Variable		N	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
					Límite inferior	Límite superior
<b>Producción Bruta</b>	No innov.	66	\$37.328.601	\$15.646.820	\$6.079.742	\$68.577.460
	Innov.	26	\$338.473.296	\$169.870.028	-\$11.380.575	\$688.327.169
	Poten.	11	\$4.235.317	\$1.459.222	\$983.966	\$7.486.668
	<b>Total</b>	<b>103</b>	<b>\$109.811.474</b>	<b>\$45.380.146</b>	<b>\$19.800.168</b>	<b>\$199.822.780</b>
<b>Consumo intermedio</b>	No innov.	66	\$14.506.281	\$6.023.725	\$2.476.071	\$26.536.491
	Innov.	26	\$101.581.608	\$47.826.947	\$3.080.165	\$200.083.051
	Poten.	11	\$2.158.563	\$840.755	\$285.244	\$4.031.882
	<b>Total</b>	<b>103</b>	<b>\$35.167.772</b>	<b>\$13.079.892</b>	<b>\$9.223.867</b>	<b>\$61.111.677</b>

**Tabla 2** Resumen descriptivo-Elaboración de bebidas<sup>5</sup>

Variable		N	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
					Límite inferior	Límite superior
<b>Producción Bruta</b>	No innov.	31	\$82.799.963	\$33.251.721	\$14.890.889	\$150.709.037
	Innov.	18	\$2.186.786.005	\$1.300.742.500	-\$557.540.785	\$4.931.112.795
	Poten.	4	\$662.567.492	\$646.224.557	-\$1.394.007.461	\$2.719.142.446
	<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>\$841.117.300</b>	<b>\$456.496.094</b>	<b>-\$74.909.128</b>	<b>\$175.7143.729</b>
<b>Consumo intermedio</b>	No innov.	31	\$70.702.972	\$29.652.917	\$10.143.634	\$131.262.310
	Innov.	18	\$1.566.483.572	\$808.666.295	-\$139.653.175	\$3.272.620.319
	Poten.	4	\$627.882.543	\$612.689.350	-\$1.321.968.415	\$2.577.733.502
	<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>\$620.755.219</b>	<b>\$289.453.671</b>	<b>\$3.992.393</b>	<b>\$1.201.586.503</b>

**Tabla 3** Resumen descriptivo-Fabricación de productos de la refinación del petróleo

Según las tablas 2 y 3, el análisis de los tamaños difiere para cada una de las categorías de forma significativa. Adicionalmente, se realizó un análisis de varianza

<sup>5</sup> No innov. Se refiere a las empresas No innovadoras, Poten. Corresponde a las empresas que realizaron un proyecto en marcha o abandono de un proyecto innovador e Innov. Son las empresas innovadoras. Fuente: Información tomada de las metodologías de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) y la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT); elaboración propia.

para cada una de las variables de estudio observando que para la actividad de Elaboración de bebidas los p-valor fueron inferiores al 0,05, por lo que se podría inferir que la tipología de innovación puede influir a las variables estructurales (ver tabla 4).

Mientras que para el caso de Fabricación de productos de la refinación del petróleo, al ser los p-valor superiores se puede deducir que la innovación no explica a variables producción bruta y consumo intermedio (ver tabla 5).

Response: producción bruta					
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tipo	2	1.8288e+18	9.1440e+17	4.6166	0.01209 *
Residuals	100	1.9807e+19	1.9807e+17		

Response: consumo intermedio					
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tipo	2	1.5484e+17	7.7421e+16	4.7134	0.01106 *
Residuals	100	1.6426e+18	1.6426e+16		
Signif. Codes	0 '****'	0.001 '***'	0.01 '**'	0.05 '.'	'0.1 '' 1

Tabla 4 ANOVA- Elaboración de bebidas

Response: producción bruta					
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tipo	2	5.0549e+19	2.5274e+19	2.4127	0.09993 .
Residuals	50	5.2377e+20	1.0475e+19		

Response: consumo intermedio					
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tipo	2	2.5479e+19	1.2739e+19	3.1007	0.05377 .
Residuals	50	2.0543e+20	4.1086e+18		
Signif. Codes	0 '****'	0.001 '***'	0.01 '**'	0.05 '.'	'0.1 '' 1

Tabla 5 ANOVA- Fabricación de productos de la refinación del petróleo

Por lo tanto en un examen preliminar se podría decir que no es factible aplicar un análisis paramétrico; no obstante, para hacer más robusta esta afirmación se realizó las pruebas de normalidad así como las de homogeneidad y autocorrelación de varianzas y así comprobar de manera certera si efectivamente hay que emplear un modelo No paramétrico.

