

# Progreso tecnológico en la caficultura colombiana, 1930-2015: el rol de la Federación Nacional de Cafeteros

DOI: <https://doi.org/10.21158/01208160.n88.2020.2624>

Segundo Abrahán Sanabria-Gómez<sup>1</sup>  
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia -UPTC  
sago2006@gmail.com

Julio Cesar Caro-Moreno<sup>2</sup>  
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - UPTC  
julio.caro@uptc.edu.co

Fecha de recepción: 24 de mayo de 2019

Fecha de aprobación: 10 de julio de 2020



Cómo citar este artículo / To reference this article / Comment citer cet article / Para citar este artigo:

Sanabria-Gómez, S.A.; Caro-Moreno, J.C. (2020). Progreso tecnológico en la caficultura colombiana, 1930-2015: el rol de la Federación Nacional de Cafeteros. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (88), 223-241. DOI: <https://doi.org/10.21158/01208160.n88.2020.2624>

## Resumen

La teoría económica evolucionista ayuda a comprender la relación entre conocimiento, tecnología e innovación como elemento propulsor del desarrollo económico-productivo. A partir de este enfoque teórico se presenta una explicación sobre el rol que jugó la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y su Centro de Investigaciones del Café, Cenicafé, en la generación y gestión del conocimiento relacionado con la caficultura colombiana, y la transferencia de tecnología. Se realizó una cuidadosa revisión bibliográfica que posteriormente permitió seleccionar y clasificar la producción científica del Centro de Investigaciones del Café, para así poder identificar los principales campos en los que se concentró la generación y aplicación del conocimiento. El material bibliográfico se clasificó en dos categorías: a) el conocimiento proposicional, que hace referencia al conocimiento científico— los artículos científicos publicados en la revista de Cenicafé— y b) el conocimiento prescriptivo, que se refiere a conjuntos de técnicas e instrucciones de aplicación concreta —los documentos denominados «avances técnicos», libros y manuales, cartillas, boletines y brocartas—. Finalmente, el análisis de la información permitió concluir que, si bien los principales avances tecnológicos incorporados en la caficultura colombiana han sido orientados e impulsados desde el trabajo científico y tecnológico de Cenicafé, la generación de conocimiento científico como la transferencia de tecnología se focalizaron en la producción del grano, dejando de lado la agregación de valor moderno a través de la industrialización.

**Palabras clave:** gestión del conocimiento; economía del conocimiento; transferencia de tecnología; agroindustria; caficultura colombiana; progreso tecnológico; Federación Nacional de Cafeteros de Colombia; Centro de Investigaciones del Café, Cenicafé.

<sup>1</sup> Economista, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Magister en Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Colombia. Doctor en Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2480-7701>

<sup>2</sup> Economista, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Especialista en Finanzas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Magister en Economía, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Doctor en Geografía, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia-Instituto Geográfico Agustín Codazzi. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5470-6752>

---

## □ **Technological progress in Colombian coffee growing, 1930-2015: the role of the National Federation of Coffee Growers**

### **Abstract**

Evolutionary economics is a theory that helps understand the relationship between knowledge, technology, and innovation as a driver of economic and productive development. From this theoretical approach, this document presents an explanation of the role that the National Federation of Coffee Growers of Colombia and its Coffee Research Center, Cenicafe, played in the generation and management of knowledge related to Colombian coffee growing, and the transfer of technology. A careful bibliographical review was carried out, which subsequently allowed us to select and classify the scientific production of the Coffee Research Center, in order to identify the main fields in which the generation and application of knowledge was concentrated. The bibliographic material was classified into two categories: (a) the propositional knowledge, which refers to the scientific knowledge - scientific articles published in Cenicafe journal; and (b) the prescriptive knowledge, which refers to sets of techniques and instructions for specific applications - the documents called “technical advances”, books and manuals, primers, bulletins, and brochures. Finally, the analysis of the information enabled us to conclude that, although the main technological advances incorporated in Colombian coffee growing have been oriented and promoted from the scientific and technological work of Cenicafe, the generation of scientific knowledge such as the transfer of technology were focused on the production of grain, leaving aside the aggregation of modern value through industrialization.

**Keywords:** knowledge management; knowledge economy; technology transfer; agroindustry; Colombian coffee growing; technological progress; National Federation of Coffee Growers of Colombia; Coffee Research Center, Cenicafe.

---

## □ **Progresso tecnológico na cafeicultura colombiana, 1930-2015: o papel da Federação Nacional de cafeicultores**

### **Resumo**

A teoria econômica evolucionista ajuda a compreender a relação entre conhecimento, tecnologia e inovação como elemento propulsor do desenvolvimento econômico-produtivo. A partir deste enfoque teórico apresenta-se uma explicação sobre o papel que teve a Federação Nacional de Cafeeiros da Colômbia e seu Centro de Investigações do Café, Cenicafe, na geração e gerenciamento do conhecimento relacionado com a cafeicultura colombiana, e a transferência de tecnologia. Realizou-se uma cuidadosa revisão bibliográfica que posteriormente permitiu selecionar e classificar a produção científica do Centro de Investigações do Café, para assim poder identificar os principais campos nos que se concentrou a geração e aplicação do conhecimento. Classificou-se o material bibliográfico em duas categorias: a) o conhecimento proposicional, que faz referência ao conhecimento científico — os artigos científicos publicados na revista de Cenicafe — e b) o conhecimento prescritivo, que se refere a conjuntos de técnicas e instruções de aplicativo concreto — os documentos denominados “avanços técnicos”, livros e manuais, cartilhas, boletins e Brocartas —. Finalmente, a análise da informação permitiu concluir que, ainda que os principais avanços tecnológicos incorporados na cafeicultura colombiana tenham sido orientados e impulsionados desde o trabalho científico e tecnológico de Cenicafe, a geração de conhecimento científico como a transferência de tecnologia se focalizaram na produção do grão, deixando de lado a agregação de valor moderno através da industrialização.

**Palavras-chave:** gerenciamento do conhecimento; economia do conhecimento; transferência de tecnologia; agroindústria; cafeicultura colombiana; progresso tecnológico; Federação Nacional de Cafeeiros da Colômbia; Centro de Investigações do Café, Cenicafe.

## Progrès techniques de la caféiculture colombienne (1930-2015): le rôle de la Fédération nationale des caféiculteurs

### Résumé

La théorie économique évolutive permet de comprendre les relations entre connaissance, technologie et innovation comme forces motrices du développement économique-productif. À partir de cette approche théorique, nous présenterons le rôle de la fédération nationale des caféiculteurs de Colombie et de son centre de recherche sur le café – Cenicafé - dans la création et la gestion des connaissances liées à la culture du café et au transfert technologique. Une analyse bibliographique minutieuse nous a permis de sélectionner et répertorier la production scientifique du Cenicafé afin d'identifier les principaux domaines dans lesquels la production et l'application des connaissances sont mobilisées. Le matériel bibliographique se classe en deux catégories: a) les connaissances propositionnelles faisant référence aux connaissances scientifiques - articles scientifiques publiés dans la revue du Cenicafé - et b) les connaissances prescriptives faisant référence aux techniques et instructions pour une application spécifique - documents appelés «progrès techniques», livres et manuels, bulletins et brochures. Enfin, l'analyse de ces informations permet de conclure que, même si les principales avancées technologiques incorporées dans la culture du café colombien ont été orientées et réalisées à partir du travail scientifique et technologique de Cenicafé, la création de connaissances scientifiques et les transferts de technologie axés sur les volumes de production ignorent la valeur ajoutée créée par l'industrialisation.

**Mots-clés:** gestion des connaissances; économie de la connaissance; transfert de technologie; industrie agro-alimentaire; culture du café colombien; progrès technologique; fédération nationale des caféiculteurs de Colombie; centre de recherche sur le café, Cenicafé.

## 1. Introducción

Sobre el café en Colombia se ha producido un acervo extenso de literatura científica y empírica. Es tal vez el sector económico que más ha sido estudiado tanto en Colombia como en el contexto internacional; desde artículos de prensa hasta decenas de tesis doctorales, así como innumerables artículos científicos. No obstante, al rastrear las bases bibliográficas se observa que el rol de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia en el progreso tecnológico de la caficultura colombiana, en el periodo 1930-2015, no ha sido satisfactoriamente explicado. Es decir, en este aspecto persisten interrogantes, como, por ejemplo, ¿cuál fue el rol y el enfoque seguido por la Federación Nacional de Cafeteros en la gestión del progreso tecnológico dentro de la caficultura colombiana?

