

Elementos claves de metrología en tres sectores: café, autopartes y cosmético



Clara Inés Pardo Martínez
Yolanda Briceño Bueno
Sylvia Patricia Fletscher Moreno
—Editoras académicas—



Elementos claves de metrología en tres sectores:
café, autopartes y cosmético

Elementos claves de metrología en tres sectores: café, autopartes y cosmético

Resumen

Este libro ofrece a sus lectores un conjunto de perspectivas analíticas sobre la metrología en los tres sectores en mención. Este libro es el resultado del esfuerzo conjunto del Instituto Nacional de Metrología (INM) y el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT) en el marco del proyecto de inversión C-520-200-2, denominado “Fortalecimiento, Investigación y Desarrollo en Metrología Nacional”, teniendo como uno de los objetivos específicos “Conocer las capacidades metroológicas, alcance e incertidumbre de los laboratorios nacionales”. Esperamos que este libro apoye los procesos de apropiación y empoderamiento de la metrología en los sectores de café, autopartes y cosmético para que puedan trascender hacia cadenas de valor basadas en la competitividad, fuente de innovación.

Palabras clave: calidad de los productos, pesas y medidas, industria del café-mediciones, industria automovilística, Instituto Nacional de Metrología, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

Key elements of metrology in three sectors: coffee, auto parts and cosmetics

Abstract

This book offers its readers a set of analytical perspectives on metrology in the three sectors mentioned. This book is the result of the joint effort of the National Institute of Metrology (INM) and the Colombian Observatory of Science and Technology (OCyT) in the framework of the investment project C-520-200-2, entitled “Strengthening, Research and Development in National Metrology”, having as one of the specific objectives “to know the metrological capacities, scope and uncertainty of the national laboratories”. We hope that this book will support the processes of appropriation and empowerment of metrology in the coffee, auto parts and cosmetic sectors so that they can transcend into value chains based on competitiveness, a source of innovation.

Keywords: Quality of products, Weights and measures, Coffee Industry Measurements, Automobile Industry, Instituto Nacional de Metrología, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

Citación sugerida:

Pardo Ramírez, C. I.; Briceño Bueno, Y. & Fletscher Moreno, S. P. (2017). *Elementos claves de metrología en tres sectores: café, autopartes y cosmético*. Bogotá: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, OCyT, Instituto Nacional de Metrología de Colombia.

Elementos claves de metrología en tres sectores: café, autopartes y cosmético

Clara Inés Pardo Martínez
Yolanda Briceño Bueno
Sylvia Patricia Fletscher Moreno
–Editoras académicas–

Elementos claves de metrología en tres sectores: café, autopartes y cosmético / Clara Inés Pardo Martínez, Daniel Felipe Garzón, Diana Carolina Velasco, Diana Patricia Lucio, Henry Alfonso Mora, María Paula Garavito, Sandra Zárate, Sylvia Patricia Fletscher. – Bogotá: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, OCyT; Instituto Nacional de Metrología de Colombia, 2017.

xvi, 141 páginas.

Incluye referencias bibliográficas.

ISBN: 978-958-56188-0-0 (impreso)

ISBN: 978-958-56188-1-7 (digital)

Calidad de los productos / Pesas y medidas / Industria del café - Mediciones / Automóviles - Industria y comercio - Mediciones / Industria de cosméticos - Mediciones / I. Pardo Martínez, Clara Inés / II. Garzón, Daniel Felipe / III. Velasco, Diana Carolina / IV. Lucio, Diana Patricia / V. Mora, Henry Alfonso / VI. Garavito, María Paula / VII. Zárate, Sandra / VIII. Fletscher, Sylvia Patricia / IX. Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, OCyT / X. Instituto Nacional de Metrología de Colombia / XI. Título.

389.1 SCDD 20

JDA

Febrero 13 de 2017

Hecho el depósito legal que marca el Decreto 460 de 1995



© Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, OCyT
© Instituto Nacional de Metrología de Colombia
© Clara Inés Pardo, Yolanda Briceño Bueno, Sylvia Patricia Fletscher, Daniel Felipe Garzón, Diana Carolina Velasco, Diana Patricia Lucio, Henry Alfonso Mora, María Paula Garavito, Sandra Zárate

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, OCyT
Cra. 15 No. 37-59 • Tel. 3235059
www.ocy.org.co
Instituto Nacional de Metrología de Colombia
Av. Cra 50 No 26-55 Int. 2 CAN • Tel. 2542222
www.inm.gov.co

Diseño de cubierta y diagramación:
Precolombi EU-David Reyes
Impresión: Xpress. Estudio Gráfico y Digital S. A.

