



---

## ESTUDIOS / RESEARCH STUDIES

---

### Factores determinantes en la producción científica de los grupos de investigación en Colombia

Gladys Rueda-Barrios\*, Manuel Rodenes-Adam\*\*

\* Grupo de Investigación en Administración, Facultad de Administración de Empresas, Universidad Pontificia Bolivariana, Edificio E- 202, Bucaramanga, Colombia.

\*\* Grupo de Investigación ITIO, Departamento de organización de Empresas, Universidad Politécnica de Valencia. Correo-e: [gladys.rueda@upb.edu.co](mailto:gladys.rueda@upb.edu.co) ; [mrodenes@omp.upv.es](mailto:mrodenes@omp.upv.es)

Recibido: 26-02-2015; 2ª versión: 21-04-2015; Aceptado: 05-05-2015.

**Cómo citar este artículo/Citation:** Rueda-Barrios, G. y Rodenes-Adam, M. (2016). Factores determinantes en la producción científica de los grupos de investigación en Colombia. *Revista Española de Documentación Científica*, 39(1): e118. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/redc.2016.1.1198>

**Resumen:** Existe un gran debate sobre la forma como deben estar organizadas las instituciones creadoras de conocimiento, es el caso de las universidades, grupos y centros de investigación; así como, los procesos claves de gestión del conocimiento que deben aplicar los grupos de investigación; y los recursos financieros, humanos y tecnológicos necesarios para lograr un alto rendimiento en la investigación. El presente trabajo pretende, a partir de la revisión teórica y el estudio empírico, determinar la relación entre los resultados de producción científica obtenidos por los grupos de investigación adscritos a universidades en Colombia, respecto a las variables cultura organizacional, gestión del conocimiento y capital tecnológico. Para el análisis, se obtuvo una muestra de 223 grupos de investigación a nivel nacional, y que se encuentran registrados y categorizados por el Departamento Administrativo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia (Colciencias, 2010). Los datos analizados se obtuvieron a partir de la aplicación de una encuesta que permitía medir la percepción de los líderes investigadores sobre las variables independientes cultura de la universidad, procesos de gestión de conocimiento y capital tecnológico; y la variable dependiente, producción científica, se analizó a partir de la calificación que asigna Colciencias a cada grupo por los resultados de investigación obtenidos durante un periodo de tiempo. Las técnicas estadísticas utilizadas en este estudio son: el análisis de regresión y el análisis de ecuaciones estructurales, con los cuales se determinó que la cultura motivadora, el proceso de externalización en la gestión del conocimiento y el capital tecnológico influyen de forma positiva en los resultados obtenidos en producción científica.

**Palabras clave:** Cultura organizacional; gestión del conocimiento; capital tecnológico; producción científica; grupos de investigación de Colombia.

#### Determining factors in Colombian research groups' scholarly output

**Abstract:** There is much debate about how knowledge-creating institutions —such as universities, research groups and centers— should be organized, as well as about the key processes of knowledge management to be applied by research groups and the financial, human and technological resources needed to achieve high performance in research. The current work, based on a theoretical review and empirical study, aims to determine the relationship of scholarly production results obtained by research groups affiliated with universities in Colombia in terms of the variables of organizational culture, knowledge management, and technological capital. For this analysis, a sample was obtained of 223 research groups that are recognized and categorized by the National Administrative Department of Science, Technology and Innovation (Colciencias, 2010). The data analyzed were obtained from a survey that measured the perception of leading researchers about such independent variables as university culture, knowledge management processes, and technological capital. The dependent variable of scientific production was analyzed based on the rating assigned to each group by Colciencias for research results obtained over a period of time. The statistical techniques used in this study are regression analysis and structural equation analysis by which it was determined that the following variables have a positive influence on the results of scholarly output: the motivating culture, process of outsourcing knowledge management, and technological capital.

**Keywords:** Organizational culture; knowledge management; technological capital; scientific production; Colombian research groups.

**Copyright:** © 2016 CSIC. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-Non Commercial (by-nc) Spain 3.0.

## 1. INTRODUCCIÓN

La investigación es un pilar fundamental dentro de la misión universitaria, que contribuye al desarrollo económico, político y social de los países; representa también un valor agregado para la imagen y prestigio de las universidades de acuerdo a los resultados de producción científica alcanzados. Por este motivo, la universidad y los grupos de investigación son objeto de importantes análisis y reflexiones desde diferentes disciplinas, tales como la psicología, sociología, economía, educación, administración, ingenierías y científicos en general.

Los grupos, centros e institutos de investigación adscritos a las universidades son los encargados de producir conocimiento, estudiar distintos fenómenos, ayudar a resolver problemas de las empresas e impactar de forma positiva en todos los campos de la sociedad y del conocimiento; por lo tanto, al resultado de estas investigaciones al hacerse público se le denomina producción científica; convirtiéndose en un tema de especial interés desde finales del siglo XIX por las universidades alemanas, quienes empezaron a considerarla como una nueva actividad que permitía ser referente para las demás universidades europeas y norteamericanas (Clark, 1997).

En Colombia, el ejercicio de la investigación se desarrolla principalmente a través de grupos de investigación promovidos por las universidades y el Departamento Administrativo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación – Colciencias. Se denomina grupo de investigación "*al conjunto de personas que interactúan para investigar y generar productos de conocimiento en uno o varios temas, de acuerdo con un plan de trabajo de corto, mediano o largo plazo (tendiente a la solución de un problema). Un grupo es reconocido como tal, siempre que demuestre continuamente resultados verificables, derivados de proyectos y de otras actividades procedentes de su plan de trabajo*" (Colciencias, 2010); actualmente, Colciencias reconoce 4.072 grupos de investigación, de los cuales 3.653 pertenecen a universidades y 71 son centros de investigación. Los resultados de investigación de los grupos están condicionados por la influencia de muchas variables, entre ellas la cultura de las instituciones universitarias, los procesos internos de gestión de conocimiento en los grupos y las instituciones, el apoyo económico para la investigación, el interés por parte de sus directivos para lograr avances y los recursos tecnológicos, entre otros. La investigación es un proceso que requiere de una serie de insumos para lograr los resultados esperados, los cuales deben producir unos output o salidas denominados productos, tales como artículos científicos publicados en revistas de alto impacto,

libros, patentes, ponencias, entre otros (Bermeo, 2007; Rivera y otros, 2009).

Desde la perspectiva de la producción científica, los estudios relacionados con las entradas o insumos se han centrado en diferentes unidades de análisis, algunos realizados a las instituciones académicas, otros centrados en los grupos de investigación, áreas de investigación o investigadores individuales, por lo que se recomienda que las evaluaciones de rendimiento y eficiencia en la investigación deben realizarse a nivel de grupos o "micro-unidades" y a nivel global o "macro-unidades", porque de esta manera se logra un análisis detallado que puede proporcionar conclusiones interesantes (Cherchye y Vanden Abeele, 2005).

Entre los factores explicativos e indicadores asociados a la producción científica se encuentran los factores institucionales, culturales, financieros, profesionales, atributos personales y demográficos. Sin embargo, hasta el momento no hay un criterio único que permita establecer y estandarizar los determinantes de la producción científica para lograr un alto rendimiento en la investigación (Avital y Collopy, 2001).

Basados en la literatura científica (Avital y Collopy, 2001; Bozeman y Corley, 2004; Rivera y otros, 2009; Heinze y otros, 2009) se propone para esta investigación un modelo de investigación aplicado a los grupos de investigación de las universidades de Colombia, que incluye una variable dependiente denominada producción científica y tres variables independientes consideradas factores determinantes: la cultura de las instituciones universitarias, los procesos de gestión de conocimiento y el capital tecnológico.

Un primer punto clave en este trabajo, es identificar la cultura organizacional y las dimensiones culturales que intervienen en el desarrollo de las actividades de investigación de las universidades. Algunos estudios han analizado a las universidades, su forma de organización y las estructuras necesarias que deben mantener en estos tiempos de constantes cambios para dar lugar a una mejor labor en la docencia, la investigación y la extensión (Clark, 1997; Harvey y otros, 2002; Van der Meulen, 2002; Czerniewicz y Brown, 2009; Rodríguez y Páez, 2009). En este sentido, se entiende que las universidades son organizaciones con recursos y procesos que buscan ofrecer servicios en el sector de la educación y por lo tanto poseen una cultura organizacional propia que las identifica y que interviene en el desarrollo de las actividades diarias, en el quehacer científico y en la generación del conocimiento; ese carácter particular hace que se puedan citar distintos tipos de universidades, con distintos valores, prácticas y estructuras.