Para las pruebas paramétricas se deben cumplir los siguientes supuestos:

- Las poblaciones (distribuciones de probabilidad de la variable dependiente correspondiente a cada factor) son normales.
- Las poblaciones tienen todas igual varianza (homoscedasticidad).
- No existe correlación entre los términos de perturbación.

Inicialmente, se realizó las pruebas de Shapiro – Wilk y Kolmogorov – Smirnov para observar la normalidad de los datos. En estas pruebas para ambos sub-sectores, a un nivel de confianza del 95% se comprobó que para las variables estructurales no existe suficiente evidencia estadística para concluir que las muestras se distribuyan normalmente. De esta manera se infirió que no se puede aplicar una prueba paramétrica como el ANOVA o la t (ver tablas 6 y 7).

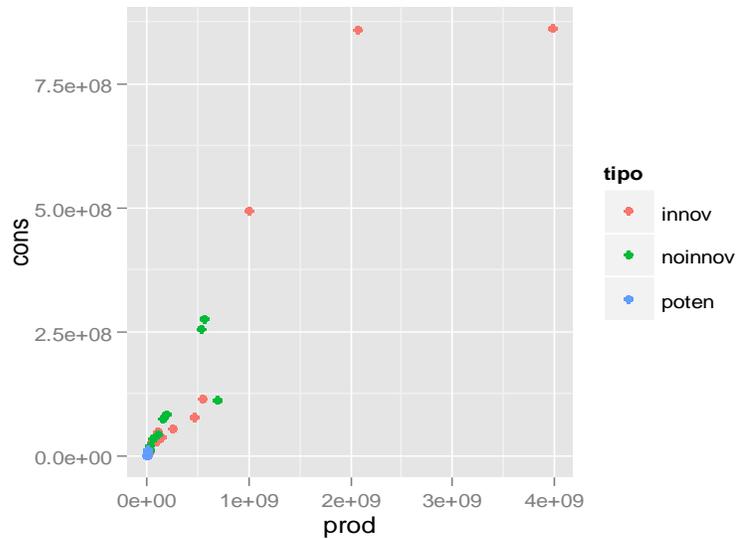
Shapiro-Wilk normality test	Two-sample Kolmogorov-Smirnov test
<b>data:</b> residuals(producción bruta)	<b>data:</b> producción bruta
<b>W = 0.39018, p-value = 2.2e-16</b>	<b>D = 1, p-value &lt; 2.2e-16</b>
Shapiro-Wilk normality test	Two-sample Kolmogorov-Smirnov test
<b>data:</b> residuals(consumo intermedio)	<b>data:</b> consumo intermedio
<b>W = 0.44054, p-value = 2.2e-16</b>	<b>D = 1, p-value &lt; 2.2e-16</b>

**Tabla 6** Pruebas de normalidad-Elaboración de bebidas

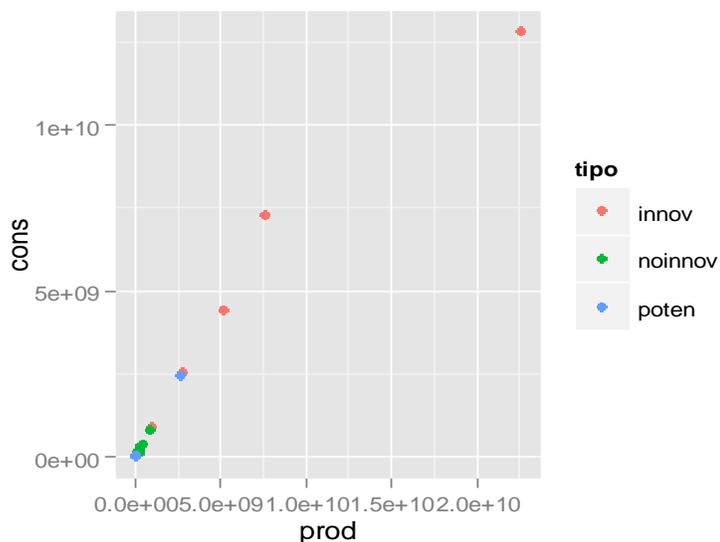
Shapiro-Wilk normality test	Two-sample Kolmogorov-Smirnov test
<b>data:</b> residuals(producción bruta)	<b>data:</b> producción bruta
<b>W = 0.43567, p-value = 5.611e-13</b>	<b>D = 1, p-value &lt; 2.2e-16</b>
Shapiro-Wilk normality test	Two-sample Kolmogorov-Smirnov test
<b>data:</b> residuals(consumo intermedio)	<b>data:</b> consumo intermedio
<b>W = 0.5442, p-value = 1.392e-11</b>	<b>D = 1, p-value &lt; 2.2e-16</b>