Primera edición: Bogotá D.C., marzo de 2017

ISBN: 978-958-56188-0-0 (impreso)

ISBN: 978-958-56188-1-7 (digital)

COMITÉ EDITORIAL

Evaluadores externos

Lina Patricia Forero

Blanca Cilia Poveda

Revisora de los capítulos por parte
del Instituto Nacional de Metrología
Claudia Fernanda Rodríguez

Captura y procesamiento de datos

Henry Alfonso Mora

Sandra Milena Zárate

Natalia Andrea Márquez

Todos los derechos reservados.

Esta obra no puede ser reproducida sin el permiso previo por escrito del Copy Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, OCyT y del Instituto Nacional de Metrología de Colombia, INM.

Contenido

Índice de figuras.....	xi
Índice de tablas	xii
Presentación	
Instituto Nacional de Metrología	xiii
Capítulo 1. Infraestructura de la calidad	1
<i>Clara Inés Pardo</i>	
<i>Sylvia Patricia Fletscher</i>	
1. Generalidades infraestructura de la calidad	2
2. Importancia de la metrología e institucionalidad de la calidad en Colombia.....	9
Referencias.....	13
Cibergrafía	13
Glosario	14
Capítulo 2. Métodos y herramientas utilizados en este estudio	15
<i>Clara Inés Pardo</i>	
<i>Sylvia Patricia Fletscher</i>	
1. Introducción.....	15
2. Guía de Entrevistas para el Levantamiento de Información de los Sectores Seleccionados.....	17
3. Propuesta Metodológica para el Análisis de las Capacidades de los Sectores Estudiados	18
Referencias.....	20

Capítulo 3. Elementos claves de la metrología en el sector café.....	23
<i>Diana Carolina Velasco</i>	
<i>Diana Patricia Lucio</i>	
<i>Sylvia Patricia Fletscher</i>	
1. Introducción.....	24
2. Descripción de la Cadena de Valor del Sector Cafetero.....	27
3. Análisis de las Capacidades en Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Café	31
4. Normativa y requerimientos de medición en el sector	33
5. Necesidades Metrológicas del sector cafetero.....	40
6. Desarrollo y Perspectivas del sector café.....	59
Conclusiones.....	60
Referencias.....	61
Cibergrafía	65
Anexos	66
Capítulo 4. El sector cosmético en Colombia:	
Perspectivas y necesidades metrológicas.....	71
<i>Henry Alfonso Mora</i>	
<i>Sandra Zárate</i>	
1. Introducción.....	72
2. Descripción de la Cadena de Valor del Sector Cosmético	74
3. Análisis de las capacidades en ciencia y tecnología del sector cosmético	79
4. Normativa del sector Cosmético	82
5. Necesidades Metrológicas del sector Cosmético	91
6. Desarrollo y Perspectivas del sector Cosmético	95
Conclusiones.....	100
Referencias.....	101
Capítulo 5. El sector autopartes: una perspectiva metrológica	105
<i>Clara Inés Pardo</i>	
<i>Maria Paula Garavito</i>	
<i>Daniel Felipe Garzón</i>	
1. Introducción.....	106
2. Descripción de la Cadena de Valor del Sector Autopartes.....	108
3. Análisis de las Capacidades en Ciencia y Tecnología del Sector Autopartes	115

4. Normativa y requerimientos de medición en el sector autopartes.....	118
5. Necesidades Metrológicas del sector Autopartes.....	123
6. Desarrollo y Perspectivas del sector autopartes.....	129
Conclusiones.....	132
Referencias.....	133
 Capítulo 6. Conclusiones y buenas prácticas metrológicas para los tres sectores: café, cosmético y autopartes	 137
<i>Clara Inés Pardo</i>	
<i>Sylvia Patricia Fletscher</i>	

Índice de figuras

Capítulo 1

Figura 1. Papel del Instituto Nacional de Metrología en el desarrollo económico y social	6
Figura 2. Infraestructura nacional de la calidad	8

Capítulo 3

Figura 1. Tendencias de los indicadores de actividad del sector café	24
Figura 2. Estructura de la cadena de valor del café en Colombia.....	30
Figura 3. Tendencia de los productos resultados de investigación en el sector café de Colombia, 2005-2014	32
Figura 4. Tendencia de las patentes y modelos de utilidad en el sector café de Colombia, 2005-2014	32
Figura 5. Distribución de empresas del sector café por tamaño y grado de innovación, 2013-2014.....	34
Figura 1A. Detalles de las etapas de transformación de la cadena de valor del café	66
Figura 2A. Entes regulatorios y no regulatorios de la cadena de abastecimiento local del café	69