La Federación Nacional de Cafeteros, desde su creación en 1927, ha tenido como propósito asegurar el bienestar de los productores por medio de una organización gremial democrática y representativa. La Federación de Cafeteros apoya al caficultor mediante programas de educación en mejores prácticas de cultivo, asistencia técnica, nuevos conocimientos, información sobre los mercados del café y asesoría para acceder al crédito<sup>3</sup>. En 1938, la federación creó el Centro de Investigaciones del Café, Cenicafe, el cual se consolida como el núcleo de generación y gestión del conocimiento relacionado con la caficultura colombiana. La producción y la transformación del conocimiento liderada por Cenicafe constituían el insumo principal para el Servicio Nacional de Extensión Cafetera, cuyo eje de acción consistía en impulsar la transferencia y la difusión de tecnología en el sistema de producción del café, a fin de mejorar tanto la producción del grano como la calidad de vida del caficultor (Cuellar, 2004).

La Federación de Cafeteros representa la mayor organización gremial del sector agrario en Colombia y, aprovechando su capacidad de influir en las decisiones del Gobierno nacional, logró canalizar importantes volúmenes de recursos financieros del Estado para ejecutarlos bajo su política de desarrollo rural. En tal sentido, gran parte de los logros alcanzados en el desarrollo productivo, institucional y social en la caficultura respondieron a la gestión y el direccionamiento de la Federación de Cafeteros (Cadena, 2005; Cerquera y Orjuela, 2015; Fernández, 2014; Rendón 2016; Machado, 2001; Palacios, 1979; Pérez, 2013; Rueda, 2017; Urrutia, 2008). La federación, desde su creación, ha destacado la importancia estratégica de la generación de conocimiento científico y tecnológico a través de Cenicafe y del acceso a capital financiero por medio del crédito. Es decir, la fortaleza institucional de la federación le permitía ser eficiente en la integración complementaria entre el capital financiero y el conocimiento, dirigidos a mejorar las condiciones sociales de los caficultores.

Al revisar la trayectoria de la producción científica de Cenicafe se aprecia que este centro ha jugado un rol protagónico en el progreso tecnológico de la caficultura colombiana. Es por medio de Cenicafe y su estrecha relación con el Servicio Nacional de Extensión Cafetera que la federación configura un sistema de generación de conocimiento y transferencia de tecnología que se incorpora eficazmente en la caficultura. Por lo anterior, esta investigación, que tiene el perfil de estudio de caso, se propuso el siguiente objetivo: a partir de la producción científica y tecnológica de Cenicafe, identificar y explicar el

<sup>3</sup> En el sector cafetero, básicamente, se disponía de seis modalidades de crédito: 1) capitalización original por aportes propios —el patrimonio de la familia—; 2) el flujo de caja libre —las ganancias—; 3) crédito de los compradores —anticipos—; 4) el crédito de proveedores; 5) el crédito de los bancos —exige garantías reales—; y 6) el crédito del mercado financiero informal —usureros— (Cuellar, 2004).

rol que jugó la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia en el progreso tecnológico de la caficultura colombiana en el periodo 1930-2015.

Alcanzar este objetivo implicó explicar la relación entre conocimiento científico, tecnología y desarrollo, para lo cual se asumió como marco teórico la teoría economía evolucionista, dada su riqueza conceptual y el tratamiento sistemático del progreso tecnológico, la innovación y el desarrollo. Desde esta perspectiva se construyó la metodología, con el fin de caracterizar y clasificar la producción científica de Cenicafé, así como de describir el proceso principal que convertía este conocimiento en tecnología y, que a su vez, lo transfería e incorporaba a los procesos productivos de la caficultura colombiana.

El estudio encuentra que el progreso tecnológico, en cuanto a generación de conocimiento y transferencia de tecnología hacia la caficultura colombiana se refiere, no fue impulsado solo por las fuerzas del mercado, como sugiere la teoría, sino que, en gran parte, fue dirigido por la institucionalidad —representada en

la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia— como respuesta a objetivos preestablecidos. Además, esta condición indujo a que el progreso tecnológico se focalizara en la producción del grano, dejando de lado la agregación de valor moderno a través de la industrialización.

El cuerpo del artículo se compone de seis partes, incluyendo esta introducción. En segundo lugar, se exponen los elementos teóricos que fundamentan el desarrollo como un proceso que evoluciona impulsado por el conocimiento, la tecnología y la innovación. En el tercer apartado se discute, de manera específica, la relación entre conocimiento e innovación, buscando dejar explícito el enfoque conceptual que soporta este estudio. En el apartado cuatro se presenta una descripción detallada de la metodología utilizada para observar de manera indirecta el fenómeno del progreso tecnológico en la caficultura. Luego, en la quinta sección se presentan los resultados obtenidos y, al final, se encuentran las conclusiones resultantes de la investigación.

## 2. Empresarios y capitalistas

Las nuevas combinaciones de factores productivos **L**al convertirse en innovaciones constituyen el núcleo dinámico de los procesos de destrucción creativa (Schumpeter, 1944). En este sentido, interactúan cinco tipos de agentes económicos: los empresarios, los capitalistas, los administradores, las instituciones y los consumidores. La interacción dinámica entre estos agentes puede estar impulsada, principalmente, por dos motivaciones: la preferencia por la ganancia del capitalista y las preferencias de los consumidores. Estas dos motivaciones tienen como característica fundamental que tienden al infinito.

En los procesos de cambio que se asocian al progreso tecnológico juegan un rol específico dos grupos de agentes: de una parte, se encuentran los poseedores de capital financiero —capitalistas—, y, de otra,

los generadores de ideas de nuevos negocios —empresarios—. Estas nuevas ideas, en cierto grado, consisten en identificar nuevas combinaciones de factores y generar nuevas rutinas. Este es el papel predominante de los empresarios, quienes participan por medio de la creatividad, la cual por sí sola no tiene una funcionalidad económica sino hasta cuando se integra a un sistema económico. Para que estas ideas nuevas puedan incorporarse a un sistema económico necesitan adquirir una expresión económica concreta, ya sea un bien, un servicio, un proceso, etc., y para esto requieren de la participación del capital financiero que posee el individuo capitalista (Schumpeter, 1944).

Es la relación dinámica de complementariedad entre empresarios y capitalistas<sup>4</sup> —creación de ideas y capital financiero— la que se convierte en el eje propulsor del progreso tecnológico, que luego se convierte en nuevo valor económico y social. La teoría schumpeteriana señala que el capital financiero proviene de los excedentes generados por las innovaciones económicamente exitosas; sin embargo, cuando vamos a examinar la gestión del conocimiento liderada desde la Federación de Cafeteros en Colombia podemos aceptar que existen al menos tres fuentes de financiación: a) las ganancias obtenidas dentro del mismo sector, b) las ganancias obtenidas por los capitalistas en cualquier otro sector de la economía, y c) el capital internacional.

Las nuevas combinaciones implican cambios en las rutinas, lo que las convierte en tecnologías en el sentido de Mokyr (2008). Dado que estas son obra de los empresarios, necesitan del capitalista para darle sentido —utilidad— económico a tales ideas. Sin embargo, el capitalista no se asociará con el empresario a menos que en su criterio e intuición observe posibilidades factibles de obtener ganancias ya sea de corto, mediano o largo plazo. De modo que las ganancias esperadas deben ser superiores al costo de oportunidad del capital al ser invertido en el sistema rutinario decadente. Si esto es así, se presentará una separación entre capital productivo —viejo— y capital financiero, ya que este último se desplazará hacia la explotación de las nuevas combinaciones (Pérez, 2004).

Cuando una nueva combinación logra convertirse en innovación, es decir, que es aceptada por el mercado y, por tanto, integrada de alguna forma al sistema económico, se obtienen ingresos extraordinarios, siempre que los costos no suban y los precios no bajen (Schumpeter, 1944). Los altos excedentes atraerán al sector cantidades crecientes de inversionistas que buscan aprovechar la oportunidad y esta dinámica llevará a que las posibilidades de ganancia se agoten por la competencia. En esta etapa de agotamiento de rentabilidad es cuando se presenta una separación entre capital financiero y capital productivo, pues el capital financiero tiende a abandonar el capital productivo por su baja rentabilidad (Pérez, 2004).