**Tabla 7** Pruebas de normalidad- Fabricación de productos de la refinación del petróleo

Para analizar el comportamiento de las variables frente a cada uno de los tipos de innovación, se realizaron los siguientes gráficos de dispersión.



**Figura 4** Relación consumo intermedio/producción bruta- Elaboración de bebidas<sup>6</sup>



**Figura 5** Relación consumo intermedio/producción bruta- Fabricación de productos de la refinación del petróleo

Según las figuras 4 y 5 se observa que para la tipología “innovó” existe una mayor dispersión de los datos para ambos sub-sectores. De otra parte, en términos de concentración se puede ver que las categorías se comportan de manera diferente, pues para la actividad de Elaboración de bebidas “la tipología potencial” muestra concentración de datos, mientras que en la actividad Fabricación de productos de la

<sup>6</sup> No innov. Se refiere a las empresas No innovadoras, Poten. Corresponde a las empresas que realizaron un proyecto en marcha o abandono de un proyecto innovador e Innov. Son las empresas innovadoras. Fuente: Información tomada de las metodologías de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) y la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT); elaboración propia.

refinación del petróleo, la categoría “no innovó” es la que presenta dicha concentración.

Posteriormente, se realizó la prueba de homogeneidad de varianzas mediante los estadísticos de Levene y Breusch-Pagan.

Levene's Test for Homogeneity of Variance			studentized Breusch-Pagan test
	Df	F value	Pr(>F)
group	2	4.5723	0.01259 *
	100		
data: producción bruta			
BP = 5.51, df = 2, p-value = 0.06361			
Signif. Codes 0 (****) 0.001 (***) 0.01 (**) 0.05 (.) 0.1 (.) 1			
Levene's Test for Homogeneity of Variance			studentized Breusch-Pagan test
	Df	F value	Pr(>F)
group	2	4.6542	0.01168 *
	100		
data: consumo intermedio			
BP = 9.044, df = 2, p-value = 0.01087			
Signif. codes 0 (****) 0.001 (***) 0.01 (**) 0.05 (.) 0.1 (.) 1			

**Tabla 8** Prueba de homogeneidad de varianzas – Elaboración de bebidas

Como se observa en la tabla 8 para la actividad de Elaboración de bebidas, el estadístico de Levene a un nivel de significancia del 95% evidenció a través del valor 0.01 que no existe homogeneidad de varianzas ya que el estadístico fue menor que el nivel de significancia (0.05). Para el caso de la prueba de Breusch-Pagan se observa que la variable producción bruta presenta homocedasticidad mientras que consumo intermedio no.

Así mismo, a un nivel de significancia del 95% para el sub-sector de Fabricación de productos de la elaboración del petróleo, tanto las variables producción como consumo intermedio el p - valor es superior al nivel de significancia por lo que existe homogeneidad de varianzas (ver tabla 9).

Levene's Test for Homogeneity of Variance			studentized Breusch-Pagan test
	Df	F value	Pr(>F)
group	2	2.4133	0.09988 .
	50		
data: producción bruta			
BP = 3.0332, df = 2, p-value = 0.2195			
Signif. Codes 0 (****) 0.001 (***) 0.01 (**) 0.05 (.) 0.1 (.) 1			
Levene's Test for Homogeneity of Variance			studentized Breusch-Pagan test
	Df	F value	Pr(>F)
group	2	3.1052	0.05356 .
	50		
data: consumo intermedio			
BP = 4.6289, df = 2, p-value = 0.09882			
Signif. Codes 0 (****) 0.001 (***) 0.01 (**) 0.05 (.) 0.1 (.) 1			

**Tabla 9** Prueba de homogeneidad de varianzas - Fabricación de productos de la refinación del petróleo

Para el tercer y último supuesto, se aplicó la prueba de Durbin Watson, arrojando los siguientes resultados: para la actividad de Elaboración de bebidas tanto la variable producción bruta como el consumo intermedio muestran que sus errores presentan una correlación serial positiva ya que sus estadísticos se acercan a cero (0). Mientras que, la actividad de Fabricación de productos de la refinación del petróleo los estadísticos se acercan a dos (2) por lo que no existe correlación entre las perturbaciones (ver tablas 10 y 11).