Capítulo 4

Figura 1. Tendencias de los indicadores de actividad del sector cosméticos y productos de aseo en Colombia.....	73
Figura 2. Composición del sector de cosméticos y productos de aseo en Colombia	75
Figura 3. Cadena de valor del sector de cosméticos y de aseo.....	76
Figura 4. Tendencia de los productos resultados de investigación en el sector cosmético de Colombia, 2005-2014.....	79
Figura 5. Tendencia de las patentes y modelos de utilidad en el sector cosmético de Colombia, 2005-2014	80
Figura 6. Distribución de empresas del sector cosméticos por tamaño y grado de innovación, 2013-2014	82

Figura 7. Normatividad para el sector cosméticos en Colombia.....	84
Figura 8. Estructura simplificada de la cadena productiva del sector cosméticos y aseo	92

Capítulo 5

Figura 1. Tendencias de los indicadores de actividad del sector autopartes en Colombia	107
Figura 2. Cadena productiva de la industria automotriz colombiana	110
Figura 3. Cadena de valor del sector de autopartes	111
Figura 4. Tendencia de los productos resultados de investigación en el sector autopartes de Colombia, 2005-2014	116
Figura 5. Patentes y modelos de utilidad solicitadas y concedidas en el sector autopartes de Colombia, 2005-2014	116
Figura 6. Distribución de empresas del sector autopartes por tamaño y grado de innovación, 2013-2014.....	117

Índice de tablas

Capítulo 3

Tabla 1. Normativa técnica de obligatorio cumplimiento.....	36
Tabla 1A. Variación del pH del mucílago a través del tiempo de fermentación en sistemas abiertos, sólidos y sumergidos con 30% y 50% de agua, según la temperatura de proceso y la clasificación de café en baba.....	70

Capítulo 5

Tabla 1. Valor agregado en el sector autopartes a nivel mundial	113
Tabla 2. Normativa Técnica colombiana sector autopartes.....	120
Tabla 3. Necesidades metrológicas de componentes del sistema de frenos	124
Tabla 4. Necesidades metrológicas llantas neumáticas	126
Tabla 5. Necesidades metrológicas en cinturones de seguridad	127
Tabla 6. Necesidades metrológicas en acristalamientos de seguridad.....	128

Presentación

Instituto Nacional de Metrología

Con la firma de los Tratados de Libre Comercio y la necesidad de exportar bienes no minero energéticos con valor agregado, Colombia tuvo que apostarle a la mejora de sus productos por medio de la implementación de procesos de calidad y competitividad, con el fin de eliminar barreras técnicas y obstáculos al comercio.

Basada en esta necesidad, Colombia creó el Subsistema Nacional de la Calidad (SICAL), que busca garantizar el bienestar y la seguridad del ciudadano. Como pilar fundamental de este subsistema, se encuentra el Instituto Nacional de Metrología (INM), el cual fue instaurado mediante el Decreto 4175 en noviembre de 2011, con los objetivos de posicionar al país de forma permanente y efectiva en los mercados internacionales, propender por el avance hacia la producción de bienes de alto valor agregado y mejorar la competitividad, fundamentado en estándares internacionales y ofreciendo la trazabilidad para la verificación de la calidad de los productos que se fabrican o se comercializan en el país.

El INM, como articulador, ejecutor y autoridad de la metrología científica e industrial en el país, tiene patrones de medición en metrología física y produce materiales de referencia que garantizan la trazabilidad de las mediciones al Sistema Internacional de Unidades (SI), definido por la Conferencia General de Pesas y Medidas de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM). El INM es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM), miembro activo del BIPM y firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo de Patrones Nacionales de Medida (CIPM-MRA) desde el año 2013.

En sólo cuatro años de existencia oficial, el INM ha logrado ser reconocido como miembro pleno del BIPM, además de haber iniciado las publicaciones de sus Capacidades de Medición y Calibración (CMC), con el fin de llegar a ser un centro de investigación, desarrollo e innovación líder en materia Metroológica en Colombia y ser reconocidos por COL-CIENCIAS.

Por su parte, el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT) tiene entre sus propósitos apoyar los procesos estratégicos de planificación y toma de decisiones de los actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología a través de la construcción e interpretación de indicadores sobre las dinámicas de la ciencia y la tecnología en el país. En esta línea el OCyT ha consolidado el informe anual de indicadores de ciencia y tecnología, el cual, al recopilar información sobre inversión, capacidades, formación de recursos humanos, producción científica y de propiedad industrial, innovación y TIC, se ha convertido en un referente nacional para la toma de decisiones nacionales sobre ciencia y tecnología.