Las nuevas combinaciones siempre ofrecen una alternativa de rentabilidad al capital financiero, y este último tiende a aprovecharlas, toda vez que posee gran movilidad. Esta característica es la que permite que emerjan innovaciones que, a su vez, se convierten en nuevos atractores de diferentes formas de capital (Antonelli, 2014). Por esta razón, cuando las capacidades de generación de ganancia se agotan, solo el capital financiero puede migrar en busca de nuevos empresarios, y es esta condición la que permite al capital financiero convertirse en el motor del cambio económico progresivo, cumpliendo el papel de combustible con el fin de poner en operación las nuevas combinaciones y, de paso, crear de manera permanente nuevas fuentes de ganancia (Pérez, 2004)<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> Schumpeter (1944) asume que el empresario no acumula excedentes financieros, por lo que necesita crédito: «En el sentido de una transferencia temporal en su beneficio de poder adquisitivo, si es que ha de producir, para poder llevar a cabo sus nuevas combinaciones; en una palabra, si es que ha de convertirse en empresario» (pp. 110-111). Al respecto Carlota Pérez (2004) afirma: «Alguien tiene que poner el dinero para romper las trayectorias rutinarias y facilitar los cambios radicales» (p. 61).

<sup>5</sup> «El capital financiero continúa muy comprometido en el proceso de difusión de lo viejo, pero en seguida descubre la aparición de un nuevo territorio. En ciertos nichos del panorama económico se ha creado, de repente, una situación completamente nueva. Éxitos inmensos, ritmos de crecimiento asombrosos y márgenes de beneficio todavía más increíbles funcionan como potentes imanes para las enormes cantidades de capital ocioso aún acumulándose. Lo que sigue puede ser descrito como un apasionamiento, como el despertar de un amor loco entre el capital financiero y la revolución tecnológica. El dinero ocioso rápidamente respalda de manera entusiasta a las nuevas industrias y sus emprendedores; los mundos financiero y bancario se apresuran a adoptar las innovaciones modernizadoras por sus propias operaciones» (Pérez, 2004, p. 128).

Sin embargo, el surgimiento de innovaciones no solo resulta de la relación entre empresarios y capitalistas. Aquí es necesario involucrar, al menos, dos elementos adicionales: los procesos de aprendizaje y la generación de nuevo conocimiento. Estos elementos surgen y subsisten en entornos con cierto grado de independencia, como lo son las estructuras organizacionales de las firmas y las entidades de investigación científica. La interacción de estos entornos genera una dinámica compleja (Robert y Yoguel, 2014), dentro de la cual circulan las nuevas ideas, el capital financiero, el conocimiento y se configuran trayectorias de aprendizaje (Rosemberg y Winter, 1982; Schmookler, 1979; Silverberg, Dosi y Orsenigo, 1988). No obstante, para que esta circulación exista se requiere de la presencia de incentivos, ya sean económicos, de prestigio académico, políticos, etc., aunque ninguno de ellos podrá ser sostenible si no genera un flujo representativo de innovaciones que, por medio de las ventas de los productos, modifiquen las preferencias de los consumidores y aumenten los ingresos (Schmookler, 1979).

Por definición, las innovaciones son aleatorias, sin embargo, los procesos de acumulación de capital, en sus diferentes formas y de capacidades productivas, configuran trayectorias integradas en paradigmas tecnológicos. Esta condición reduce la aleatoriedad de las innovaciones (Dosi, 1982), entre otras razones, porque en el interior de estos procesos tienen lugar rendimientos crecientes que constituyen núcleos de atracción para nuevas inversiones (Pierson, 2000). Estos contextos crean estructuras sendero-dependientes —*path dependence*— que restringen, pero, a su vez, facilitan los procesos de selección tanto de las tecnologías disponibles como de las oportunidades de cambio. Estos procesos van a permitir que los agentes tengan reacciones adaptativas o innovadoras (Antonelli, 2014). Cuando se perfeccionan bien sea las habilidades de las personas o bien el uso de una tecnología se considera una respuesta adaptativa; mientras que, si la reacción es guiada por la intuición, se dice que es innovadora (Usher, 1979).

Según Usher, las acciones guiadas por la intuición, por lo general, terminan en inventos, los cuales pueden ser de tres categorías, de acuerdo con su grado de penetración en el sistema socioeconómico: a) los que surgen en los laboratorios de investigación científica, que no llegan a tener uso comercial, se denominan primarios; b) los que consisten en dar un uso práctico al conocimiento científico, se denominan secundarios; y c) aquellos inventos que tienen que ver con el mejor uso de un instrumento ya existente y en el mismo campo de utilización, se pueden clasificar como terciarios. Esta clasificación implica concebir los cambios como esencialmente continuos en unidades de pequeña magnitud. En tal caso, son los inventos secundarios los que modifican la escala económica para dar lugar a mayor productividad (Usher, 1979).

Obsérvese que los inventos primarios, al no alcanzar a entrar en los mercados, no podrían generar ganancias de manera directa y, por tal razón, el capital financiero no tendría suficientes incentivos para financiar estos inventos. En este caso, el capital financiero tendría un costo de oportunidad muy alto al pasar de un invento secundario a uno primario (Czarnitzki y Hottenrott, 2010; Rosemberg, 1979). Frente a esta situación surge el problema de las externalidades del conocimiento científico, lo cual puede desmotivar al inversionista. En consecuencia, la financiación de los ejercicios de innovación requiere de los gobiernos o entidades que no se guíen por criterios de pérdidas y ganancias para financiar la investigación científica (Aboal y Garda, 2015; Arrow, 1962).

Los incentivos para la inversión en investigación y desarrollo se ven reducidos debido a que los retornos privados de esta inversión son menores a los que ofrece el mercado. Esto sucede, principalmente, a causa de las externalidades del conocimiento y su dificultad para apropiarlas por parte del inversionista (Rosemberg, 1979). Esta característica constituye una limitación para la generación y el acceso al conocimiento. El reto de hacer inversiones frente a una incertidumbre extrema se ve agravado por el hecho de que el retorno del proceso de innovación es extremadamente sesgado, ya que muchas veces ni el innovador ni el financiero conocen el verdadero

potencial del proyecto; razón por la cual se requiere la intervención del Estado o entidades sin ánimo de lucro (Kerr y Nanda, 2014). He aquí la importancia de tratar de entender la forma como la Federación de Cafeteros generaba y gestionaba el conocimiento, a fin de convertirlo en desarrollo tecnológico al servicio de los caficultores.

Trabajos empíricos recientes muestran que el acceso a la financiación para la investigación presenta restricciones diferentes entre empresas. En un estudio para Estados Unidos encuentran que, en las empresas maduras, las variables financieras no son tan relevantes, mientras en las empresas jóvenes las variables que miden el acceso a la financiación de capital tanto interna como externa tienen mayor relevancia. Estos hallazgos son consistentes con una diferencia en el acceso a financiamiento entre empresas jóvenes y maduras (Brown, Fazzari y Petersen, 2009; Kerr y Nanda, 2014). Por su parte, Andergassen, Nardini

y Ricottilli (2017) señalan que la inversión en procesos de innovación puede ser diferente cuando la financiación busca encontrar nuevos principios tecnológicos, a cuando esta se orienta al apoyo de procesos de difusión de innovaciones.

Por otra parte, cuando las innovaciones no dependen propiamente del conocimiento científico, sino que estas resultan del aprendizaje tecnológico — invenciones secundarias y terciarias—, la demanda de inversión en investigación no es determinante. En este caso, la eficacia relativa del aprendizaje por diferentes prácticas de trabajo para la innovación depende de la naturaleza del conocimiento, caracterizado por generalidad —alta movilidad/transferibilidad— y visibilidad —vínculos más estrechos entre las acciones y los resultados—. Cuanto mayor sea la visibilidad del conocimiento en un entorno, mayor será la tasa de innovación que no está vinculada a procesos de investigación científica (Lee y Walsh, 2016).