**Durbin-Watson test**

--

**data:** producción bruta

<b>DW = 0.96954,</b>	<b>p-value = 2.1e-08</b>
----------------------	--------------------------

**alternative hypothesis:** true autocorrelation is greater than 0

**Durbin-Watson test**

--

**data:** consumo intermedio

<b>DW = 0.57874,</b>	<b>p-value = 3.533e-14</b>
----------------------	----------------------------

**alternative hypothesis:** true autocorrelation is greater than 0

**Tabla 10** Prueba de auto correlación - Elaboración de bebidas

**Durbin-Watson test**

--

**data:** producción bruta

<b>DW = 2.0219,</b>	<b>p-value = 0.4249</b>
---------------------	-------------------------

**alternative hypothesis:** true autocorrelation is greater than 0

**Durbin-Watson test**

--

**data:** consumo intermedio

<b>DW = 1.9994,</b>	<b>p-value = 0.3929</b>
---------------------	-------------------------

**alternative hypothesis:** true autocorrelation is greater than 0

**Tabla 11** Prueba de auto correlación - Fabricación de productos de la refinación del petróleo

A continuación, se observa un resumen por variables sobre los resultados obtenidos.

<b>Supuesto</b>	<b>Test</b>	<b>Resultado</b>
<b>Normalidad</b>	Shapiro – Wilk	No normalidad
	Kolmogorov – Smirnov	No normalidad
<b>Homoscedasticidad</b>	Levene	Heterocedástica
	Breusch-Pagan	Producción bruta Homoscedástica Consumo intermedio Heterocedástica
<b>No correlación de las perturbaciones</b>	Durbin Watson	Correlación serial positiva

**Tabla 12** Resumen de los supuestos - Elaboración de bebidas

Supuesto	Test	Resultado
<b>Normalidad</b>	Shapiro – Wilk	No normalidad
	Kolmogorov – Smirnov	No normalidad
<b>Homoscedasticidad</b>	Levene	Homoscedástica
	Breusch-Pagan	Homoscedástica
<b>No correlación de las perturbaciones</b>	Durbin Watson	No correlacionadas

Tabla 13 Resumen de los supuestos - Fabricación de productos de la refinación del petróleo

Teniendo en cuenta que no se cumplieron los supuestos se concluyó que se debe hacer uso de un análisis No paramétrico para el cual se empleó la prueba de Kruskal Wallis, que se aplica a muestras independientes, no relacionadas y no dicotómicas (que supere los dos grupos).

Para la prueba de Kruskal Wallis se planteó las siguientes hipótesis, según las pautas del modelo.

$$H_0: \mu_i = \mu_j = \mu_k \quad \text{para } i \neq j \neq k$$

$$H_a: \mu_i \neq \mu_j \neq \mu_k \quad \text{para } i \neq j \neq k$$

Dónde:

*i: No innovadora*

*j: Innovadoras*

*k: Potenciales*

Es decir, si las medias de cada uno de los tres grupos son iguales o no existe evidencia significativa para rechazar la hipótesis nula a un nivel de significancia de 95%, se deduce que la innovación no tiene relación con la producción bruta y/o consumo intermedio de las empresas. Sin embargo si las medias difieren o existe evidencia significativa para rechazar la hipótesis nula, a un nivel de confianza del 95% se concluye que la innovación o no innovación de las empresas si posee un impacto fuerte en las variables dependientes.

Antes de iniciar la prueba se creó los rangos promedios para cada variable según grupo de innovación, obteniendo que para la actividad de la Elaboración de bebidas el grupo de empresas innovadoras tuviera el más alto promedio, entonces se deduce que los que realizan innovación si obtienen resultados eficaces en el consumo intermedio y producción bruta (ver tabla 14).

Variable		N	Rango promedio
Producción Bruta	No innov.	66	44,65
	Innov.	26	71,62
	Poten	11	49,73
	Total	103	
Consumo intermedio	No innov.	66	44,82
	Innov.	26	70,65
	Poten	11	51,00
	Total	103	

**Tabla 14** Rangos promedio-Elaboración de bebidas

Frente a la actividad de Fabricación de productos de la refinación del petróleo como en el sub-sector anterior, el grupo de innovación obtuvo el promedio más alto, por lo que en también se puede inferir que la innovación está relacionada con las variables estructurales.