Una segunda variable, reconocida por muchas organizaciones hoy en día, es la gestión del conocimiento. Las universidades son organizaciones creadoras de conocimiento y por lo tanto se consideran actores principales en la creación y difusión del conocimiento a la sociedad; a ellas están adscritos los grupos, centros y/o institutos que trabajan en investigación en Colombia. En consecuencia, es importante el análisis de los procesos de la gestión del conocimiento en estas instituciones, particularmente en los grupos de investigación, logrando un mayor protagonismo de la investigación universitaria en los sectores empresariales, sociales y estatales (Nonaka y Takeuchi, 1995; Bueno y otros, 2003; Jaime y otros, 2005; Gaviria y otros, 2007).

La última variable independiente del modelo tiene en cuenta el capital tecnológico de los grupos de investigación que permite dar soporte a las labores investigativas, tales como recursos bibliográficos, laboratorios, equipos, licencias, personal I+D, entre otros; además de considerar los recursos basados en las tecnologías que están lideradas por internet y otras tecnologías emergentes que han impactado en el desarrollo de la producción científica. En el caso de las universidades, y propiamente en los grupos de investigación, además de las tecnologías que puedan incorporar en sus procesos básicos de investigación, también el campo virtual se ha convertido en una herramienta clave ya que permite el desarrollo interno de la investigación propia del grupo, pero además permite el intercambio de conocimiento, la colaboración con grupos externos a la institución, fortaleciendo su propia investigación y aumentando el logro de resultados.

Las tres variables seleccionadas han sido analizadas por otras investigaciones de forma independiente (Bueno y otros, 2003; Jaime y otros, 2005; Acevedo y otros, 2005; Harvey y otros, 2002; Jaime y Blanco, 2007; Gaviria y otros, 2007; Rodríguez y Páez, 2009), ya que su relación con la producción científica puede tener una incidencia fuerte; y por este motivo el presente trabajo quiere comprobar la existencia de la relación de estas variables independientes con la producción científica, y además la relación existente entre sí de las variables independientes.

## 2. OBJETIVOS DE ESTA INVESTIGACIÓN

El objetivo general es analizar la cultura de la organización, los procesos claves de la gestión del conocimiento, el capital tecnológico, y su relación con los resultados de producción científica obtenidos por los grupos de investigación adscritos a universidades en Colombia.

Los objetivos específicos que se desprenden del objetivo general son:

- Determinar la relación entre la cultura de la universidad y los resultados de producción científica.
- Identificar los procesos de gestión del conocimiento de los grupos de investigación basados en el Modelo SECI<sup>1</sup> y establecer su relación con los resultados de producción científica.
- Identificar el capital tecnológico de los grupos de investigación y establecer su relación con los resultados de producción científica.
- Validar el modelo teórico mediante el análisis de resultados obtenidos del sector objeto de estudio considerando los grupos de investigación de universidades en Colombia.

## 3. MODELO E HIPÓTESIS DE ESTA INVESTIGACIÓN

Con base en el planteamiento del problema y la revisión teórica, se incluyen a continuación las hipótesis:

**Hipótesis 1:** *La cultura organizacional de una universidad basada en valores y prácticas orientados a la participación, el trabajo en equipo, la interdisciplinariedad, la innovación y el interés por la investigación, se relaciona positivamente con los resultados de Producción Científica.*

En el siglo XXI, las universidades deben tener una transición de valores y prácticas tradicionales hacia la evolución de nuevos esquemas culturales que propicien nuevas políticas universitarias para los procesos de investigación, las prácticas de los profesores y la manifestación de estos mediante los resultados de alta calidad en la docencia y la investigación. En este sentido, esta investigación pretende identificar factores críticos de la cultura de las instituciones universitarias y su relación con los resultados de producción científica obtenidos por los grupos de investigación (Clark, 1997; Avital y Collopy, 2001; Harvey y otros, 2002; Van Der Meulen, 2002; Gaviria y otros, 2007; Rodríguez y Páez, 2009; Tomas y Rodríguez, 2009).

**Hipótesis 2:** *Los procesos claves de gestión del conocimiento que involucra cada una de las actividades del modelo SECI, se relacionan positivamente con los resultados de Producción Científica.*

Se han realizado estudios que permiten medir los procesos de gestión del conocimiento en los centros de investigación. Citando algunos de los resultados encontrados, se evidencia que los procesos claves que permiten la gestión del conocimiento como la socialización, exteriorización, combinación

e internalización propician el aumento de nuevos conocimientos (Arbonés, 1999; Bueno y otros, 2003; Jaime y otros, 2005; Jaime y Blanco, 2007; Gaviria y otros, 2007). En este sentido existen prácticas y rutinas relacionadas con la compartición y divulgación de conocimientos que llevan a cabo los grupos de investigación y que influyen en una mayor producción científica.

**Hipótesis 3:** *El Capital Tecnológico que involucra esfuerzo I+D, personal y tiempo I+D, dotación tecnológica, y uso de las TIC para la investigación, se relacionan positivamente con los resultados obtenidos en Producción Científica.*

La capacidad que tienen los grupos de investigación en cuanto a dotación tecnológica, las tecnologías de información, inversión en I+D e infraestructura permiten pronosticar mejores resultados de producción científica (Acevedo y otros, 2005). El hecho de que un grupo de investigación tenga las herramientas y recursos necesarios propicia mayor investigación y una mayor motivación por parte de los investigadores, por lo tanto se reconoce la importancia del capital tecnológico en los procesos de investigación y en los resultados obtenidos (Bueno y otros, 2003).

**Hipótesis 4:** *La cultura organizacional de una universidad basada en valores y prácticas orientados a la innovación, la participación, el trabajo en equipo, la interdisciplinariedad e interés por la investigación, se relaciona positivamente con los procesos de Gestión del Conocimiento.*

La cultura es un factor que interviene en las actividades diarias de la gestión del conocimiento y por lo tanto en este caso de las actividades de los docentes e investigadores, por ello en la literatura se propone un nuevo esquema de Organización denominado Hipertexto (Nonaka y Takeuchi, 1995), en el que los procesos de gestión del conocimiento se llevan a cabo basados en la cultura de la organización y en las características culturales que involucran políticas, valores y prácticas de una organización creadora de conocimiento. De acuerdo al tipo de cultura en una organización, se puede facilitar o no el proceso de gestión del conocimiento; aspectos como los incentivos, espacios de investigación, trabajo interdisciplinario, tiempo, autonomía, participación y carácter institucional pueden redundar en la creación y conversión del conocimiento.

**Hipótesis 5:** *La cultura organizacional de una universidad basada en valores y prácticas orientados a la innovación, la participación, el trabajo en equipo, la asignación de recursos, la adopción y uso de tecnologías, los esfuerzos y recursos tecnológicos para la investigación se relacionan positivamente con el Capital Tecnológico.*

La cultura organizacional emprendedora y profesional contempla valores orientados a la importancia de la formación, la divulgación de eventos científicos, asignación de recursos, promoción de alianzas y convenios, y el uso de nuevas tecnologías, influyendo todas ellas en el capital tecnológico, tales como, mayores recursos de I+D, personal I+D, dotación tecnológica y acceso a nuevas tecnologías de la información y la comunicación (Bueno y otros, 2003; Lopez-Nicolas y Meroño, 2009).

**Hipótesis 6:** *El Capital Tecnológico basado en el esfuerzo I+D, personal y tiempo I+D, dotación tecnológica, y uso de las TIC para la investigación se relaciona positivamente con los procesos de Gestión del Conocimiento.*