### 3. Del conocimiento a la innovación

La conexión entre generación del conocimiento y innovación implica un proceso complejo y multidimensional en el que intervienen investigadores, consumidores, productores y estructuras organizacionales, envueltos en un marco institucional que opera en diferentes niveles. En este sistema de interacciones entre preferencias, incentivos, técnicas y reglas es que la Federación Nacional de Cafeteros, en cuanto estructura organizacional dominante con capacidad sistémica de gestión, cumple su rol principal al impulsar el progreso tecnológico en la caficultura colombiana (Barrios, Olivero y Acosta, 2017; Mokyr, 2008; Pereira, 2011).

En razón a lo anterior, en seguida se trata de identificar, desde la teoría económica del conocimiento, los principales componentes del proceso a través del cual el conocimiento se convierte en tecnologías<sup>6</sup> y luego en innovaciones. Por razones metodológicas, en esta discusión acotamos la noción de conocimiento a lo que Mokyr llamó «conocimiento útil». Esta categoría de conocimiento se enfoca en fenómenos naturales que potencialmente pueden ser manipulados, como, por ejemplo, los artefactos, los materiales, la energía y los seres vivos. El conocimiento útil se clasifica en dos conjuntos: conocimiento proposicional y conocimiento prescriptivo (Mokyr, 2008).

<sup>6</sup> El progreso tecnológico se entiende como un proceso no lineal y acumulativo que se nutre de la generación y el uso del conocimiento científico concretado en tecnologías que se integran progresivamente en el conjunto de técnicas que sustentan un sistema de generación de valor económico y social (Quintanilla, 1997).

El conocimiento proposicional gira en torno al qué y se compone de las creencias de los expertos y los especialistas sobre los fenómenos y las regularidades naturales, así como de la observación, la clasificación, la medición y la catalogación de los fenómenos naturales. El conocimiento prescriptivo se ocupa fundamentalmente del cómo y se compone de instrucciones que configuran las que se pueden llamar técnicas, las cuales vienen a ser grupos de instrucciones o fórmulas ejecutables que permiten obtener alguna clase de beneficio de la naturaleza por medio de los procesos de producción y creación de valor (Mokyr, 2008).

El progreso económico y social que la humanidad ha experimentado a partir de la primera Revolución Industrial se debe a la ampliación de la base de conocimiento proposicional, la diversificación de los medios y las formas de almacenamiento y a su difusión. La expansión de este conjunto de conocimiento amplía las oportunidades para la creación y el desarrollo de nuevas técnicas, aunque no garantiza que estas se integren a la vida económica y social. El aprovechamiento de estas oportunidades depende, en gran medida, de la cultura y las instituciones. La cultura determina las preferencias y las prioridades de los agentes, mientras que las instituciones disponen de la estructura de incentivos y de castigos para la gente que experimenta nuevas técnicas (Mokyr, 2008).

Los procesos de investigación científica generan el conocimiento proposicional o teórico, mientras que el conocimiento que encuentra aplicaciones concretas da lugar a rutinas o técnicas. En este contexto, es necesario encontrar una explicación sobre la transición del conocimiento científico hacia la innovación. Básicamente, a partir del siglo XX el progreso tecnológico se apalanca en el conocimiento científico —epistémico—, en la medida en que su utilización y aplicación logra modificar una rutina (Agazzy, 1998; Mokyr, 2008).

El progreso tecnológico se entiende como la sucesión de cambios en las rutinas, inducidos por la aplicación de algún conocimiento científico. En este sentido, las innovaciones terminan por ser aquellos cambios en

las rutinas que se convierten en nueva fuente de valor y, por tanto, son socialmente preferidos (Benavides, 2008). Toda innovación tiene origen en una tecnología —cambio inducido por el conocimiento proposicional—, pero no toda tecnología se convierte en innovación —nuevas rutinas socialmente aceptadas—. Es decir, no todo resultado de la utilización del conocimiento científico le resulta útil a la sociedad en un momento y lugar dados.

De lo anterior se deduce que una innovación se configura cuando algo nuevo o diferente es preferido socialmente. Lo que significa que la sociedad es la que finalmente dictamina si una tecnología se convierte o no en innovación. Por esta razón, la innovación encierra algún grado de incertidumbre y, por ende, las instituciones juegan un papel determinante al catalizar las circunstancias y las dinámicas complejas del entorno, con el fin de reducir la incertidumbre o inducir sesgos en la distribución de probabilidad de aparición de innovaciones (Antonelli, 2014; Rosemberg y Winter, 1982).

La acumulación de conocimientos —científicos y técnicos— configura entornos con mayor probabilidad de que surjan innovaciones, condición a la que se suman las instituciones. Por lo general, la producción de conocimiento científico ha sido responsabilidad de las universidades y demás instituciones académicas que no responden solo a los incentivos económicos. No obstante, entidades no académicas han creado institutos o laboratorios de investigación científica, logrando importantes resultados en materia científica y tecnológica que amplían las oportunidades para la innovación (Rosemberg y Winter, 1982). En Colombia constituye un ejemplo de esta naturaleza el Centro de Investigaciones del Café, Cenicafé, de la Federación Nacional de Cafeteros.

Vega (2014), al estudiar las dinámicas de innovación en algunas empresas de la industria del café, destaca la importancia de las instituciones al otorgar un rol específico a las condiciones mesoeconómicas que configuran los contextos en los que operan las firmas. Considera las instituciones «estructuras

contenedoras de conocimiento —reglas genéricas— generado, empleado y retenido por los agentes en sus interacciones de mercado y no mercado, al interior y por fuera del sistema; así mismo, contienen el proceso por el cual las ideas se materializan en el tiempo y el espacio» (Vega, 2014, p. 27). Las instituciones cumplen la función de vincular las unidades micro —empresas— con una estructura general de actuación envolvente y superior —macro—, de manera que articulan el accionar de las reglas que han de regir a los agentes. La dimensión analítica meso vincula el comportamiento de los agentes al marco de los arreglos constitucional, institucional y organizacional que definen las estructuras de coordinación de una industria. Por tanto, el ámbito meso contiene el conjunto de reglas formales —normas, leyes, regulaciones— e informales —convenciones, rutinas, hábitos— que definen el espacio de las oportunidades económicas (Vega, 2014).

Las instituciones recogen el conjunto articulado de reglas genéricas que delimitan parcialmente los comportamientos de los agentes en relación con la dinámica propia del sistema o subsistema económico en que actúan, a la vez que permiten las interacciones y sus relaciones de dependencia. De esta manera, el marco institucional alberga las diversas rutinas que dan forma concreta a los comportamientos

y determinan la relación de los individuos con el conocimiento, las estructuras organizacionales y el orden económico (Vega, 2014). Este entorno es el que, a su vez, facilita o dificulta las posibilidades de que surjan las innovaciones con mayor o menor frecuencia y alcance. En el caso de la caficultura colombiana, la institución responsable de gestionar y coordinar gran parte de la actividad económica y social del sector ha sido la Federación Nacional de Cafeteros (Fernández, 2014).

Dentro de la diversidad de tareas y enfoques que desarrolla y gestiona la Federación, se encuentran aquellas actividades relacionadas con la generación, el acceso y la aplicación del conocimiento científico y tecnológico. En este campo, la Federación, desde 1938, ha contado con el Centro de Investigaciones del Café Cenicafé. En la historia del desarrollo cafetero colombiano este centro de investigaciones ha jugado un papel determinante, ya que su trabajo científico permitió articular las políticas de la federación con las prácticas de los caficultores, en el propósito de fortalecer la competitividad internacional y nacional del café colombiano. Los principales avances tecnológicos incorporados en la caficultura colombiana han sido orientados e impulsados desde el trabajo científico y tecnológico de Cenicafé.