Variable		N	Rango promedio
Producción Bruta	No innov.	31	24,94
	Innov.	18	29,28
	Poten	4	32,75
	Total	53	
Consumo intermedio	No innov.	31	25,58
	Innov.	18	28,22
	Poten	4	32,50
	Total	53	

**Tabla 15** Rangos promedio- Fabricación de productos de la refinación del petróleo

Finalmente, se realiza la prueba Kruskal Wallis para cada uno de los sub-sectores objeto de estudio.

**Kruskal-Wallis rank sum test**

**data:** producción bruta by tipo

**Kruskal-Wallis chi-squared = 15.263, df = 2,**

**p-value = 0.000485**

**Kruskal-Wallis rank sum test**

**data:** consumo intermedio by tipo

**Kruskal-Wallis chi-squared = 13.961, df = 2,**

**p-value = 0.00093**

**Tabla 16** Estadísticos de Prueba –Elaboración de bebidas

**Kruskal-Wallis rank sum test**

**data:** prod by tipo

**Kruskal-Wallis chi-squared = 1.5001, df = 2,**

**p-value = 0.4723**

**Kruskal-Wallis rank sum test**

**data:** cons by tipo

**Kruskal-Wallis chi-squared = 0.88193, df = 2,**

**p-value = 0.6434**

**Tabla 17** Estadísticos de Prueba – Fabricación de productos de la refinación del petróleo

Según los resultados de la prueba de Kruskal Wallis que se muestran en la tabla 16, se rechazó la hipótesis nula debido a que los niveles de significancia fueron menores a 0,05 para el grupo de Elaboración de bebidas. Es decir que no existe igualdad de medias, por lo que se infirió que las empresas que invierten en innovación obtienen mejores valores esperados en las variables estructurales.

Sin embargo como se ve en la tabla 17, para el grupo de Fabricación de productos de la refinación del petróleo los niveles de significancia fueron mayores a 0,05 por lo que se deduce que para este sub-sector la innovación no tiene una relación con las variables estructurales estudiadas.

## 6. Discusión

El sub-sector de Fabricación de productos de la refinación del petróleo a pesar de estar constituido por 53 empresas posee una tendencia monopólica ya que existe una empresa que tiene una participación representativa dentro del grupo económico, por ende se podría decir que las cifras pueden estar distorsionadas ya que no representan como tal al sub-sector sino a una empresa en específico.

De otra parte, para esta empresa los recursos destinados a innovación no alcanzan a ser ni el 2% de su producción; esto se debe al comportamiento del grupo ya que al tener características monopólicas a nivel nacional no tiene necesidad de generar ideas novedosas, pues no tiene una competencia en el mercado; seguramente las innovaciones realizadas estarán encaminadas a competir fuera del país. Es por esto que si se observan los resultados obtenidos para este sub-sector vemos que las medias para cada tipo de innovación son iguales, es decir, que la capacidad de innovación no está relacionada con las principales variables estructurales.

No obstante, para el sub-sector de Elaboración de bebidas los resultados difieren pues al ser un grupo más heterogéneo en cuanto a tamaños de las empresas permite que exista una mayor rivalidad y por lo tanto tenga que buscar una ventaja competitiva mediante la innovación.

Anteriormente no existía tanta diversidad en el mercado de bebidas no alcohólicas, no obstante durante los últimos años las empresas especializadas en la producción y comercialización de estos productos como gaseosas, jugos, bebidas energizantes y tés han crecido en un alto porcentaje.

De otra parte, la participación de los licores también presentan el mismo comportamiento; según la revista dinero (2015) si bien las ventas de cerveza y aguardiente siguen dominando el negocio, otras bebidas como el whisky, ron, vodka y vino ha ganado terreno en el gusto de los consumidores especialmente en la clase media. Por lo tanto, estos cambios incentivan a que las empresas se preocupen por

estar innovando constantemente para satisfacerlos. También ha tenido gran auge el mejoramiento de los procesos con tendencia a las políticas ambientales como son el manejo de los residuos plásticos y demás subproductos.

Se concluye entonces que la innovación tiene una relación con las variables estructurales y que esta depende de que el sector no presente comportamientos monopólicos y/u oligopólicos.

## **7. Conclusiones y recomendaciones.**

La innovación en Colombia tiene una relación con variables como la producción bruta y el consumo intermedio para el periodo de referencia; se da para aquellas empresas que presentan libre competencia de mercado.