Desde 2014 el INM viene trabajando conjuntamente con el OCyT en el marco del proyecto de inversión C-520-200-2, denominado “Fortalecimiento, Investigación y Desarrollo en Metrología Nacional”, que tiene como uno de sus objetivos específicos “Conocer las capacidades metroológicas, alcance e incertidumbre de los laboratorios nacionales” para lo cual se plantearon las siguientes actividades: “Realizar un diagnóstico del sector respecto a capacidades de ciencia, tecnología e innovación” y “Realizar un estudio de la demanda de servicios metroológicos y de la identificación de la normativa técnica aplicable del sector productivo”. Durante estos años se ha trabajado con los sectores: cosméticos, café y autopartes.

De esta manera, la presente publicación muestra el resultado del trabajo aunado entre el Instituto Nacional de Metrología (INM) de Colombia y el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT), enfocado en la contextualización de las necesidades de la infraestructura de la calidad y, específicamente, en el campo de la metrología.

El propósito primordial de los estudios realizados es determinar las necesidades metroológicas y de innovación en los sectores cosméticos, café y autopartes del país, desde una visión ampliada que contempla diferentes actores en sus cadenas de valor, identificando la normatividad y reglamentación técnica aplicable. Los estudios pretenden revisar las interacciones que

se presentan a lo largo de cada proceso productivo detectando las debilidades, las fortalezas y las oportunidades presentes en cada sector estudiado.

La publicación comprende los temas anteriores, los cuales están desglosados por capítulos. Estos se centran en examinar aspectos y conceptos esenciales, buscando comprender cómo está organizada la Infraestructura de la Calidad en el país y cuál es la normatividad vigente aplicable en términos de calidad y metrología dentro del Subsistema Nacional de la Calidad (SICAL); posteriormente, se describe la metodología empleada en la elaboración de los estudios para analizar sus capacidades metrológicas y de ciencia, tecnología e innovación.

A la vez, se analiza el sector tradicional del café, uno de los productos colombianos más reconocidos a nivel mundial, en el que se busca fomentar el desarrollo de la tecnología y la innovación con el propósito de ser más competitivos frente a otros productores, para lo cual se presentan las principales oportunidades y exigencias que demanda el sector desde la perspectiva metrológica. Igualmente, se revisa la caracterización del sector de cosméticos y se muestran las principales oportunidades del país como plataforma para el aprovechamiento de los diferentes tratados comerciales, los cuales fueron suscritos gracias al mejoramiento acrecentado en la prestación de servicios por los diferentes actores de la cadena. Así mismo, se exponen los retos y las carencias que presenta el sector con relación a la metrología y los procesos de innovación necesarios para el impulso propicio de la industria cosmética en Colombia.

En el siguiente capítulo, aparece el tema de autopartes, un sector económico al cual el gobierno le sigue apostando por su potencial frente al mercado interno y externo con relación a las restricciones que aún se presentan en cada uno de los eslabones de la cadena, principalmente, por la necesidad de desarrollo en el área de la metrología.

Por último, se presentan las conclusiones derivadas de los ejercicios realizados, se sugieren recomendaciones, como algunos lineamientos generales y específicos del resultado de los estudios llevados a cabo entre ambas instituciones, para su implementación en cada uno de los sectores económicos presentes en esta publicación.

Hoy en día, la realización de estos estudios, bajo el enfoque de la ciencia, la tecnología y la innovación, y de la mano de la metrología, son

necesarios para avanzar en otros sectores de la economía nacional que propendan por el desarrollo económico, científico y tecnológico en aras de desarrollar políticas y estrategias que lleven a dicho cometido.

Capítulo 1

Infraestructura de la calidad¹

Clara Inés Pardo*
Sylvia Patricia Fletscher**

Resumen

En este documento se realiza una revisión breve de los aspectos fundamentales con los que debe contar un sistema de infraestructura de la calidad, retomando conceptos como la certificación, la acreditación y la evaluación de primera, segunda y tercera parte. Así mismo, se plantean los desafíos y retos de la infraestructura de la calidad para cualquier economía nacional, tomando en cuenta el marco institucional cuyo establecimiento se hace fundamental para el buen funcionamiento del sistema. En el presente capítulo se hace énfasis, además, en la importancia de la metrología y la institucionalidad de la calidad en Colombia, y se referencian las normativas más relevantes que anteceden y conforman el actual Subsistema Metrológico Nacional, reorganizado mediante Decreto 1471 de 2014.

Palabras claves: acreditación, metrología, estándar, certificación, calidad.