## 4. Metodología

Durante varias décadas, la principal fuente de conocimiento especializado sobre el café fue la federación, a través del Centro de Investigaciones del Café o Cenicafé (Cadena, 2005). Este conocimiento se encuentra en documentos de diferente naturaleza, de los cuales, en el periodo de estudio fue posible identificar y clasificar 1464 productos bibliográficos. Estos documentos se han clasificado en dos grupos: documentos de carácter científico — conocimiento proposicional— y de carácter técnico — conocimiento prescriptivo—. Luego, cada uno de estos grupos se clasifica en componentes temáticos, lo cual permite una aproximación a los enfoques principales que guiaron la generación y gestión del conocimiento, liderados desde la Federación de Cafeteros. Este material bibliográfico se clasificó en las siguientes categorías:

- a) El conocimiento proposicional que hace referencia al conocimiento científico; por tanto, aquí se clasifican los artículos científicos publicados en la revista de Cenicafé.
- b) El conocimiento prescriptivo que se refiere a conjuntos de técnicas e instrucciones de aplicación concreta. Aquí se clasifican los documentos denominados «avances técnicos», libros y manuales, cartillas, boletines y brocartas. Estos documentos se consideran la base del progreso tecnológico que tuvo lugar en la caficultura colombiana, en razón a que fueron elaborados o aceptados por la federación y, por tanto, la mayoría de ellos constituyeron insumo para el servicio de extensión (Ruttan y Hayami, 1989).

Es decir, el servicio de extensión, encargado de la transferencia de tecnología entre la federación y los caficultores, se dedicaba a gestionar y dirigir la utilización y aplicación de las técnicas e instrucciones contenidas en tales documentos. Por esta razón, la aplicación de estas nuevas técnicas implicaba sustituir o complementar algunas rutinas o técnicas anteriores,

lo cual constituye un cambio técnico que debía ser aceptado por el caficultor por estar vinculado a la Federación (Fundesyram, 2010). Lo anterior de tal forma que la aplicación y la ejecución sistemática de estas normas y técnicas (Mokyr, 1990) constituyó una fuente indirecta de progreso tecnológico en el sector cafetero colombiano.

### 4.1 Conocimiento proposicional

Entre las categorías de conocimiento proposicional se encuentran las siguientes:

- Uso y aprovechamiento del suelo. Incluye composición mecánica del suelo, relieve, clima, hidrografía, morfología, dinámicas en la composición de los suelos, etc. (López, 1950; Rodríguez, 1949; Schaufelberger, 1958; Schroeder, 1950; Suárez, 1950).
- Técnicas de cultivo. Incluye factores ambientales, conocer el cafeto en todas sus dimensiones, la respuesta de la planta a la fertilización, la capacidad de producción del cafeto, la disponibilidad y los efectos del sombrero, la disponibilidad y el uso de la energía en diferentes formas y tipos de cultivo (Castaño, 1951; 1953; Huertas, 1962; Parra, 1952; Triana, 1950; Urhan, M. G. 1951).
- Aspectos climatológicos. Incluye condiciones del aire, humedad, altura sobre el nivel del mar, comportamiento microclimatológico, temperaturas, condiciones luminosas, lluvia, niveles de precipitación, condiciones térmicas, nivel de humedad, etc. (Gómez y Jaramillo, 1974; López, Naranjo, Villegas y Valencia, 1972; Schaufelberger, 1962; Suárez y Gómez, 1968; Trojer, 1959).
- Control de enfermedades y plagas. Incluye nemátodos, etiología, control de la hormiga, colletotrichum, necróticos, diferentes enfermedades producidas por hongos, aracnosis, llaga negra,

- damping-off*, giberelina, desyerba, llaga macana, mancha de hierro, broca y roya (Bazire, 1960; Castaño, 1953; González, 1950; Urhan, O. 195; Valenzuela, 1955).
- Semillas y especies. Incluye todo lo relacionado con variedades de café, adaptación, desarrollo, evaluación, rendimiento, semillas, obtención, cuidado, tratamiento, mejora y modificaciones (Jaramillo y Santos, 1980; Oliveros y Roa, 1986; Orozco y Marín, 1972; Osorio, 1969; Triana, 1951).
  - Procesamiento. Se refiere a recolección del grano, secado del grano, empaçado, despulpado, almacenamiento, tratamiento de residuos, mecanizado e industrialización (Chamorro, Cárdenas y Herrera, 1995; Oliveros y Guanasekaran, 1995; Zambrano y Zuluaga, 1993).
  - Calidad. Se refiere a la selección de variedades, la selección de semillas, la selección del grano de café, el aseguramiento de la calidad en el cultivo, el cuidado y las propiedades del grano, etc. (Castaño, Quintero y Vargas, 2000; Oliveros, 1996; Puerta, 1996).
  - Derivados y comercialización. Temas relacionados con la obtención de productos derivados y subproductos, y técnicas de comercialización (Blandón, Rodríguez y Dávila, 1998; Castaño y Torres, 1999; López y Castaño, 1999).
  - Otros. Productos que no se lograron clasificar en ninguna de las anteriores categorías.
- Técnicas de cultivo. La caracterización física del grano de café y sus procesos de transformación, el manejo de especies forrajeras en los cafetales, el uso del sistema de zoqueo, el uso de fertilizantes foliares, la guía de fertilización y nutrición balanceada, el manejo del sombrío arbóreo, etc. (Benavides y Cárdenas, 1975; Cárdenas, 1974; López, 1971; Mestre, 1971; 1973; Valencia, 1972).
  - Aspectos climatológicos. Incluye manejo de la oferta de agua disponible para cultivos, distribución de floración y cosecha de café, información sobre variabilidad climática y determinantes de la productividad del cultivo de café (Jaramillo, 1975).
  - Control de enfermedades y plagas. Incluye manejo de insecticidas y fungicidas, síntomas internos y externos de las enfermedades, manejo y control de plagas, nemátodos, epidemiología y control de malezas (Benavides, 1971; Cárdenas, 1974, 1977; Cárdenas y Benavides, 1963; Leguizamón y López, 1972; López y Torres, 1971).
  - Semillas y especies. Incluye bondades y potencialidades de las diferentes especies, grado de adaptación de las especies, propiedades de la variedad Colombia y caracterización de las variedades de café cultivadas en Colombia (Castillo, Moreno y López, 1976; Moreno, 2002).
  - Procesamiento. Hace referencia a requerimientos básicos en el diseño de beneficiaderos, procesos de fermentación, herramientas para tratamientos fitosanitarios, adaptación y manejo de separadores, caracterización técnica de despulpadoras, etc. (Valencia y Arcila, 1975; Valencia y Uribe, 1976).
  - Calidad. Componentes de calidad en cada una de las variedades de café cultivadas en Colombia, química agrícola, normas para registro de información, biotecnología vegetal, características sensoriales de la bebida, ventajas del secado mecánico y técnicas de selección del grano de café, etc. (Puerta, 2003).

#### 4.2 Conocimiento prescriptivo

Entre las categorías de conocimiento prescriptivo se encuentran las siguientes:

- Uso y aprovechamiento del suelo. Incluye recomendaciones sobre uso del suelo, la caracterización estructural de suelos, la guía de fertilización de suelos, los movimientos masales y las prácticas preventivas de la erosión.

- Derivados y comercialización. Se refiere a características de mercados y del consumo, orientaciones para el caficultor en temas comerciales, almacenamiento del producto final, acceso y utilización de la información de la federación sobre comercio y obtención de algunos derivados básicos a partir de desechos del cultivo de café (Farfán y Sánchez, 2007).
- Otros. Productos que no se lograron clasificar en ninguna de las anteriores categorías.

## 5. Resultados

La información presentada en la tabla 1 muestra que los aspectos denominados técnicas de cultivo, control de enfermedades y plagas, uso y aprovechamiento del suelo y aspectos climatológicos pueden reagruparse en la condición biológica de la planta de café —cafeto—, solo que se clasificaron en subcategorías en razón a la enorme dificultad que conlleva el análisis y la clasificación de los documentos.

Al sumar estos cuatro aspectos representan el 77,4 % del total de productos de conocimiento analizados. Es decir, cerca del 80 % del esfuerzo investigativo estuvo dirigido a entender y resolver problemas relacionados directamente con el cultivo del café, mientras que otros aspectos tales como la calidad, el procesamiento, las semillas y la comercialización se relacionan con apenas el 20 % de la producción científica.

**Tabla 1.** Productos de conocimiento proposicional por aspecto

Aspectos	Productos
Técnicas de cultivo	228
Control de enfermedades y plagas	224
Uso y aprovechamiento del suelo	175
Aspectos climatológicos	102
Calidad	73
Procesamiento	62
Semillas y especies	37
Otros	26
Derivados y comercialización	15
Total general	942

**Fuente.** Elaboración propia.

La información de la tabla 1 sugiere que, al enfocar los esfuerzos de investigación y producción de conocimiento, en su mayoría, en el cultivo de café, el mayor beneficiado sería el caficultor. No obstante, cabe señalar que este enfoque pudo representar limitaciones en la modernización de la caficultura, en la medida en que se descuidaron aspectos tales como la innovación en los procesos, la industrialización y la comercialización, porque estos sectores también lograron importantes y sostenidos avances tecnológicos, solo que ya no desde la federación,

sino desde otros sectores empresariales dedicados al desarrollo industrial y comercial del grano y el consumo del café.