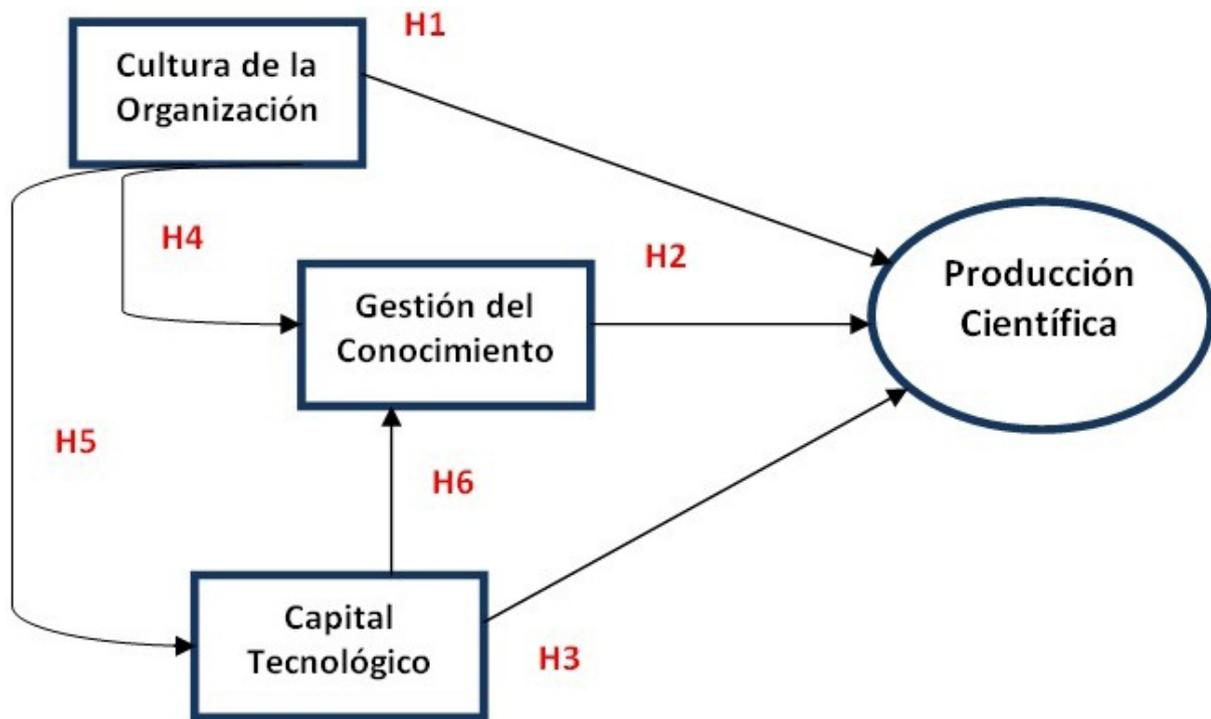
En el análisis teórico se encuentra una relación entre la gestión del conocimiento y el capital tecnológico; es importante contar con los recursos tecnológicos necesarios para el desarrollo de la investigación y que son útiles en cada uno de los procesos de gestión del conocimiento (Bueno y otros, 2003). Es decir, se considera necesario para que los procesos de gestión del conocimiento sean más rápidos y adecuados contar con los recursos tecnológicos relacionados con las tecnologías de la información (Chang y otros, 2005; Meroño, 2005; Lopez-Nicolas y Meroño 2009).

Según el planteamiento y la fundamentación de las hipótesis, en la figura 1 se visualiza el modelo de investigación y las relaciones planteadas entre las variables.

### 3.1 Metodología

Este trabajo tiene un alcance descriptivo, correlacional y explicativo; utilizando el método deductivo de manera que permite conocer la realidad de forma empírica; utilizando como herramienta para la recolección de datos un instrumento cuantificable (encuesta) aplicado a los grupos de investigación adscritos a las universidades en Colombia en un único periodo de 4 meses en el año 2011.

El número total de grupos de investigación clasificados por Colciencias es de 4.072 (incluye grupos de empresas, universidades y centros oficiales de investigación), distribuidos en la categoría A1 (187), A (256), B (652), C (933), D (2.044). De éstos, se consideraron como población objeto para el estudio 3.653 grupos de investigación adscritos exclusivamente a las universidades, de acuerdo con la información obtenida en la plataforma ScienTI-Col, en la última convocatoria de medición de grupos (Colciencias, 2010).

**Figura 1.** Modelo de investigación y relaciones entre variables

Para calcular el tamaño de la muestra se aplicó la fórmula de muestreo aleatorio simple (Miquel, 1997), con un nivel de confianza del 95% y  $z=1,96$ , una variabilidad positiva de  $p=0,5$  y negativa  $1-q=0,5$  y considerando un error del 5%, el tamaño de la muestra es de 347 casos (grupos de investigación), de los que se obtuvo respuesta de 223 casos, por lo que el error de estimación que se puede estar cometiendo es de 6,35%.

El estudio consideró como variable dependiente el indicador de producción científica de cada grupo, según el escalafón de grupos de investigación creado y clasificado por Colciencias (2008), que se denomina índice ScientiCol y que se encuentra visible en la Plataforma virtual ScienTI-COL. El proceso consiste en hacer una ponderación de los productos resultados de investigación del grupo en un período de observación (últimos 5 años), teniendo en cuenta el número de integrantes del grupo y la edad del grupo; es decir, un grupo tiene una puntuación base de acuerdo con una condición mínima de entrada al modelo y aumentará su condición de acuerdo a los requerimientos de existencia, calidad y visibilidad de la producción, como se puede ver en la Tabla I.

**TABLA I.** Categorías de los grupos de investigación

Categoría	ScientiCol
A1	<ul style="list-style-type: none"> <li>ScientiCol mayor o igual a: 9,0</li> <li>Edad del grupo mayor o igual a 5 años</li> </ul>
A	<ul style="list-style-type: none"> <li>ScientiCol mayor o igual a: 7,0</li> <li>Edad del grupo mayor o igual a 5 años</li> </ul>
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>ScientiCol mayor o igual a: 4,0</li> <li>Edad del grupo mayor o igual a 3 años</li> </ul>
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>ScientiCol mayor o igual a: 2,0</li> <li>Edad del grupo mayor o igual a 2 años</li> </ul>
D	<ul style="list-style-type: none"> <li>ScientiCol mayor o igual a: 0,0</li> <li>Edad del grupo mayor o igual a 1 año</li> </ul>

Fuente: Colciencias, 2010.

Las condiciones mínimas para la categorización de un grupo exigen:

- Estar registrado en el sistema GrupLac de la Plataforma ScienTI - Colombia en Colciencias.
- Tener uno o más años de existencia.
- Estar avalado al menos por una (1) Institución registrada en el sistema InstituLAC de la Plataforma ScienTI - Colombia, a la cual el grupo haya registrado que pertenece.

- Tener al menos un proyecto de investigación en marcha.
- Que por lo menos una (1) de las personas vinculadas al grupo como investigador, posea una formación de pregrado, maestría, o doctorado concluida.
- Tener registrado al menos un (1) producto de nuevo conocimiento desarrollado por el grupo de investigación obtenido dentro de la ventana de observación.
- Reportar al menos dos productos resultantes de actividades de investigación relacionadas con la formación y la apropiación social del conocimiento, divulgación, extensión, o una combinación de éstas.
- Todos los productos resultados del quehacer científico de los miembros del grupo de investigación en un período de observación (últimos 5 años) deben estar registrados en la plataforma virtual ScienTI-COL; así mismo, se deben adjuntar los archivos que contienen los documentos requeridos en cada uno de los productos, necesarios verificar su existencia.

El índice ScientiCol se calcula asignando un peso según las características de cada producto (entre 0-1) y agrupando los productos según su tipología, de esta manera se crea un indicador que es dividido en un umbral definido para obtener los índices, como se muestra en la siguiente fórmula (Colciencias, 2008):

$$\text{ScientiCol} = 5 * (\text{NC}) + 3,5 * (\text{NCA}) + 1 * (\text{F}) + 0,5 * (\text{D})$$

y que se expresa así:

**Índice de producción de Nuevo Conocimiento (NC):** Este indicador está conformado por un subconjunto de productos, tales como artículos, libros, capítulos de libros, patentes, productos registrados, empresas spin off, normas. Los pesos asignados para el indicador de existencia oscilan entre 0 y 1; en el indicador de calidad el peso oscila entre 3,0 y 0,1 dependiendo del tipo de producto y el subtipo que indica la relevancia o impacto de la publicación, la editorial o revista indexada o reconocida.

$\text{INC} = \text{Art. A} + \text{Art. B} + \text{Art. C} + \text{Art. O} + \text{Libro A1} + \text{Libro A2} + \text{Libro B} + \text{Libro C} + \text{Libro O1} + \text{Cap. A1} + \text{Cap. A2} + \text{Cap. B} + \text{Cap. C} + \text{Cap. O1} + \text{Pat. Inv. A1} + \text{Pat. Inv. A2} + \text{Pat. Inv. A3} + \text{Pat. Inv. A4} + \text{Pat. Inv. O} + \text{Pat. Mod. Util. A} + \text{Pat. Mod. Util. O} + \text{Reg. A} + \text{Reg. O} + \text{Empresa A} + \text{NO. Pat. A} + \text{Norma.}$

**Índice de producción de Nuevo Conocimiento Tipo A (NCA):** Este indicador está conformado por un subconjunto de productos que tienen mayor

importancia y relevancia para la ciencia, y que se han publicado en revistas y editoriales reconocidas e indexadas de mayor impacto a nivel científico. Para este indicador los productos toman el mayor valor asignado, tal es el caso de los artículos en revistas tipo A que toman el mayor valor 1,0, libros 3,0, capítulos de libros 0,6, productos patentados 4,0, productos registrados 1,0, empresas spin off 1,0 y normas 1,0.