¹ Este capítulo se elabora con base en los documentos de Sanetra, C. y Marbán, R. (2007) y Sánchez Navarro, D., Lis-Gutiérrez, J. P., Campo Robledo, J. A., & Herrera Saavedra, J. P. (2014).

* Email: cpardo@ocyt.org.co

** Email: sfletscher@ocyt.org.co

1. Generalidades infraestructura de la calidad

La infraestructura de la calidad² cobra relevancia para las economías nacionales, toda vez que ayuda al desarrollo de un comercio mundial acorde con los estándares internacionales, impulsa las competencias técnicas que brindan calidad a los productos ofrecidos y otorgan seguridad a los consumidores, permite el desarrollo de procesos de certificación y acreditación que garantizan la calidad de los productos y genera ventajas competitivas que permiten diferenciar los productos y procesos de las cadenas de valor de cualquier economía nacional.

Tomando en cuenta lo anterior, los grupos de interés definidos en el sistema de infraestructura de la calidad son: las empresas que desarrollen actividades en un sector de la economía nacional, las pequeñas y medianas empresas que no cuenten con la capacidad propia de calibración o prueba y que pueden obtener el apoyo de las instituciones de infraestructura de calidad, el comercio interno y la exportación/importación que estén basados en instalaciones de prueba, los reguladores, las instituciones que ejecuten actividades de investigación y desarrollo, la comunidad científica y académica, las instituciones financieras que conceden créditos a las empresas que realizan certificaciones de calidad, el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC) y los organismos de arbitraje de disputas comerciales, entre otros.

Las principales razones que justifican la infraestructura de la calidad se resumen a continuación:

- *Desafíos al libre comercio y la globalización:* la infraestructura de la calidad es esencial para eliminar las barreras técnicas al comercio. Esta es la clave para la integración de los países en el sistema de comercio internacional. La infraestructura de la calidad tiene efectos en términos de salud pública, seguridad y/o medio ambiente.
- *Innovación y competitividad:* los países deben dar especial importancia a la innovación de aquellas áreas que representen altos costos de importación, causen daños al medio ambiente y/o afecten la seguridad o protección de los consumidores, para lo cual deben

² La infraestructura de la calidad (IC) hace referencia a la metrología, los estándares, las pruebas y la calidad en el manejo de los productos y procesos del producto.

responder con creatividad e innovación y, en consecuencia, generar ventajas competitivas.

- *Acceso a los mercados internacionales y preservación de los mercados domésticos:* la globalización se sustenta en estrategias cada vez más orientadas a que en los mercados se ofrezcan productos no sólo de menor precio, sino también de mayor calidad, por lo que es imperativo que los procesos y los productos cumplan con requisitos mínimos de calidad.

Los productores de los países en desarrollo deben cumplir con las exigencias de los mercados de destino en términos de calidad, seguridad, confiabilidad, cuidado del medio ambiente e higiene y para ello deben proporcionar una prueba creíble del producto o proceso.

- *Protección del consumidor:* la evaluación de la calidad se constituye en la base para la selección de productos o servicios. Los consumidores pueden confiar en productos o servicios que cuenten con un certificado de conformidad que de fe de su calidad, seguridad u otras características deseables.

La infraestructura de la calidad establece el marco técnico necesario para implementar los controles requeridos y dar cumplimiento a las regulaciones en términos no solo de calidad de los productos y procesos, sino además del uso adecuado de los recursos naturales y el desarrollo de actividades económicas socialmente responsables.

- *Apoyo a reguladores e instituciones del Subsistema Nacional de la Calidad³ en el desempeño de sus funciones:* los reguladores se benefician de la infraestructura de la calidad como un medio para hacer cumplir estándares gubernamentales en términos de salud, seguridad y legislación ambiental.
- *Desarrollo económico:* los productos ofertados en los mercados nacionales e internacionales deben ser competitivos en términos de normatividad y reglamentaciones técnicas de los mercados en los cuales son ofrecidos.

³ Entre las instituciones del Subsistema Nacional de Calidad cabe mencionar: organismos de metrología legal, servicios de calibración, Instituto Nacional de Metrología, entre otros.

Los desafíos anteriores requieren de una infraestructura de la calidad que incluya acceso a un organismo nacional de normalización y apoye a los empresarios en la implementación de estándares para cumplir con los requisitos establecidos por los clientes nacionales e internacionales. Adicionalmente, se necesita un instituto nacional de metrología que funja como custodio de los patrones nacionales de medición, garantice su trazabilidad internacional y la transfiera a los sectores que la demanden; así mismo, que ofrezca servicios de calibración confiables a un costo razonable. Otra entidad indispensable, en el contexto en mención, es un organismo de acreditación que garantice la competencia técnica de los laboratorios y los organismos de control y, además, otorgue certificaciones de calidad.