Los resultados de este análisis estadístico constituyen una evidencia significativa sobre la validez del modelo teórico que explica la relación existente entre las principales variables estructurales de producción para los sub-sectores de Elaboración de bebidas y Fabricación de productos de la refinación del petróleo en Colombia.

El análisis de la variable innovación presenta dificultades no solo conceptuales sino de medición, dirección en la que el trabajo propuso realizar una descripción que hizo posible encontrar una relación entre la innovación y variables estructurales como producción bruta y consumo intermedio, haciendo uso de estadísticas como la Encuesta Anual Manufacturera y la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica; estas investigaciones publicadas por el DANE son de alta confiabilidad dado su alto nivel de depuración y análisis, lo que permite que los resultados sean consistentes, medibles y apropiados para ser trabajados con técnicas estadísticas, debido al grado de asociación entre ellas.

El sector de bebidas en Colombia se ha mantenido en constante evolución y prueba de ello es su dinámica tanto en bebidas alcohólicas como las que no lo son. En su mayoría las empresas del sector son altamente industrializadas y cuentan con economías de escala; en este sector se visualiza una marcada tendencia a la innovación, factor fundamental para mantenerse vigentes en el mercado.

El monopolio que se presenta en el sub-sector de Fabricación de productos de la refinación del petróleo hace que no exista una relación directa entre la innovación y las principales variables estructurales.

La utilización de las principales técnicas de la Estadística en la economía como instrumentos de investigación no solo es aconsejable sino imprescindible. La posibilidad de disponer de estos métodos para realizar verificaciones sobre determinados comportamientos económicos constituye una gran ayuda al proceso de investigación económica y hace posible realizar análisis con el fin de generar conclusiones.

Si Colombia pretende enrumbarse hacia una Sociedad del Conocimiento, los distintos actores (Estado, empresa privada, academia) deben invertir en proporciones mayores a lo que lo han venido haciendo en ciencia y tecnología así como investigación y desarrollo.

Después de observados los resultados, se podría buscar un modelo o una técnica que permita cuantificar de manera más exacta la influencia que tiene la innovación para el sector manufacturero. También se podría replicar este mismo ejercicio a otras actividades que tengan comportamiento de libre mercado para así respaldar las conclusiones halladas en este trabajo.

## 8. Referencias

- Departamento Nacional de Estadísticas, Dirección de Metodología y Producción Estadísticas. (2011). *Metodología de la Encuesta Anual Manufacturera-EAM*. Bogotá.
- Departamento Nacional de Estadísticas, Dirección de Metodología y Producción Estadísticas. (2013). *Boletín de prensa Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica – EDIT VI*. Bogotá.
- Departamento Nacional de Estadísticas, Dirección de Metodología y Producción Estadísticas. (2011). *Metodología de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica-EDIT*. Bogotá.
- 
- Departamento Nacional de Planeación. (2010). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014. Prosperidad para todos*. Bogotá.
- Naciones Unidas, Departamento de asuntos económicos y sociales. (1990). Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU). *Informes Estadísticos*. Serie No. 4, Rev. 3, Nueva York.
- OCDE/ Eurostat (1997). *Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data – Oslo Manual*. París.
- Introducción a la innovación. (Paiva, Esteban). Extraído el 1 de septiembre de 2015 desde <http://www.slideshare.net/EstebanPaiva/1eintroduccion-a-la-innovacion-conicyt>.
- RICYT/ OEA/ OCYT/ CYTED/ COLCIENCIAS (2001). *Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe – Manual de Bogotá*. Bogotá.
- El mercado de los licores gana terreno en la economía colombiana. (Revista Dinero). Extraído el 22 de julio de 2015 desde <http://www.dinero.com/imprimir/211372>.

## LISTA DE ANEXOS

### ANEXO 1. Actividades industriales investigadas que invirtieron en actividades de innovación (CIU Rev. 3 A.C.) 2009-2010 (Valores en miles de pesos)