$\text{INCA} = \text{Art. A} + \text{Libro A1} + \text{Libro A2} + \text{Cap. A1} + \text{Cap. A2} + \text{Pat. Inv. A1} + \text{Pat. Inv. A2} + \text{Pat. Inv. A3} + \text{Pat. Inv. A4} + \text{Pat. Mod. Util. A} + \text{Reg. A} + \text{Empresa A} + \text{No. Pat. A} + \text{Norma.}$

Cabe destacar que los Índice de producción de Nuevo Conocimiento (NC) y el Índice de producción de Nuevo Conocimiento Tipo A (NCA) se diferencian porque, el primero agrupa todos los artículos, libros, capítulos, patentes, modelos de utilidad, creación de spin-off y normas que evidencien su existencia y calidad medido en diferentes niveles de impacto; el segundo índice, agrupa los mismos productos pero que cuentan con criterios de calidad de alto impacto a nivel nacional e internacional y clasificados por Colciencias como productos A y A1. Estos productos para considerarse A y A1 en el caso de los artículos deben estar publicados en revistas especializadas que se encuentran clasificadas en Publindex, Latindex, Scopus, ISI; los libros y capítulos de libros deben ser publicados por editoriales de alto impacto reconocidas por Colciencias y Book Citation Index; los software y patentes (Inventión y modelos de utilidad), deben estar registrados en las instituciones de registro correspondientes o de patentamiento formalmente constituidas; las empresas Spin-off deben tener registro tributario en Colombia, presentar estados financieros y al menos un producto en el mercado; y las normas, que corresponden a una regulación, reglamento o legislación, en este caso la entidad que emitió la norma debe certificar la participación del grupo en su construcción.

**Índice de producción de Formación (F):** Este indicador se refiere a los productos de formación del grupo, tales como tesis doctoral, tesis de maestría, trabajos de grado, programas académicos de doctorado, programa académico de maestría, cursos de doctorado y cursos de maestría, que se ponderan según sus características y peso entre 1,6 y 0,1.

$\text{IF} = \text{Tes. Doc. A} + \text{Tes. Doc. A2} + \text{Tes. Doc. A3} + \text{Tes. Doc. O} + \text{Tes. Maes. A} + \text{Tes. Maes. O} + \text{Trab. Gra. A} + \text{Trab. Gra. O} + \text{Prog. Aca. Doc.} + \text{Prog. Acad. Maes.} + \text{Curso Doc.} + \text{Curso de Maes.}$

Para validar los productos de formación, el miembro del grupo de investigación debe entregar copia del acta de grado, del diploma o del registro académico del estudiante en el que conste su participación como Director. La clasificación del producto en A, A2, A3 y O depende de la nota y el reconocimiento obtenido (Aprobado, Cum Laude, Summa Cum Laude). Así mismo, este índice tiene en cuenta los programas de doctorado y maestría y cada uno de los cursos creados por miembros del grupo de investigación.

**Índice de producción de Divulgación (D):** Se refiere a todos los productos de servicios y divulgación del grupo, como son: Servicios técnicos, consultorías, cursos de extensión, textos, literatura de circulación restringida, productos de divulgación. Las características y peso de los productos oscilan entre 1,0 y 0,3.

ID = Ser. Técnicos + Consult. + Curs. Ext. + Texto + Prod. Divulg. + Liter. Restrig.

Para validar los productos de divulgación se deben adjuntar el contrato del servicio de consultoría prestado, y certificados de calidad emitidos por la institución que utilizó el servicio, en los que conste el nombre del investigador, el grupo de investigación al que pertenece y la calidad de la consultoría.

El peso asignado a cada producto en este modelo es proporcional a la participación de los miembros del grupo. Es decir, cuando un producto tiene un único autor, sólo podrá estar relacionado a un grupo de investigación, cuando un producto es resultado de colaboración entre miembros de varios grupos, el peso total del producto se distribuye de manera proporcional teniendo en cuenta el número de autores del grupo. Después de obtener el peso de cada producto, se agrupan y se suman los pesos por tipología para obtener los indicadores de Nuevo Conocimiento (NC), Nuevo conocimiento tipo A (NCA), Formación (F) y Divulgación (D).

Para medir las variables independientes del modelo propuesto se diseñó y aplicó un **cuestionario** que se divide en 4 grandes bloques: datos generales, cultura organizacional, gestión del conocimiento y capital tecnológico; los enunciados de la encuesta relacionadas con las variables independientes se plantearon como afirmaciones y las respuestas en escala de estimación Likert (ordinal) con valores desde 1 (totalmente en desacuerdo), 2 (bastante en desacuerdo), 3 (neutral), 4 (bastante de acuerdo), 5 (totalmente de acuerdo).

Las variables de cultura de la organización, las afirmaciones propuestas y la escala Likert se

muestran en la tabla II; estas variables fueron propuestas basados en la taxonomía de valores y prácticas expuestas por diferentes autores en la literatura científica y agrupadas en 5 dimensiones: participativa, profesional, motivacional, trabajo en equipo, y emprendedora (Leidner y Kayworth, 2006; Pümpin y García, 1988; Moncaleano, 2002; Rueda, 2005).

Las variables de gestión del conocimiento se plantearon adoptando el modelo SECI (socialización, externalización, combinación e internalización), a partir del cual se plantearon las afirmaciones y la escala Likert, como se muestra en la tabla III (Bueno y otros, 2003; Jaime y otros, 2005; Gaviria y otros, 2007).

Las variables para el capital tecnológico se plantearon a partir del modelo Intellectus<sup>2</sup> (Bueno y otros, 2003), utilizado como referente para muchas investigaciones en otros estudios sobre organismos y centros de investigación en España, y que se muestran en la tabla IV (Bueno y otros, 2003; Meroño, 2005).

Para la variable producción científica se tomó como medida la categoría asignada por Colciencias (2010) de acuerdo a los resultados de investigación en un período de observación, como se explicó anteriormente y que se resume en la tabla V.

Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico SPSS versión 18 y las técnicas estadísticas que se emplearon en este estudio se relacionan en la tabla VI.

La encuesta fue aplicada a los directores de grupos de investigación a través de Google Docs, obteniendo como respuesta 178 cuestionarios en formato online, y en otros casos dada la ubicación geográfica de algunas universidades se hizo la aplicación del cuestionario de forma personal obteniendo una respuesta de 45 cuestionarios, para un total de 223 encuestas.

Las variables finales del modelo se obtienen a partir del análisis factorial, técnica multivariante que parte del análisis de datos para proceder a realizar una agrupación de las variables similares en nuevas variables denominadas factores (Rueda, 2012). Esta reducción se requiere porque puede existir un exceso de variables que dificulta el análisis de la información, o porque presenta la misma información de manera redundante (Aldàs-Manzano, 2005). Las variables analizadas para la investigación presentaron cargas factoriales superiores a 0,70, un Alpha de Cronbach superior a 0,60, y la varianza explicada superior a 60%.

**Tabla II.** Variables e indicadores de Cultura de la Organización

<b>CULTURA ORGANIZACIONAL</b> <b>Escala Likert (1-5)</b>	
<b>Variable e indicador</b>	<b>Afirmación</b>
<b>CULTURA PARTICIPATIVA:</b> Orientada a la participación de los docentes investigadores en la planeación estratégica, la generación de ideas, facultad para tomar decisiones, comunicación y autonomía en el trabajo.	
Compromiso directivo	Los directivos de la universidad están comprometidos con los valores y prácticas orientados a la investigación.
Procesos de comunicación	Los procesos de comunicación en la universidad son asertivos y permiten el flujo de información.
Estilo de Dirección	El estilo de dirección en la universidad es participativo, flexible e integrador.
Toma de decisiones	La Dirección de Investigaciones en la universidad tiene autonomía en la toma de decisiones.
<b>CULTURA PROFESIONAL:</b> Orientada a la preparación y formación de los docentes investigadores, y la utilización de nuevas tecnologías en el ejercicio de la docencia y la investigación.	
Organización de Eventos científicos	La universidad promueve y apoya la realización de eventos científicos para la divulgación de la investigación.
Formación en programas de posgrado	La universidad apoya a los docentes investigadores con descarga de tiempo para la formación en programas de posgrado.
	La universidad brinda apoyo económico para la formación en programas de posgrado.
Asistencia a eventos científicos	La universidad brinda apoyo económico para asistir a eventos nacionales de investigación.
	La universidad brinda apoyo económico para asistir a eventos internacionales de investigación.
Formación en nuevas tecnologías	La universidad capacita a los docentes en nuevas tecnologías para el ejercicio de la investigación.
<b>CULTURA MOTIVADORA:</b> Se preocupa por el bienestar de las personas, posibilidades de desarrollo de los empleados, calidad y confianza en las relaciones con los directivos, reconocimiento y credibilidad en el trabajo realizado.	
Crecimiento profesional y personal	La universidad aporta a su crecimiento profesional y personal.
Incentivos económicos	La universidad ofrece incentivos económicos a los docentes investigadores por resultados anuales de producción científica.
Reconocimientos	La universidad realiza reconocimientos públicos a los docentes investigadores por logros anuales de producción científica.
<b>CULTURA TRABAJO EN EQUIPO:</b> Orientada al desarrollo de actividades en equipo interdisciplinarios dentro de la organización, que comparten conocimientos y experiencias de trabajo, participan en la toma de decisiones conjuntas, y generan valores como la colaboración y la solidaridad.	
Equipos multidisciplinares	La universidad promueve proyectos de investigación con equipos de trabajo multidisciplinares.
Nuevos grupos de investigación	La universidad promueve la creación de nuevos grupos y líneas de investigación.
Alianza entre grupos de investigación	La universidad fomenta las alianzas para la realización de proyectos entre grupos de investigación.
<b>CULTURA EMPRENDEDORA:</b> Orientada al desarrollo de nuevas experiencias y proyectos, mayor investigación, a asumir nuevos riesgos y tolerancia al fracaso, dispuestos al cambio y con pensamiento positivo frente a la innovación.	
Convenios interinstitucionales	La universidad promueve convenios con Universidad-Empresa-Estado para el desarrollo de proyectos de investigación.
Presupuesto para la investigación	La universidad asigna presupuesto suficiente para la investigación.
Políticas de investigación	La universidad promueve políticas generales que apoyan la investigación.
Nuevos proyectos	La universidad apoya y financia la ejecución de nuevos proyectos de investigación.