De igual manera, la infraestructura de la calidad a nivel nacional es requerida para proteger la salud, la seguridad y el medio ambiente cuando los productos importados deben cumplir con requisitos nacionales verificables. En este sentido, es importante gestionar mecanismos que permitan brindar confianza a los exportadores, en especial, en el cumplimiento de los requisitos de los mercados destino y de otros estándares de cumplimiento voluntario, tales como: las normas ISO 9001, ISO 14001, ISO 20000 y el sistema HACCP.

De otra parte, es importante señalar que en la infraestructura de la calidad se gestiona desde dos perspectivas, a saber:

- a) La voluntaria, relacionada con los estándares, la metrología industrial y la acreditación.
- b) La mandatoria, que abarca las regulaciones técnicas y la metrología legal.

El sistema de infraestructura de la calidad debe, entre otras acciones, garantizar el acceso a las calibraciones, asegurar acreditaciones reconocidas internacionalmente, cumplir con los requisitos internacionales, dar trazabilidad a los patrones nacionales de medición, participar en comparaciones internacionales y reconocimiento mutuo con otros países.

El impacto de la infraestructura de la calidad en la cadena de valor consiste en que permite incrementar la competitividad en la fabricación y entrega de un producto o servicio, aumenta la productividad, contribuye

a crear empleos, impulsa la inversión y promueve el uso cuidadoso de los recursos naturales.

En general, la Infraestructura Nacional de la Calidad está compuesta por los siguientes pilares fundamentales:

- a) *Estandarización*: el estándar (en un entorno voluntario) es un documento aprobado por una institución reconocida, que determina reglas, directrices o características para los productos o procesos relacionados y los métodos de producción, y cuya observancia no es obligatoria.

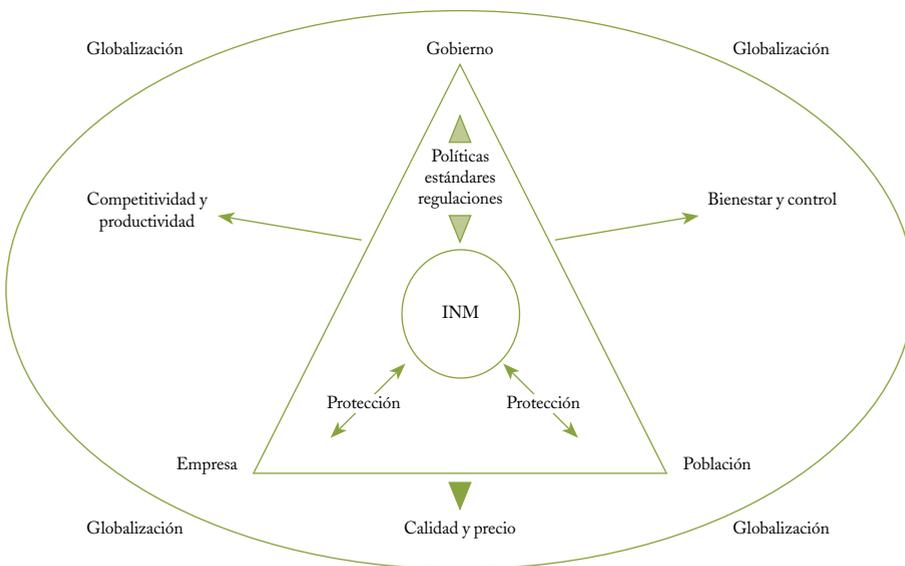
Por su parte, las regulaciones técnicas (en un entorno obligatorio) son de aplicación forzosa. Por lo tanto, las entidades del gobierno y los órganos ministeriales son responsables de su ejecución.

- b) *Metrología, calibración y metrología legal*: la metrología es la ciencia de las mediciones correctas y confiables. Para algunos propósitos, se realiza una distinción entre la metrología científica (desarrollo de normas de medición o métodos primarios), la metrología industrial (mantenimiento y control de los equipos de medición industrial con calibración de los instrumentos y normas de medición de trabajo) y la metrología legal (verificación de los instrumentos utilizados en las operaciones comerciales, según criterios definidos en las normas técnicas).
- c) *Certificación*: procedimiento mediante el cual un organismo garantiza por escrito que un producto, un proceso o un servicio cumple con unos requisitos específicos. La certificación se materializa en un certificado, documento que es emitido de acuerdo con los lineamientos de un sistema de certificación, que indica que un producto, proceso o servicio, debidamente identificado, satisface una normativa.
- d) *Acreditación*: procedimiento mediante el cual la autoridad competente reconoce formalmente que un organismo o una persona está preparado para realizar tareas específicas. La acreditación garantiza el reconocimiento mutuo de los organismos de certificación a nivel internacional. Un organismo de acreditación es un organismo tercero que procede a la acreditación de un organismo de certificación.