CIU REV.3.A.C.	INVERSIÓN EN ACTIVIDADES CIENTÍFICAS, TECNOLÓGICAS Y DE INNOVACIÓN							
	Empresas	Monto invertido	Empresas	Monto invertido	Empresas	Monto invertido	Empresas	Monto invertido
	2009	2009	2010	2010	2011	2011	2012	2012
<b>Total</b>	<b>2.300</b>	<b>2.256.052.389</b>	<b>2.722</b>	<b>2.559.005.629</b>	<b>1.427</b>	<b>1.858.567.787</b>	<b>1.846</b>	<b>2.502.000.801</b>
151	60	46.711.526	69	68.539.047	41	64.334.762	51	78.963.749
152	36	17.192.412	44	33.690.833	21	8.827.847	32	16.577.045
153	45	73.840.033	60	71.042.574	34	25.054.098	42	32.980.250
154	53	62.997.538	68	69.949.730	28	20.385.472	39	19.828.682
155	110	32.265.575	132	40.842.181	68	38.867.341	98	39.053.678
156	15	5.793.800	16	5.050.866	9	3.326.604	15	6.021.080
157	16	78.991.500	16	69.042.544	12	38.839.114	12	44.473.886
158	58	120.429.195	61	129.970.631	46	113.444.312	59	163.352.536
159	40	339.568.789	40	364.274.917	17	175.514.299	21	143.243.515
171 - 172 <sup>a/</sup>	19	18.199.388	20	25.834.316	9	3.157.618	12	54.948.109
173	14	1.925.365	18	4.185.557	13	2.040.113	19	4.644.944
174	44	6.839.762	47	6.225.555	21	6.247.484	28	14.839.725
175	13	8.484.791	20	20.875.875	14	18.310.446	13	18.270.080
180	163	17.582.180	199	31.843.392	71	16.370.411	107	24.154.267
192	44	3.818.692	69	9.573.249	26	3.321.700	33	7.129.062
193	10	1.777.070	10	5.184.001	5	2.376.133	10	2.467.231
201	8	277.172	9	454.203	7	318.450	11	1.528.467
202	5	2.583.513	6	5.567.612	2	38.000	3	171.846
203	4	2.006.177	6	988.806	3	252.408	8	962.372
209	6	93.822	7	325.425	4	444.932	3	413.032
210	54	144.652.310	59	116.756.509	42	54.349.628	42	69.587.982
221	69	33.671.857	86	45.199.716	25	18.366.876	36	26.735.113
222	81	38.683.536	108	44.021.638	42	27.210.422	54	39.073.393
223	15	974.263	18	3.505.487	7	1.376.219	11	2.572.857
230	7	142.406.966	11	141.243.746	13	225.492.494	16	303.437.314
240 <sup>b/</sup>	53	119.490.437	61	98.381.016				
241-243					37	140.501.974	47	238.229.963
251	26	25.217.066	29	30.019.456	15	19.611.119	15	18.062.667
252	187	132.897.206	209	155.796.140	107	96.861.699	148	131.322.558
261	24	22.172.666	30	35.277.064	17	25.942.344	22	10.256.965
269	94	68.287.176	114	315.724.987	65	205.870.160	77	354.224.260
271	38	168.973.323	43	48.219.038	21	154.306.631	26	102.991.197
272	6	3.926.083	12	2.453.184	8	2.420.436	13	3.177.749
281	66	13.718.171	89	16.839.088	42	7.110.200	56	8.104.639
289	99	30.459.853	116	40.129.773	58	19.573.179	65	18.943.011
291	71	13.607.670	81	17.603.956	47	9.915.028	62	15.453.009
292	66	21.904.295	74	29.227.217	46	9.695.489	52	24.453.639
293	7	21.754.628	8	39.212.173	4	46.971.259	6	53.297.036
341	4	26.148.204	6	21.155.909	4	40.529.876	5	136.942.071
342	17	3.754.565	18	6.005.942	13	1.955.042	19	4.105.256
343	32	5.940.756	32	10.867.241	25	5.438.064	25	8.620.818
350	18	10.853.903	18	16.169.140	13	10.442.587	15	14.230.939
361	106	29.762.136	134	36.692.871	74	17.233.157	95	29.907.837
369-191-204 <sup>d/</sup>	55	32.232.412	65	23.469.176	21	5.938.942	33	7.433.488
2421	15	4.843.733	16	6.683.768	15	18.011.836	15	28.394.627
2422	27	20.920.634	26	16.030.476	18	32.671.505	26	33.597.539
2423	89	56.741.600	105	58.221.723	68	49.554.564	82	48.379.912
2424	80	154.706.788	94	148.314.194	41	38.534.058	55	49.924.167
2429	34	14.036.230	35	18.592.406	26	9.859.923	28	11.173.241
300 - 310 - 320 - 330	97	51.935.622	108	53.731.281	62	21.351.532	84	35.343.998

FUENTE: DANE - Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica- EDIT V y EDIT VI. Elaboración propia

a/ Por reserva estadística se agregan las actividades 171 y 172.

b/ Por reserva estadística se agregan las actividades 241 y 243 en la 240 para 2009-2010.

c/ Por reserva estadística se agregan las actividades 241 y 243 para 2011-2012 y la actividad 240 no se recolecta.

d/ Por reserva estadística se agregan las actividades 369, 191 y 204.