Fuente: Elaborado a partir de Pümpin y García, 1988; Moncaleano, 2002; Leidner y Kayworth, 2006; Rueda, 2005.

**Tabla III.** Variables e indicadores de Gestión del conocimiento

<b>GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO</b> <b>Escala Likert (1-5)</b>	
<b>Variable e indicador</b>	<b>Afirmación</b>
<b>SOCIALIZACIÓN</b>	
Resultados del grupo	Los miembros del grupo socializan los resultados de investigación dentro del grupo.
Propuestas de investigación	Los miembros del grupo socializan las propuestas de investigación dentro del grupo.
Direccionamiento del grupo	Los miembros del grupo se reúnen para diseñar y direccionar estrategias que favorezcan el aprendizaje y crecimiento del grupo.
<b>EXTERNALIZACIÓN</b>	
Experiencias y resultados compartidos	El grupo de investigación comparte sus resultados y experiencias con otros grupos.
	El grupo de investigación registra y documenta los proyectos, resultados y experiencias investigativas.
Participación en redes científicas	El grupo de investigación participa en redes y sociedades científicas.
<b>COMBINACIÓN</b>	
Publicación de resultados de investigación	El grupo de investigación realiza la publicación de libros con el desarrollo de metodologías y resultados de investigación.
	El grupo de investigación realiza la publicación de artículos científicos.
Sistematización en Plataformas Tecnológicas	El grupo de investigación sistematiza los productos, resultados de proyectos de investigación en la plataforma virtual ScienTI-COL de Colciencias.
	El grupo de investigación sistematiza los productos, resultados de proyectos de investigación en la plataforma virtual propia de la universidad.
Registro de productos	El grupo de investigación registra ante la Dirección Nacional de Derechos de Autor el software desarrollado por el grupo.
	El grupo de investigación registra ante el organismo correspondiente las patentes desarrolladas por el grupo.
<b>INTERNALIZACIÓN</b>	
Uso de metodologías en el grupo	El grupo de investigación utiliza metodologías propias para el desarrollo de proyectos de investigación.
	El grupo de investigación utiliza métodos y experiencias para el ejercicio de la investigación, desarrollados por otros grupos.
Uso de resultados de investigación	El grupo de investigación tiene en cuenta los resultados de otros grupos de investigación para el desarrollo de sus propios proyectos.

Fuente: Elaborado a partir de Takeuchi, 2006; Gaviria y otros, 2007.

### 3.2 Caracterización de la muestra

De acuerdo a la muestra analizada, en el estudio participaron 73 universidades, con un total de 223 grupos de investigación que corresponden a 22 departamentos de Colombia, con un mayor porcentaje de participación de Santander con el 26,5%, Bogotá D.C con el 14,8% y Cundinamarca con el 11,2%. El 56,31% de los grupos de la muestra pertenecen a universidades privadas y el 43,69% pertenecen a Universidades públicas.

La tabla VII muestra el número de grupos que participaron en la muestra y el porcentaje de participación en cada una de las categorías definidas por Colciencias (2010).

Otro aspecto a destacar es el tamaño de los grupos de investigación, en la tabla VIII se muestra que los grupos con mayor producción científica tienen más personal de investigación y los grupos con menor producción científica cuentan con menos personal investigador. Además, los grupos con mayor producción científica tienen más de 10 años de creación y los grupos con menor producción científica están entre 1 y 10 años de creación.

A partir de la información registrada en la plataforma ScienTI-Col de Colciencias (GrupLAC) sobre los proyectos y productos realizados por los grupos de investigación de la muestra, en la tabla IX se encuentra un resumen del total de artículos producidos en cada categoría, libros, capítulos de libros, ponencias, software desarrollado y software registrado.

**Tabla IV.** Variables e indicadores de Capital Tecnológico

<b>CAPITAL TECNOLÓGICO</b> <b>Escala Likert (1-5)</b>	
<b>Variable</b>	<b>Afirmación</b>
<b>INVERSIÓN I+D</b>	
Personal de investigación	El grupo de investigación cuenta con personal suficiente para el desarrollo de proyectos de investigación.
Inversión en investigación	El grupo de investigación cuenta con suficiente presupuesto para la ejecución de proyectos de investigación.
<b>DOTACIÓN TECNOLÓGICA</b>	
Equipos y software	El grupo de investigación cuenta con software y equipos suficientes y adecuados para el desarrollo de la investigación.
Laboratorios	El grupo de investigación cuenta con laboratorios suficientes y adecuados para el desarrollo de la investigación.
Recursos bibliográficos	El grupo de investigación tiene disponibilidad de recursos bibliográficos de impacto científico.
<b>HERRAMIENTAS TIC</b>	
Bases de datos	Las bases de datos (académicas, científicas, empresariales) a las que tiene acceso la universidad, son suficientes y de calidad para el desarrollo de proyectos de investigación del grupo.
Herramientas colaborativas	La universidad promueve y provee a los grupos, herramientas tecnológicas para la interacción virtual con la comunidad científica.
<b>HERRAMIENTAS TIC (Dicotómica: Si - No)</b>	
Sistemas de Gestión del conocimiento	La universidad cuenta con una plataforma tecnológica en la que se registra el conocimiento que se gestiona desde el grupo.
	El grupo de investigación cuenta con una plataforma tecnológica en la que registra las actividades internas.
<b>HERRAMIENTAS TIC (Pregunta de selección múltiple)</b>	
Herramientas colaborativas	¿Qué herramientas colaborativas utilizan los miembros del grupo de investigación para el quehacer científico?

Fuente: Elaboración a partir de Bueno y otros, 2003; Meroño, 2005.

**Tabla V.** Medición de producción científica

<b>PRODUCCION CIENTIFICA</b>		
<b>Variable SPSS</b>	<b>Descripción</b>	<b>Escala</b>
CLAS_GRUP_INVES	<p>Clasificación asignada por Colciencias (2010) aplicando la siguiente formula:</p> $\text{ScientiCol} = 5 * (\text{NC}) + 3,5 * (\text{NCA}) + 1 * (\text{F}) + 0,5 * (\text{D})$ <p>INC= Art. A + Art. B + Art. C + Art. O + Libro A1 + Libro A2 + Libro B + Libro C + Libro O1 + Cap. A1 + Cap. A2 + Cap. B + Cap. C + Cap. O1 + Pat. Inv. A1 + Pat. Inv. A2 + Pat. Inv. A3 + Pat. Inv. A4 + Pat. Inv. O + Pat. Mod. Util. A + Pat. Mod. Util. O + Reg. A + Reg. O + Empresa A + NO. Pat. A + Norma.</p> <p>INCA= Art. A + Libro A1 + Libro A2 + Cap. A1 + Cap. A2 + Pat. Inv. A1 + Pat. Inv. A2 + Pat. Inv. A3 + Pat. Inv. A4 + Pat. Mod. Util. A + Reg. A + Empresa A + No. Pat. A + Norma.</p> <p>IF= Tes. Doc. A + Tes. Doc. A2 + Tes. Doc. A3 + Tes. Doc. O + Tes. Maes. A + Tes. Maes. O + Trab. Gra. A + Trab. Gra. O + Prog. Aca. Doc. + Prog. Acad. Maes. + Curso Doc. + Curso de Maes.</p> <p>ID = Ser. Técnicos + Consult. + Curs. Ext. + Texto + Prod. Divulg. + Liter. Restrig.</p>	Ordinal A1, A, B,C,D