- e) *Ensayos*: son realizados para determinar la confiabilidad de los productos ofrecidos, así como para asegurar que estos son producidos de conformidad con los lineamientos establecidos en los reglamentos técnicos. Además, los ensayos son la evidencia para la expedición de las certificaciones.

El Instituto Nacional de Metrología, por su parte, es considerado el custodio y verificador de los patrones nacionales de referencia y, como tal, debe obtener, conservar, desarrollar y difundir las unidades básicas de medición, manteniendo el más alto nivel en cuanto a estándares de calibración se refiere. En la Figura 1 se presenta, de manera general, el papel del Instituto Nacional de Metrología en el desarrollo económico y social.

Figura 1. Papel del Instituto Nacional de Metrología en el desarrollo económico y social



Fuente: Tomado de Sanetra, C. y Marbán, R. (2007)

Para el caso colombiano, es importante resaltar el papel del Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC), constituido en el año 2007 y cuyo objeto principal es “acreditar la competencia técnica de Organismos de Evaluación de la Conformidad, ejercer como autoridad de monitoreo en buenas prácticas de laboratorio de la Organización para la

Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y desempeñar las funciones de Organismo Nacional de Acreditación de Colombia, conforme con la designación contenida en el capítulo 26 del Decreto 1074 de 2015 y las demás normas que los modifiquen, sustituyan o complementen” (Recuperado de <http://www.onac.org.co>).

Por otra parte, en el contexto de infraestructura de la calidad, los laboratorios de calibración son instituciones que, de forma conjunta con el Instituto Nacional de Metrología de cada país, se encargan de cubrir las demandas en términos de calibración de los instrumentos empleados en metrología, minimizando así la probabilidad de error en las mediciones.

En el contexto de un sistema de infraestructura de la calidad, las certificaciones son fundamentales, dado que constituyen un medio probatorio a través del cual se demuestra que la empresa ha implementado los procedimientos que le permiten estructurar y documentar los procesos, así como generar acciones correctivas. Por su parte, la certificación de producto permite especificar que este cumple con aspectos de seguridad, atención a la salud y/o seguridad alimentaria.

La *certificación* puede ser: *voluntaria* para garantizar la calidad, promover los productos y brindar a un mercado ventajas competitivas; u *obligatoria* cuando está acorde con el cumplimiento de los reglamentos técnicos de aplicación obligatoria.

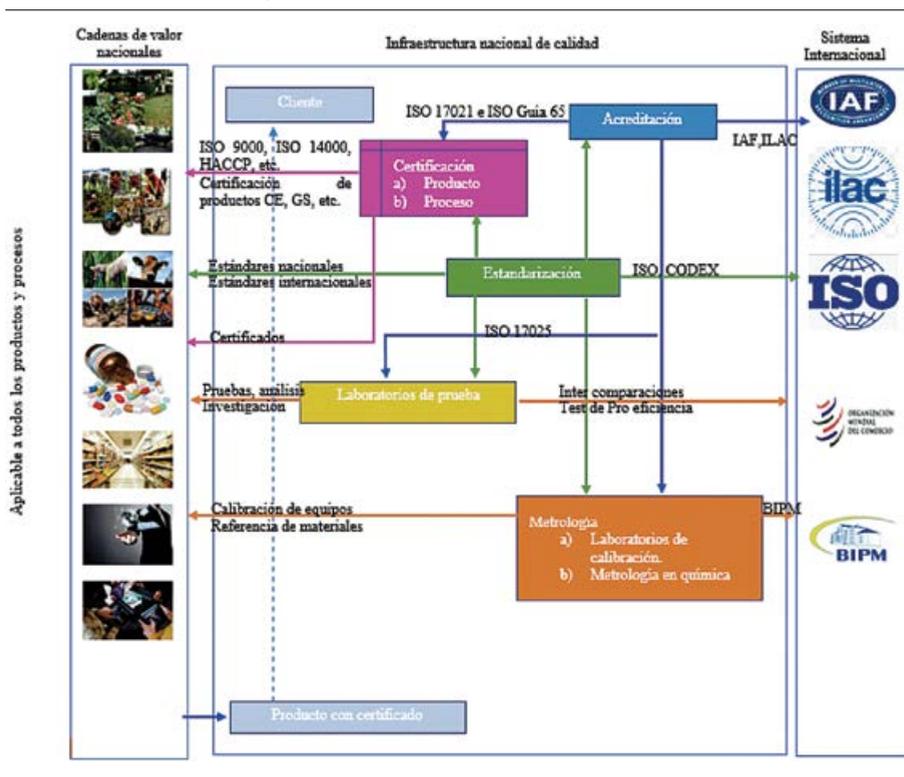
Otro concepto que cobra relevancia en este contexto es el de *acreditación*, puesto que corresponde al procedimiento por el cual una autoridad (organismo oficial) emite un reconocimiento formal sobre la competencia de una institución (organización) o persona para realizar alguna tarea específica.