La Federación Nacional de Cafeteros formalizó su vínculo con los caficultores a través de la extensión cafetera un año después de su creación. El objetivo de la extensión era gestionar el desarrollo rural cafetero. Para tal fin establecieron como campos de actuación la comercialización, la investigación en técnicas de cultivo, la protección de la salud de los caficultores, la producción de cultivos de pancoger para consumo,

la educación, la diversificación de ingresos, la conservación de recursos naturales y las obras de infraestructura (Federación de Cafeteros, 2000). En el XXI Congreso Cafetero de 1959 se establece que el objetivo es el bienestar de los cafeteros y no el café, lo cual se lograría, primordialmente, por medio de la educación. En este enfoque, Cenicafe asumió la responsabilidad de la generación de conocimiento y el servicio nacional de extensión cafetera se convirtió en el vector transmisor de este conocimiento, transformándolo en tecnología para el desarrollo y bienestar de las comunidades (Federación de Cafeteros, 2000).

**Tabla 2.** Productos de conocimiento prescriptivo por aspecto

Aspectos	Productos
Control de enfermedades y plagas	159
Técnicas de cultivo	138
Procesamiento	48
Aspectos climatológicos	46
Calidad	43
Uso y aprovechamiento del suelo	37
Semillas y especies	23
Derivados y comercialización	14
Otros	14
Total general	522

**Fuente.** Elaboración propia

La transferencia de conocimiento en el sistema cafetero vinculado a la federación estuvo dirigida y gestionada por esta, por medio del sistema nacional de extensión. Por tal razón, era el equipo técnico especializado de extensión el encargado de la transferencia de tecnología y de la aplicación de las instrucciones establecidas y acordadas por los expertos (Federación de Cafeteros, 2000). Por tanto, la aplicación de dichas técnicas no respondía al criterio del caficultor, sino que tenía cierto grado de obligatoriedad como condición para permanecer vinculado a la federación. La información de la tabla 2 refleja en gran medida las tecnologías logradas en el sector cafetero, inducidas o gestionadas desde la federación. Así, entonces, se puede inferir que la federación sí diseñó y ejecutó un sistema de gestión del conocimiento y la tecnología con

Los productos bibliográficos que dan origen a la información de la tabla 2 recogen lo que algunos autores llaman conocimiento tecnológico (Benavides, 2008), que es, principalmente, información de carácter técnico construida a partir del conocimiento científico de distintas fuentes (González, 2011). Estos documentos contienen, fundamentalmente, instrucciones con alto grado de aplicabilidad en el cultivo de café o en su entorno. La proximidad que estas instrucciones logran con la innovación en la caficultura resulta de la forma de aplicarlas y de quién las aplicaba (Fuentes-Pujol y Arguimbau-Vivó, 2008; Vargas, 2009).

importantes resultados en innovaciones adaptativas o incrementales en su mayoría.

La tabla 3 presenta la información que sintetiza la producción de conocimiento y su aproximación tecnológica, gestionada desde la Federación Nacional de Cafeteros. De estos resultados se destaca que, aproximadamente, el 75 % de estos esfuerzos estuvieron dirigidos a temas relacionados de manera directa con el cultivo, en detrimento de aspectos relacionados con la calidad, el procesamiento y la comercialización. Estos resultados podrían sugerir que la federación, al concentrar sus esfuerzos en la producción del grano, dejó de lado los procesos de creación de valor a gran escala en temas como, por ejemplo, la industrialización y la comercialización (Lozada, 2014; Sanabria, 2011).

**Tabla 3.** Síntesis de resultados

Aspectos	Proposicional	Prescriptivo	Total	Part. %
Técnicas de cultivo	228	159	387	26,43
Control de enfermedades y plagas	224	138	362	24,73
Uso y aprovechamiento del suelo	175	48	223	15,23
Aspectos climatológicos	102	46	148	10,11
Calidad	73	43	116	7,92
Procesamiento	62	37	99	6,76
Semillas y especies	37	23	60	4,10
Otros	26	14	40	2,73
Derivados y comercialización	15	14	29	1,98
Total general	942	522	1464	100,00

**Fuente.** Elaboración propia.

De esta manera, las actividades relacionadas con la creación de valor le fueron marginadas al caficultor, de modo que se dejaron a grupos empresariales con capacidades monopolísticas. Esto indudablemente conllevó a que el ingreso de los caficultores llegara a un estado de estancamiento, condicionado por los rendimientos marginales decrecientes inducidos por factores tales como las condiciones naturales de la producción, la tenencia de la tierra, la escala de producción y la estructura monopsónica del mercado

internacional del café. En tal sentido, el objetivo de la federación de impulsar el desarrollo rural fue limitado, en la medida en que el campesino caficultor no pudo acceder a las grandes ganancias derivadas de la comercialización del grano y su transformación industrial moderna, que responde con mayor elasticidad al nuevo conocimiento y al progreso tecnológico (Malizia, Sánchez-Barrioluengo, Lombera y Castro-Martínez, 2013).

## 6. Conclusiones

Desde la teoría económica evolucionista, el conocimiento útil y su relación con el progreso tecnológico y las innovaciones es uno de los principales determinantes del desarrollo económico moderno, muy cercano a la creación de valor. El contexto mesoeconómico y macroeconómico configuran marcos de referencia para el comportamiento de los agentes vinculados, de modo que estas estructuras condicionan la toma de decisiones. Es así como se establecen los paradigmas tecnológicos, dentro de los cuales tienen lugar trayectorias tecnológicas que, a su vez, se convierten en vectores de creación de valor en tanto que priorizan formas concretas de combinación del conocimiento, la tecnología y las innovaciones.

Hasta cierto punto, el marco institucional y organizacional que logró establecer la Federación Nacional de Cafeteros estableció un paradigma tecnológico y unas cuantas trayectorias tecnológicas en el sector cafetero colombiano. Así, la capacidad de gestión y de integración de los agentes otorgó la credibilidad necesaria para direccionar —parcialmente— el progreso tecnológico, actuando principalmente desde dos campos: la investigación científica y la extensión cafetera. En este contexto, la federación actuó también como financiador de la investigación por intermedio de Cenicafé. Este organismo de investigación lideró la producción de conocimiento científico relacionado con el café

y la federación, y a través del servicio de extensión logró convertir dicho conocimiento en tecnología e innovación.

El ejercicio de coordinación que desempeñó la federación le permitió capturar y canalizar recursos institucionales y financieros, así como focalizar una parte de ellos hacia la generación de conocimiento científico y tecnológico. De esta manera, la financiación de las nuevas ideas y oportunidades de innovación no quedaron dependiendo de los capitalistas privados, que actúan como cazadores de rentas monopólicas. Aquí radica la importancia estratégica que tuvo para el desarrollo cafetero colombiano el enfoque de impulso al progreso tecnológico concebido y ejecutado por la federación. Por tanto, el progreso tecnológico en el sector cafetero colombiano no fue inducido solo por las fuerzas del mercado y la competencia entre agentes, sino que, en gran parte, fue financiado, gestionado y dirigido por la institucionalidad representada en la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, en respuesta a objetivos preestablecidos.

Los resultados conseguidos muestran que al menos el 70 % de los esfuerzos asociados al progreso tecnológico realizados por la Federación Nacional de Cafeteros estuvieron dirigidos a temas relacionados con el cultivo del café, en detrimento de aspectos relacionados con la creación de valor a partir del grano tales como la calidad, el procesamiento y la comercialización.

El progreso tecnológico guiado por la federación no le facilitó herramientas al caficultor para que pudiera evolucionar hacia la creación de valor por intermedio de la industrialización, dejándole este nivel de desarrollo a grupos empresariales con capacidades monopolísticas. Esto explica —parcialmente— el estancamiento secular del ingreso de los caficultores, condicionado por los rendimientos marginales decrecientes que se derivan de las condiciones naturales de la producción, la tenencia de la tierra, la escala de producción y la estructura monopsónica del mercado internacional del café.