**Tabla VI.** Técnicas estadísticas de la investigación

Análisis	Técnica
Caracterización de los grupos de investigación que participan en el estudio	Estadística Descriptiva
Agrupación de variables	Análisis factorial con método de rotación varimax
Análisis de correlación y comprobación de hipótesis	Análisis de correlaciones Análisis de regresión múltiple Modelo Lineal ANOVA Análisis de Caminos Análisis Estructural

**Tabla VII.** Grupos de la muestra de acuerdo a la clasificación de Colciencias

CLASIFICACION DE COLCIENCIAS	No. Grupos	% Participación
<b>A1</b>	31	13,90%
<b>A</b>	18	8,10%
<b>B</b>	42	18,80%
<b>C</b>	57	25,60%
<b>D</b>	75	33,60%
<b>TOTAL</b>	<b>223</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla VIII.** Número de investigadores por Grupo

CLASIFICACION	NUMERO DE INVESTIGADORES					Total Grupos por Categoría
	1 a 5	6 a 10	11 a 15	16 a 20	21 o más	
<b>A1</b>	3	6	6	9	7	<b>31</b>
	<b>8,30%</b>	<b>8,60%</b>	<b>12,50%</b>	<b>25,00%</b>	<b>20,58%</b>	
<b>A</b>	1	5	3	4	5	<b>18</b>
	2,80%	7,20%	6,25%	11,10%	14,70%	
<b>B</b>	7	16	7	6	6	<b>42</b>
	19,40%	23,18%	14,58%	16,16%	17,64%	
<b>C</b>	6	18	11	12	10	<b>57</b>
	16,70%	26,08%	22,91%	33,33%	29,41%	
<b>D</b>	19	24	21	5	6	<b>75</b>
	<b>52,80%</b>	<b>34,78%</b>	<b>43,75%</b>	<b>13,88%</b>	<b>17,64%</b>	
<b>Total Grupos por tamaño (223)</b>	36	69	48	36	34	<b>223</b>
	<b>16,14%</b>	<b>30,9%</b>	<b>21,5%</b>	<b>16,14%</b>	<b>15,24%</b>	

Fuente: Elaborado a partir de la plataforma ScientI Colciencias, 2010

El tiempo empleado para las labores de investigación se encuentra registrado y actualizado en el curriculum de cada investigador (CvLac) en la plataforma de Colciencias. En la tabla X se presenta el promedio de investigadores por grupo y el número de horas semanales dedicadas a la investigación.

Así mismo, dentro de la variable capital tecnológico se tuvo en cuenta el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en los grupos de investigación, específicamente he-

rramientas de apoyo para las actividades de investigación. Al respecto, se encontró que el 11,6% afirma que siempre hace uso de las TIC para las labores de investigación, el 35,3% las utiliza bastante; sin embargo, hay un 25,6% que poco las utiliza y un 2,3% que no las utiliza. De acuerdo a una lista de herramientas, los grupos respondieron que las que más utilizaban son: las bases de datos, el correo electrónico y los buscadores; y las menos utilizadas, los wiki, marcadores y blog.

**Tabla IX.** Número de productos por grupo de la muestra (Ventana de observación 2006-2010)

Clasificación Colciencias	No. Grupos	No. Artículos	No. PONENCIAS	No. LIBROS	No. CAP. LIBROS	SD**
A1	31	4150	3188	434	563	72
	PPG*	134	103	14	18	2
A	18	1368	831	256	346	53
	PPG*	76	46	14	19	3
B	42	2235	1956	418	404	108
	PPG*	53	47	10	10	3
C	57	1915	1497	255	330	128
	PPG*	34	26	4	6	2
D	75	1034	874	174	101	240
	PPG*	14	12	2	1	3

\*PPG: promedio de productos por grupo

\*\*SD: Software desarrollado

Fuente: Elaborado a partir de la plataforma ScientI Colciencias, 2010.

**Tabla X.** Tiempo dedicado a la investigación

Clasificación	No. Grupos	No. Investigadores	Total Horas semana	Promedio hora/grupo	Promedio hora/ Investigador	Promedio Invest/grupo
A1	31	494	6378	205,74	12,91	16
A	18	356	3439	191,06	9,66	20
B	42	766	6123	145,79	7,99	18
C	57	783	5965	104,65	7,62	14
D	75	813	4318	57,77	5,31	10

Fuente: Elaborado a partir de la plataforma ScientI Colciencias, 2010.

#### 4. RESULTADOS

Para la comprobación de las hipótesis, se utilizó la técnica estadística de Regresión lineal múltiple. Las hipótesis H1, H2 y H3 se comprueban con un  $R^2$  corregida=15,5%, DW=1,843, F=11,199 y una significancia 0,000. Los coeficientes Beta permiten identificar que las variables que influyen directamente sobre la producción científica con un nivel de significancia \* $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$  son la cultura motivadora, el proceso de externalización, la dotación tecnológica y el tiempo de investigación.

Continuando con la comprobación de las hipótesis H4, H5 y H6, mediante el análisis de caminos se pretende probar relaciones indirectas de las demás variables con la producción científica utilizando la regresión múltiple. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla XI.

Basados en los resultados y las ecuaciones obtenidas en el análisis de regresión y caminos, en

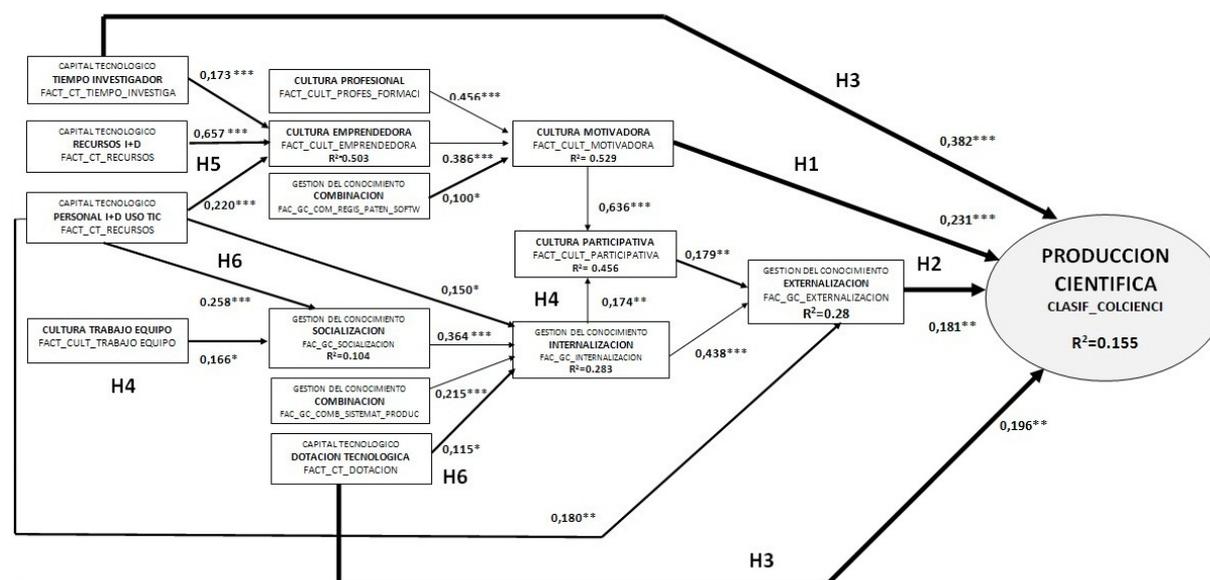
la figura 2 se presenta el modelo final con todas las relaciones encontradas entre las variables independientes Cultura Organizacional, Gestión del Conocimiento, Capital Tecnológico; y la variable dependiente Producción Científica.

El análisis de regresión comprueba las hipótesis H1, H2, H3. La cultura de la organización a través de la dimensión motivadora ( $\beta=0,231$ \*\*\*), la gestión del conocimiento por medio del proceso de externalización ( $\beta=0,181$ \*\*\*) y los elementos tiempo de investigación ( $\beta=0,382$ \*\*\*) y dotación tecnológica ( $\beta=0,196$ \*\*) correspondientes al capital tecnológico, influyen de forma directa positiva y significativamente (\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$ ) sobre la producción científica ( $R^2=0,155$ ).