## ANEXO 2. Número de empresas investigadas según actividad industrial 2011-2012

CIU Revisión 3 A.C.	Actividad Industrial	Total empresas	Participación (%)
151	Producción, transformación y conservación de carne y pescado	199	2,2
152	Elaboración de aceites y grasas; transformación de frutas y hortalizas	119	1,3
153	Elaboración de productos lácteos	149	1,6
154	Elaboración de productos de molinería, de almidones y productos derivados del almidón y alimentos preparados para	188	2,1
155	Elaboración de productos de panadería, macarrones, fideos, alcuuzuz y productos farináceos similares	539	5,9
156	Elaboración de productos de café	66	0,7
157	Ingenios, refinerías de azúcar y trapiches	30	0,3
158	Elaboración de otros productos alimenticios	185	2,0
159	Elaboración de bebidas	103	1,1
171	Preparación e hilatura de fibras textiles	18	0,2
172	Tejedura de productos textiles	44	0,5
173	Acabado de productos textiles no producidos en la misma unidad de producción	91	1,0
174	Fabricación de otros productos textiles	164	1,8
175	Fabricación de tejidos y artículos de punto y ganchillo	83	0,9
180	Fabricación de prendas de vestir; preparado y teñido de pieles	1.004	11,0
191	Curtido y preparado de cueros	46	0,5
192	Fabricación de calzado	268	2,9
193	Fabricación de artículos de viaje, bolsos de mano, y artículos similares; Fabricación de artículos de talabartería y	76	0,8
201	Aserrado, acepillado e impregnación de la madera	73	0,8
202	Fabricación de hojas de madera para enchapado, tableros contrachapados, laminados, de partículas y otros tableros y	17	0,2
203	Fabricación de partes y piezas de carpintería para edificios y construcciones	41	0,4
204	Fabricación de recipientes de madera	40	0,4
209	Fabricación de otros productos de madera; Fabricación de artículos de corcho, cestería y espartería	31	0,3
210	Fabricación de papel, cartón y productos de papel y cartón	157	1,7
221	Actividades de edición	239	2,6
222	Actividades de impresión	356	3,9
223	Actividades de servicios relacionadas con las de impresión	78	0,9
230	Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y combustible nuclear.	57	0,6
241	Fabricación de sustancias químicas básicas	156	1,7
2421	Fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario	34	0,4
2422	Fabricación de pinturas, barnices y revestimiento similar, tintas para impresión	85	0,9
2423	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales	207	2,3
2424	Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir; perfumes y preparados de tocador	174	1,9
2429	Fabricación de otros productos químicos ncp	105	1,1
243	Fabricación de fibras sintéticas y artificiales	6	0,1
251	Fabricación de productos de caucho	95	1,0
252	Fabricación de productos de plástico	646	7,1
261	Fabricación de vidrio y de productos de vidrio	87	1,0
269	Fabricación de productos minerales no metálicos ncp	345	3,8
271	Industrias básicas de hierro y de acero	128	1,4
272	Industrias básicas de metales preciosos y de metales no ferrosos	45	0,5
281	Fabricación de productos metálicos para uso estructural, tanques, depósitos y generadores de vapor	304	3,3
289	Fabricación de otros productos elaborados de metal y de servicios relacionados con el trabajo de metales	427	4,7
291	Fabricación de maquinaria de uso general	258	2,8
292	Fabricación de maquinaria de uso especial	294	3,2
293	Fabricación de aparatos de uso domestico ncp	27	0,3
30-31-32-33	Maquinaria electronica e instrumentos medicos	303	3,3
341	Fabricación de vehículos automotores y sus motores	19	0,2
342	Fabricación de carrocerías para vehículos automotores	81	0,9
343	Fabricación de partes y piezas y accesorios para vehículos automotores y para sus motores	107	1,2
350	Fabricación de otros tipos de equipo de transporte	57	0,6
361	Fabricación de muebles	496	5,4

FUENTE: DANE - Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica- EDIT VI

Nota: La diferencia en la suma de las participaciones obedece al sistema de aproximación en el nivel de dígitos.