## Referencias

- Aboal, D.; Garda, P. (2015). ¿La financiación pública estimula la innovación y la productividad? Una evaluación de impacto. *Revista Cepal*, (115), 45-70. DOI: <https://doi.org/10.18356/a2bdfcfc-es>
- Agazzi, E. (1998). From technique to technology: the role of modern science. *PHIL & TECH*, 4(2), 1-9. DOI: <https://doi.org/10.5840/techne1998421>
- Andergassen, R.; Nardini, F.; Ricottilli, M. (2017). Innovation diffusion, general purpose technologies and economic growth. *Structural Change and Economic Dynamics*, (40), 72-80. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2016.12.003>
- Antonelli, C. (2014). La complejidad económica del conocimiento, la innovación y el cambio estructural. En F. Barletta; V. Robert; G. Yoguel (Comp.) *Tópicos de la teoría evolucionista neoschumpeteriana de la innovación y el cambio tecnológico*. (Vol. I, 213-244). Buenos Aires: Miño y Dávila, Universidad del General Sarmiento.
- Arrow, K. (1979). El bienestar económico y la asignación de recursos para la invención. En N. Rosemberg (Ed.) *Economía del cambio tecnológico* (151-167). México D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Barrios, K.; Olivera, E; Acosta, J. (Comp.) (2017). *Gestión del conocimiento y capacidad de innovación*. Barranquilla: Ediciones Universidad Simón Bolívar
- Bazire, M. (1960). Hormigas coccidophilas de los cafetos en Caldas (Colombia). *Revista Cenicafé*, 11, 221-233.
- Benavides, M. (1971). Combate de la hormiga arriera/Atta cephalotes/. *Avances Técnicos-Cenicafé*, (1).
- Benavides, M.; Cárdenas, R. (1975). Cómo buscar y erradicar un foco de broca. *Avances Técnicos-Cenicafé*, (42).
- Benavides, O. (2008). *De inventores a empresas. La historia económica de la innovación tecnológica*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Blandón, G.; Rodríguez, N.; Dávila, T. (1998). Caracterización microbiológica y físico-química de los subproductos del beneficio del café en proceso de compostaje. *Revista Cenicafé*, 49, 169-185.
- Brown, J.; Fazzari, S.; Petersen, B. (2009). Financing innovation and growth: cash flow, external equity and the 1990s R&D boom. *The Journal of FINANCE*, 64(1), 151-185. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2008.01431.x>
- Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories. *Research Policy*, 11(3), 147-162. DOI: [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(82\)90016-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(82)90016-6)
- Cadena, G. (2005). Desarrollos científicos de Cenicafé en la última década. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 29(110), 89-99.
- Cárdenas, R.; Benavides, M. (1973). La palomilla del cafeto. *Avances Técnicos-Cenicafé*, (29).
- Cárdenas, R. (1974). Guía para mezclas de insecticidas y fungicidas. *Avances Técnicos-Cenicafé*, (32).
- Cárdenas, R. (1977). Una nueva plaga del cafeto Lepidóptera: Acrolophidae /Acrolophus/ sp. *Avances Técnicos-Cenicafé*, (72).
- Castaño, J. (1951). Resultado de la investigación sobre una enfermedad del café en el departamento de Nariño. *Revista Cenicafé*, 2, 35-39.
- Castaño, J. (1953). Algunas observaciones sobre la «llaga negra» radicular del cafeto. *Revista Cenicafé*, 4, 30-34.
- Castaño, J.; Quintero, P.; Vargas, L. (2000). Caracterización del rendimiento de extracción y del contenido de sólidos solubles de la bebida de café. *Revista Cenicafé*, 51, 85-95.
- Castaño, J.J. y Torres, M.L. (1999). Características de la tostión de algunos subproductos de la trilla de café. *Revista Cenicafé*, (50), 259-285.
- Castillo, J., Moreno, L. y López, S. (1976). Uso de resistencia genética a /Hemileia vastatrix/ Berk. y Br. existente en germoplasma de café en Colombia. *Revista Cenicafé*, (27), 3-25.
- Chamorro, G.E., Cárdenas, R. y Herrera, A. (1995). Evaluación económica y de la calidad en taza del café proveniente de diferentes sistemas de recolección manual; utilizables como control en cafetales infestados de /Hypothenemus hampei/. *Revista Cenicafé*, (46), 166-175.
- Cerquera, Ó.; Orjuela, F. (2015). El acompañamiento institucional en el desarrollo del sector cafetero colombiano. *Revista Finanzas y Política Económica*, 7(1), 169-191. DOI: <https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2015.7.1.9>
- Cuellar, F. (2004). *El crédito cafetero en Colombia. Economía, instituciones y política* (1920-2002). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Universidad de los Andes.
- Czarnitzki, D.; Hottenrott, H. (2010). Financing constraints for industrial innovation: what do we know? K.U.Leuven, *Dept. of Managerial Economics, Strategy and Innovation*. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.1749386>
- Farfán, F.; Sánchez, M. (2007). Certificación de fincas de producción de café orgánico. *Avances Técnicos-Cenicafé*, (363), 1-8.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2000). *Servicio de extensión 40 años*. Federacafé.