Para la comprobación de las hipótesis H4, H5 y H6, se tomaron como variables dependientes cada una de las variables independientes. Este tipo de análisis, permitió encontrar relaciones directas positivas y sig-

**Tabla XI.** Resumen del Modelo final para la comprobación de las hipótesis

V. dependiente	V. Independientes	$\beta$	R <sup>2</sup>	DW	F	Sig.
Producción Científica	Cultura motivadora Externalización Dotación Tecnológica Tiempo Investigación	0,231*** 0,181** 0,196** 0,382***	0,155	1,845	11,199	,000
Externalización	Cultura Participativa Internalización Personal I+D_ uso TIC	0,179** 0,438*** 0,180**	0,280	2,146	29,771	,000
Cultura Participativa	Cultura Motivadora Internalización	0,636*** 0,174**	0,456	1,815	92,162	,000
Cultura Motivadora	Cultura Profesional Cultura Emprendedora Combinación	0,456*** 0,386*** 0,100**	0,529	1,889	84,047	,000
Cultura Emprendedora	Recursos I+D Personal I+D_ uso TIC Tiempo Investigador	0,657*** 0,220*** 0,173***	0,503	1,976	75,972	,000
Internalización	Combinación Dotación tecnológica Personal I+D_ uso TIC Socialización	0,215*** 0,115* 0,150** 0,364***	0,283	1,764	22,930	,000
Socialización	Personal I+D_ uso TIC Cultura de equipo	0,258*** 0,166*	0,104	2,143	13,838	,000

**Figura 2.**

nificativas ( $*p<0,05$ ;  $**p<0,01$ ;  $***p<0,001$ ) entre otras variables del modelo y que por lo tanto, influyen de forma indirecta en la producción científica.

En este sentido, se puede decir que la cultura participativa ( $\beta=0,179^{**}$ ) referente al compromiso de los directivos por los valores y prácticas orientados a la investigación, estilo de dirección participativo y

flexible, autonomía en la toma de decisiones y los procesos de comunicación asertiva; el proceso de internalización ( $\beta=0,438^{***}$ ) que contempla el registro de metodologías propias, utilización y apropiación de métodos y resultados para la investigación; y el personal I+D que usa las TIC ( $\beta=0,180^{**}$ ); influyen positiva y significativamente sobre el proceso de externalización ( $R^2=0,280$ ).

De igual modo, se encontró que la cultura motivadora ( $\beta=0,636^{***}$ ) y el proceso de internalización ( $\beta=0,174^{**}$ ) influyen sobre la cultura participativa ( $R^2=0,456$ ). Así mismo, la cultura profesional orientada a la formación ( $\beta=0,456^{***}$ ), la cultura emprendedora ( $\beta=0,386^{***}$ ) y el proceso de combinación de desarrollo de patentes y registro de software ( $\beta=0,100^{**}$ ) influyen positiva y significativamente sobre la cultura motivadora ( $R^2=0,529$ ).

Otra relación encontrada, es la influencia del proceso de socialización ( $\beta=0,364^{***}$ ), el proceso de combinación que abarca la sistematización de los productos de investigación ( $\beta=0,215^{***}$ ), la dotación tecnológica ( $\beta=0,115^*$ ), y el personal I+D que usa las TIC ( $\beta=0,150^{**}$ ), influyen sobre el proceso de internalización ( $R^2=0,256$ ). Teniendo en cuenta los anteriores resultados, se comprueba la Hipótesis H4: la cultura de la organización y la gestión del conocimiento se relacionan de forma positiva. Se destacan la cultura participativa y el proceso de internalización que influyen directamente sobre el proceso de externalización, que a su vez contribuye directamente sobre la producción científica.

Respecto a la H5, se encuentra evidencia positiva y significativa entre la cultura de la organización y el capital tecnológico. Los elementos del capital tecnológico, recursos I+D ( $\beta=0,657^{***}$ ) referentes a gastos I+D, personal I+D, recursos bibliográficos y acceso a bases de datos científicas; el personal I+D que usa las TIC en la investigación ( $\beta=0,220^{***}$ ), y el tiempo para la investigación por número de investigadores ( $\beta=0,173^{***}$ ) se relacionan de forma positiva y significativa con la cultura emprendedora de las universidades referente a nuevos proyectos de investigación, asignación de presupuesto suficiente para la investigación y alianzas con empresas, universidades y estado ( $R^2=0,503$ ).

La comprobación de la hipótesis H6 que plantea la relación positiva entre el capital tecnológico y la gestión del conocimiento. Se destaca la relación directa positiva y significativa existente entre el personal I+D y el uso de las herramientas colaborativas TIC con respecto a los procesos de socialización ( $\beta=0,258^{***}$ ), internalización ( $\beta=0,150^{**}$ ) y externalización ( $\beta=0,180^{**}$ ); así mismo, la relación entre dotación tecnológica ( $\beta=0,115^*$ ) y los procesos de internalización.

Finalmente, la confirmación de este modelo se hizo a través de análisis de ecuaciones estructurales que determinaron un índice NC ó Chi-normada ( $\chi^2/gl$ ) de 1,662 que se encuentra entre valores 1 y 2 y una significancia de 0,022 ( $0,01 \leq p \leq 0,05$ ) para un buen ajuste del modelo. El valor RMSEA (*Root Mean Squared Error of Approximation*) es de 0,055 presentando un valor menor de  $\leq 0,08$  que

se ajusta a los parámetros (Browne and Cudeck, 1992). Los valores GFI (Goodness of Fit Index) de 0,962, AGFI (Adjusted Goodness of Fit Index) de 0,929, NFI (Normed Fit Index) de 0,933, RFI (Relative Fit Index) de 0,90 y CFI (Comparative Fit Index) de 0,972, siendo todos mayores de 0,9 (Escrig-Tena y Bou-Llugar, 2005).

## 5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran que la cultura de la organización a través de la dimensión motivadora (mayores incentivos y reconocimientos por los resultados obtenidos); la gestión del conocimiento a través del proceso de externalización (participación en sociedades científicas, compartición de conocimiento con otros grupos y centros de investigación, publicación de resultados de investigación); y el capital tecnológico a través de la dotación tecnológica (laboratorios, equipos de cómputo y software suficientes para la investigación) y el tiempo para la investigación (horas de investigación por número de investigadores); influyen directamente sobre los resultados obtenidos en producción científica por parte de los grupos de investigación.

De igual modo, se encuentra una fuerte relación entre las variables independientes cultura de la organización y la gestión del conocimiento, destacándose la relación entre la cultura participativa y el proceso de internalización que influyen directamente sobre el proceso de externalización, y que a su vez contribuyen directamente sobre la producción científica; y una positiva y significativa relación entre la cultura de la organización y el capital tecnológico. Los elementos del capital tecnológico recursos I+D (gastos I+D, personal I+D, recursos bibliográficos y acceso a bases de datos científicas), el uso de herramientas colaborativas de investigación (personal I+D y uso de las TIC) y el tiempo para la investigación (horas de investigación por número de investigadores) se relacionan de forma positiva y significativa con la cultura emprendedora de las universidades referente a nuevos proyectos de investigación, asignación de presupuesto suficiente para la investigación y alianzas con empresas, universidades y estado.

Los resultados encontrados en esta investigación se encuentran soportados en estudios realizados en diferentes países y contextos. Harvey y otros, (2002) coinciden en destacar la importancia de la cultura organizacional en los resultados de los grupos de investigación, especialmente lo referente a sistemas adecuados de motivación y retención del talento humano. Avital y Collopy (2001) también son un referente, ya que en su in-

vestigación concluyeron que existen factores institucionales asociados a la producción científica, tales como el tiempo de dedicación para la investigación, disponibilidad de recursos, y visibilidad de los resultados de investigación, entre otros. De igual forma, Bozeman y Corley (2004) afirman que las actividades de colaboración propician la gestión de nuevo conocimiento, disponibilidad de nuevos recursos, adopción de nuevas técnicas de investigación, movilidad e intercambio de investigadores. Gaviria y otros, (2007) en su estudio sobre gestión del conocimiento en los grupos de investigación en Colombia, coinciden en que las prácticas, rutinas, los procesos de formación de docentes investigadores, sistemas de incentivos, y trabajo interdisciplinario, influyen en una mejor gestión del conocimiento y el crecimiento de la producción científica. Finalmente, Acevedo y otros, (2005) encontraron que para el buen ejer-

cicio de la investigación, se debe tener en cuenta el mejoramiento de la infraestructura física y tecnológica (laboratorios, centros de documentación, bases de datos, acceso a redes, etc.), el personal cualificado para la investigación, y el aumento de estímulos para los investigadores.

Por lo anterior, los grupos de investigación para obtener mejores resultados en producción científica requieren de una cultura organizacional que promueva políticas, valores y prácticas alineadas a los resultados de investigación; mayor asignación de recursos tecnológicos, tiempo para ejercer la investigación y personal I+D que contribuyan al desarrollo de la investigación y a una mejor gestión del conocimiento; de esta manera se podría obtener una mayor producción científica y una mejor clasificación para los grupos de acuerdo a la evaluación que realiza Colciencias en Colombia.

## 6. NOTAS

[1] El Modelo SECI planteado por Nonaka y Takeuchi (1995), define el proceso de conversión e interacción de conocimiento tácito y explícito en cuatro modos distintos: Socialización; conocimiento adquirido a través de la experiencia y compartida con otras personas de forma tácita; Externalización, conversión del conocimiento tácito a explícito, haciéndolo formal y fácil de compartir a muchas más personas; Combinación, conocimiento explícito que se distribuye a través de sistemas formales y más complejos basados en tecnologías de la información y la comunicación; Internalización, conversión del conocimiento ex-

plícito a tácito en el ejercicio de aprender haciendo, logrando la interiorización de documentos y metodologías, del saber al hacer; de esta manera el modelo es una espiral que lleva a que el conocimiento sea dinámico y continuo.

[2] El modelo Intellectus desarrollado por Bueno y otros (2003) establece cinco tipos de capital intelectual: capital humano, capital organizativo, capital tecnológico, capital de negocio, y capital relacional. El capital tecnológico, permite medir todo lo concerniente a esfuerzo I+D y dotación tecnológica en los centros y organismos de investigación.

## 7. REFERENCIAS

- Acevedo, M.; González, O.; Zamudio, L.; Abello, R.; Camacho, J.; Gutiérrez, M.; y otros. (2005). Un análisis de la transferencia y apropiación del conocimiento en la investigación de universidades colombianas. *Investigación y Desarrollo*, 13(1), 128-157.
- Aldàs-Manzano, J. (2005). *Análisis Multivariable aplicado*. Madrid: Thomson.
- Arbonés, A. (1999). Case studies as a tool for the externalization of tacit managerial Knowledge. *Paper WCRA*. En Gaviria y otros (2007), Gestión del conocimiento en los grupos de investigación de excelencia de la Universidad de Antioquia.
- Avital, M.; Collopy, F. (2001). *Assessing Research Performance: Implications for Selection and Motivation*. Case Western Reserve University, USA. Recuperado el 2010, de Sprouts: Working Papers on Information Systems: <http://sprouts.aisnet.org/1-14>
- Bermeo, H. (2007). Rendimiento y Colaboración Científica en la investigación académica. Estudio del Caso de los Grupos de Investigación de la Universidad Politécnica de Valencia. *Tesis Doctoral*. Valencia, España: Departamento de proyectos de ingeniería. Universidad Politécnica de Valencia.
- Bozeman, B.; Corley, E. (2004). Scientists' collaboration strategies: implications for scientific and technical human capital. *Research Policy*(33), 599-616. <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.008>
- Browne, M.W.; Cudeck, R. (1992). Alternative ways of assessing model fit. *Sociological Methods & Research*, 21 (2), 230 - 258. <http://dx.doi.org/10.1177/0049124192021002005>
- Bueno, E.; Morcillo, P.; Rodríguez, J.; Luque, M. Á.; Cervera, M.; Camacho, C.; y otros. (2003). Gestión del Conocimiento en universidades y organismos públicos de investigación. D. G. *Investigación, C. d. Educación, & C. d.* Madrid, Edits. 1-60.

- Chang Lee, K.; Sangjae, L.; Won Kang, I. (2005). KMPI: measuring knowledge management performance. *Information & Management*(42), 469-482. <http://dx.doi.org/10.1016/j.im.2004.02.003>
- Cherchye, L.; Vanden Abeele, P. (2005). On research efficiency A micro-analysis of Dutch university research in Economics and Business Management. Belgium: Catholic University of Leuven, Campus Kortrijk and Faculty of Economics and Applied Economics. *Research Policy* 34 (2005) 495-516. <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2005.03.005>
- Clark, B. (1997). *Las universidades modernas: Espacios de investigación y docencia*. México: Miguel Angel Porrúa - UNAM.
- Colciencias. (2008). *Modelo de Medición de Grupos de Investigación, Tecnológica o de Innovación*. Recuperado el 18 de Febrero de 2011, de <http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/documents/2656.pdf>.
- Colciencias. (2010). Informe Ejecutivo: Convocatoria Nacional para la medición de Grupos de Investigación, Tecnológica o de Innovación. Recuperado el 18 de febrero de 2011, de <http://www.colciencias.gov.co>.
- Czerniewicz, L.; Brown, C. (2009). A study of the relationship between institutional policy, organisational culture and e-learning use in four South African universities. *Computers & Education* , 53, 121-131. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2009.01.006>
- Escrig-Tena, A.B.; Bou-Lluisar, J.C. (2005). A model for evaluating organizational competencies: An application in the context of a quality management initiative. *Decision Sciences*, 36 (2), 221-257. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-5414.2005.00072.x>
- Gaviria Velásquez, M.; Mejía Correa, A.; Henao Henao, D. (2007). Gestión del conocimiento en los grupos de investigación de excelencia de la Universidad de Antioquia. *Revista Interamericana de Bibliotecología, Jul.- Dic.*, 30(2) , 137-163.
- Harvey, J.; Pettigrew, A.; Ferlie, E. (2002). The Determinants of Research Group Performance: Towards Mode 2? *Journal of Management Studies*, vol. 39: pág. 747-774. <http://dx.doi.org/10.1111/1467-6486.00310>
- Heinze, T.; Shapirab, P.; Rogers, J.; Senk, M. (2009). Organizational and Institutional Influences on Creativity in Scientific Research. *Research Policy*, 610-623. <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2009.01.014>
- Jaime, A.; Blanco, C. (2007). La gestión de conocimientos en entidades de conocimiento. El caso de los laboratorios académicos y de las empresas de base tecnológica en Europa. *Pensamiento y gestión*(22), 168-190.
- Jaime, A.; Gardoni, M.; Mosca, J.; Vinck, D. (2005). BASIC Lab: a software tool for supporting the production of knowledge in research organizations through the management of scientific concepts. *Journal of Knowledge Management*, 9(6), 53-66. <http://dx.doi.org/10.1108/13673270510629963>
- Leidner, D.; Kayworth, T. (2006). A review of culture in information systems research: "Toward a theory of information technology culture conflict". *MIS Quarterly*, Vol 30, No. 2, pp 357-399.
- Lopez-Nicolas, C.; Meroño, A. (2009). The impact of Organizational culture on the use of ICT for Knowledge management. *Eletron Markets* (219), 211-219. <http://dx.doi.org/10.1007/s12525-009-0020-4>
- Meroño, A. (2005). Tecnologías de información y Gestión del conocimiento: Integración de un sistema. *Economía Industrial*(357), 107-116.
- Miquel, S. (1997). *Investigación de mercados*. España: McGraw-Hill.
- Moncaleano, G. I. (2002). La tecnología de la información en organizaciones cooperativas: influencia sobre el aprendizaje, la creación de valor, y cultura. *Tesis doctoral*. España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Nonaka, I.; Takeuchi, H. (1995). *The knowledge creating company. How Japanese companies create the dynamics of innovation*. New York: Oxford University Press.
- Plataforma ScienTI-Colombia. (s.f.). Recuperado en marzo/noviembre de 2011, de <http://www.colciencias.gov.co/scienti>
- Pümpin, C.; García, S. (1988). *Cultura Empresarial*. Madrid: Díaz de Santos.
- Rivera, R.; Sampedro, J. L.; Dutrénit, G. (2009). How productive are academic researchers in agriculture-related sciences? The Mexican case. *Working paper series*.
- Rodríguez, M.; Paéz, D. Influencia de la cultura social y de la cultura organizacional en las universidades. *Boletín de Psicología*(97), 9-34.
- Rueda Barrios, G. E. (2012). Influencia de la cultura organizacional, la gestión del conocimiento y el capital tecnológico en la producción científica. Aplicación a grupos de investigación adscritos a Universidades en Colombia. *Tesis Doctoral*, Universidad Politécnica de Valencia, Organización de Empresas, Valencia. <http://dx.doi.org/10.4995/thesis/10251/15666>
- Rueda, G. (2005). Influencia de la Cultura de la empresa en los resultados de innovación. (U. P. Catalunya, Ed.) *3er Congreso de Soporte del conocimiento con la tecnología SOCOTE*, 117 - 129.
- Tomàs, M.; Rodríguez, D. (2009). Conocer la cultura de la universidad contemporánea: el CICOU. *Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)*.
- Van der Meulen, B. (2002). Europeanization of Research and the Role of Universities: an Organizational-Cultural Perspective, *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 15 (4): 341-356. <http://dx.doi.org/10.1080/1351161022000042570>