- Fernández M. (2014). Instituciones y éxito regional cafetero en Colombia. *Revista de Economía Institucional*, 16(30), 215-240.
- Fuentes-Pujol, E.; Arguimbau-Vivó, L. (2008). I+D+I: una perspectiva documental. *Anales de Documentación*, (11), 43-56.
- Fundesyram. (2010). *Guía para la innovación de la caficultura. De lo convencional a lo orgánico*. San Salvador: Fundación para el Desarrollo Socio Económico Y Restauración Ambiental Recuperado de <https://bit.ly/2GgyMnz>
- González, J. (2011). *Manual de transferencia de tecnología y conocimiento*. Instituto de Transferencia de Tecnología y Conocimiento. Recuperado de <https://bit.ly/3CdBMV>
- González, R. (1950). Nemátodos. *Revista Cenicafé*, 1, 24-27.
- Gómez, G. L. y Jaramillo, R. A. (1974). Temperatura de árboles de café al sol. *Revista Cenicafé*, (25), 61-62.
- Huertas, A. (1962). Composición mineral foliar; fertilización y producción del café. *Revista Cenicafé*, 13, 195-210.
- Jaramillo, A. (1975). Precipitación en la zona cafetera en el año 1974. *Avances Técnicos-Cenicafé*, (38).
- Jaramillo, A. y Santos, M. (1980). Balance de radiación solar en /Coffea arabica/ L. variedades Catuái y Borbón Amarillo. *Revista Cenicafé*, (31), 86-104.
- Kerr, W.; Nanda, R. (5 de noviembre de 2014). *Financing innovation*. Harvard Business School y NBER. Recuperado de <https://hbs.me/31Thky5>
- Lee, Y. N.; & Walsh, J. P. (2016). Inventing while you work: knowledge, non-R&D learning and innovation. *Research Policy*, 45(1), 345-359. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.09.009>
- Leguizamón, E.; López, S. (1972). Nemátodos en plantaciones de café en Colombia. *Avances Técnicos-Cenicafé*, (20).
- López, M. (1950). Soluciones extractoras en análisis químico de fertilidad. *Revista Cenicafé*, 1(5), 26-31.
- López, S. (1971). Uso del Benlate en aspersión foliar. *Avances Técnicos-Cenicafé*, (7).
- López, M.; Castaño, J. (1999). Características del aceite esencial obtenido de subproductos de la trilla de café pergamino. *Revista Cenicafé*, 50, 119-125.
- López, M.; Naranjo, J.; Villegas, M.; Valencia, G. (1972). Influencia de la altitud en el desarrollo de plantas de café en almácigo. *Revista Cenicafé*, 23, 87-97.
- López, S.; Torres, E. (1971). Control de mancha de hierro con Benlate. *Avances Técnicos-Cenicafé*, (4).
- Lozada, J. (2014). Investigación aplicada: definición, propiedad intelectual e industria. *CienciaAmérica*, 3(1), 34-39.
- Machado, A. (2001). El café en Colombia a principios del siglo XX. En G. Misas-Arango (Ed.) *Desarrollo Económico y Social en Colombia. Siglo XX (77-99)*. Bogotá: UNIBIBLOS, Universidad Nacional.
- Malizia, A.; Sánchez-Barrioluengo, M.; Lombera, G.; Castro-Martínez, E. (2013). Análisis de los mecanismos de transferencia tecnológica entre los sectores científico-tecnológico y productivo de Argentina. *Journal of Technology, Management & Innovation*, 8(4), 103-115.
- Mestre, A. (1971). Germinadores. *Avances Técnicos-Cenicafé*, (3).
- Mestre, A. (1973). Utilización de la pulpa en almácigos de café. *Avances Técnicos-Cenicafé*, (28).
- Mokyr, J. (1990). *La palanca de la riqueza. Creatividad tecnológica y progreso económico*. Madrid: Alianza Editorial.
- Mokyr, J. (2008). *Los dones de Atenea. Los orígenes históricos de la economía del conocimiento*. Madrid: Marcial Pons Historia.
- Moreno, L.G. (2002). Nueva variedad de café de porte alto resistente a la roya del cafeto. *Revista Cenicafé*, (53), 132-143.
- Oliveros, C. (1996). Módulo de deformabilidad y relación de Poisson para café pergamino húmedo. *Revista Cenicafé*, 47, 100-107.
- Oliveros, C.; Gunasekaran, S. (1995). Predicción teórica del consumo de potencia y de la tasa promedio de cortante aplicada en el desmucilaginado mecánico del café. *Revista Cenicafé*, 46, 112-122.
- Oliveros, C.; Roa, G. (1986). Pérdidas de presión por el paso del aire a través del café pergamino; variedad Caturra dispuesto a granel. *Revista Cenicafé*, 37, 23-37.
- Orozco, F.; Marín, H. (1972). Caracterización de selecciones de café Etíope por medio de medidas biométricas. *Revista Cenicafé*, 23, 29-60.
- Osorio, B. J. (1969). Influencia del tamaño de la semilla en el crecimiento de las plántulas de café. *Revista Cenicafé*, 20, 20-40.
- Palacios, M. (1979). *El café en Colombia (1850-1970). Una historia económica, social y política*. Bogotá: Presencia Ltda.
- Parra, H. J. (1952). Fertilidad en la serie de suelos Chinchiná. *Revista Cenicafé*, (3), 30-38.
- Pereira, H. (2011). Implementación de la gestión del conocimiento en la empresa. *Éxito Empresarial*, (135), 1-6.
- Pérez, C. (2004). *Revoluciones tecnológicas y capital financiero. La dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza*. México D.F.: Siglo XXI Editores.
- Pérez, J. (2013). *Economía cafetera y desarrollo económico en Colombia*. Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Pierson, P. (2000). Increasing returns, path dependence, and the study of politics. *The American Political Science Review*, 94(2), 251-267. DOI: <https://doi.org/10.2307/2586011>
- Puerta, I. (1996). Evaluaciones de calidad del café colombiano procesado por vía seca. *Revista Cenicafé*, 47, 85-90.
- Puerta, I. (2003). Especificaciones de origen y buena calidad del café de Colombia. *Avances Técnicos-Cenicafé*, (316).

- Quintanilla, M. A. (1997). El concepto de progreso tecnológico. *Arbor*, 157(620), 377-390. DOI: <https://doi.org/10.3989/arbor.1997.i620.1822>
- Rendón, J. (2016). *Innovación cafetera, la cooperativa y el caficultor empresarial*. Cátedras de Innovación Empresarial, Universidad Eafit. Recuperado de <https://bit.ly/3IGPHzN>
- Robert, G.; Yoguel, V. (2014). La dinámica compleja de la innovación y el desarrollo económico. En F. Barletta; V. Robert; G. Yoguel (Comp.) *Tópicos de la teoría evolucionista neoschumpeteriana de la innovación y el cambio tecnológico*. (Vol. I, 124-186). Buenos Aires: Miño y Dávila, Universidad del General Sarmiento.
- Rodríguez, G. A. (1949). Composición mecánica del suelo. *Revista Cenicafé*, 1(2), 25-26.
- Rosemberg, N. (1979). *Economía del cambio tecnológico*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Rosemberg, N.; Winter, S. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. EE. UU.: Harvard University Press.
- Rueda, J. L. (2017). *Cambio tecnológico y mejoras en el bienestar de los caficultores en Colombia: el caso de las variedades resistentes a la roya*. Bogotá: Documentos CEDE, Universidad de los Andes. Recuperado de <https://bit.ly/32L3D3o>
- Ruttan, V.; Hayami, Y. (1989). El cambio técnico inducido en la agricultura. *Agricultura y Sociedad*, (53), 19-72.
- Sanabria, N. (2011). Investigación y desarrollo (I+D) en la productividad. *Dimensión Empresarial*, 9(1), 55-63.
- Schaufelberger P. (1958). Mapas climatológicos para Colombia y Costa Rica. *Revista Cenicafé*, 9, 65-72.
- Schaufelberger, P. (1962). La clasificación natural de los climas. *Revista Cenicafé*, 13, 03-22.
- Schmookler, J. (1979). Fuentes económicas de la actividad inventiva. En N. Rosemberg (Ed.) *Economía del cambio tecnológico*. (107-125). México D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Schroeder, R. (1950). La circulación atmosférica en Colombia. *Revista Cenicafé*, (1), 24-28.
- Schumpeter, J. (1944). *Teoría del desenvolvimiento económico*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Silverberg, G.; Dosi, G.; Orsenigo, L. (1988). Innovation, diversity and diffusion: a self-organisation model. *The Economic Journal*, 98(393), 1032-1054. DOI: <https://doi.org/10.2307/2233718>
- Suárez, C. E. (1950). La erosión por salpicamiento. *Revista Cenicafé*, 1(3), 20-21.
- Suárez, J. V.; Gómez, G. L. (1968). Clasificación climática de una zona central colombiana; Caldas; Risaralda; Quindío. *Revista Cenicafé*, 19, 03-17.
- Triana, J. V. (1950). Algunos métodos de propagación y medidas de crecimiento en las especies /Guadua angustifolia/ y / Bambusa vulgaris. *Revista Cenicafé*, 1, 26-31.
- Triana, J. V. (1951). Propagación vegetativa del /Coffea arabica/. *Revista Cenicafé*, 2, 29-34.
- Trojer, H. (1959). Fundamentos para la zonificación meteorológica y climatológica del trópico especialmente de Colombia. *Revista Cenicafé*, 10, 289-372.
- Urhan, O. (1951). Llaga y marchitamiento del cafeto causado por /Myrothecium roridum/ Tode. *Revista Cenicafé*, 2, 33-45.
- Urhan, M. G. (1951). Relaciones del agua en plantas de café. *Revista Cenicafé*, 2, 24-30.
- Urrutia, M. (2008). Los eslabonamientos y la historia económica de Colombia. *Desarrollo y Sociedad*, (62), 67-88. DOI: <https://doi.org/10.13043/dys.62.3>
- Usher, A. (1979). Cambio técnico y formación de capital. En N. Rosemberg (Ed.) *Economía del cambio tecnológico*. (67-88). México D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Valencia, A.; Uribe, A. (1976). Normas para el diseño de beneficiaderos de café. *Avances Técnicos-Cenicafé*, (58).
- Valencia, G. (1972). Fertilización en plantaciones de café en producción. *Avances Técnicos-Cenicafé*, (14).
- Valencia, G.; Arcila, J. (1975). Secamiento y caída de frutos tiernos de café. *Avances Técnicos-Cenicafé*, (40).
- Valenzuela, G.O. (1955). Control cultural vs. control químico en el combate de la hormiga de Amagá /Rhizomyrma/ spp. y cóccidos radiculares asociados del cafeto. *Revista Cenicafé*, (6), 169-176.
- Vargas, Z. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista de Educación*, 33(1), 155-165. DOI: <https://doi.org/10.15517/revedu.v33i1.538>
- Vega, A. (2014). *La interacción entre innovación y estructura de mercado en una economía no desarrollada* (Tesis doctoral). Doctorado en Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Colombia, Colombia. Recuperado de <https://bit.ly/3gQzCEi>
- Zambrano, D.; Zuluaga, J. (1993). Balance de materia en un proceso de beneficio húmedo del café. *Revista Cenicafé*, 44, 45-55.