Por su parte, los componentes de normalización, metrología, ensayos, certificación y acreditación comprenden la infraestructura nacional de la calidad. Esta infraestructura puede utilizarse para todos los productos y servicios, de forma que se asegure que se cumplirá con los requisitos de los clientes, ya sean los consumidores, fabricantes o reguladores. Lo anterior resalta la importancia para los empresarios nacionales de implementar sistemas de gestión (para la mejora continua de las políticas, los procedimientos y procesos de la organización) que permitan certificar sus productos, actuando de conformidad con lo establecido en los reglamentos técnicos para impactar positivamente en términos de seguridad a los

consumidores, al desarrollo de un comercio justo, preservando el medio ambiente y siendo socialmente responsables.

La Figura 2 presenta la infraestructura nacional de la calidad, la cual comprende las cadenas de valor, la acreditación, la certificación, la estandarización, los laboratorios de prueba, la metrología legal y el sistema internacional (International Organization for Standardization (ISO), International Accreditation Forum (IAF), International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC), World Trade Organization (WTO)). Para asegurar un certificado reconocido y armonizado se debe cumplir con las normas vigentes, lo que, a su vez, requiere un componente funcional de normalización. Así mismo, contar con el respaldo de un certificado requiere de laboratorios de ensayo que lleven a cabo pruebas y análisis de acuerdo con lo aceptado por los estándares internacionales. Además, la competencia técnica de los laboratorios y de los organismos de certificación se confirma

Figura 2. Infraestructura nacional de la calidad



Fuente: Tomado de Sanetra, C. y Marbán, R. (2007)

por organismos de acreditación, brindando así, confianza a todas las partes implicadas en el proceso.

Finalmente, en términos de infraestructura nacional de la calidad, de manera general, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- En términos de legislación nacional se debe contar con una política acorde con las directrices nacionales y regulaciones internacionales, así como con un marco institucional que permita el desarrollo de la infraestructura y la promoción de la calidad.
- Interrelaciones entre los aspectos metrológicos voluntarios y obligatorios: las funciones de regulación de los organismos encargados de los aspectos normativos tienen como tarea principal supervisar y asegurar que el sistema funcione. Por tanto, la delegación de aspectos obligatorios debe realizarse a entidades reconocidas y técnicamente competentes para una adecuada supervisión.
- La brecha entre las necesidades en términos de capacidades requeridas para el mercado interno y aquellas requeridas para el mercado de exportación debe cerrarse. Para lo cual, Sanetra, C. y Marbán, R. (2007) proponen que las capacidades de los proveedores de países en desarrollo mejore y se difunda.
- Las agencias del gobierno desempeñarán un rol fundamental en términos de comercio electrónico, dado que se deben incentivar mecanismos que permitan minimizar el riesgo del comprador; como, por ejemplo, la certificación.
- Se recomienda a los hacedores de política y actores involucrados en la infraestructura de la calidad gestar procesos de integración del sector para fomentar la unificación regional de los mismos.

2. Importancia de la metrología e institucionalidad de la calidad en Colombia

La institucionalidad de la calidad y la importancia de la metrología constituyen dos elementos relevantes para la comprensión de las temáticas planteadas en este apartado; sin embargo, su abordaje debe introducirse luego de la definición del concepto de infraestructura de la calidad. En el caso colombiano, la infraestructura de la calidad, de acuerdo con la ONAC (2010), citado por Sanchez Navarro, D., et. al. (2014, p.7), se define como

“[...] un conjunto organizado de instituciones públicas y privadas de normas, procedimientos, e instrumentos legales y técnicos, con los que el Estado y el mercado buscan incrementar la competitividad, facilitar el comercio, ofrecer al consumidor garantías e información, proteger la vida, la salud y el medio ambiente, y promover el mayor desarrollo de la ciencia y la tecnología”.

Ahora bien, la metrología se divide en tres ramas, a saber: científica, industrial y legal. La metrología científica se encarga de generar desarrollos e investigación en estos temas, así como de fungir como custodia de los patrones de medición a nivel nacional. Por su parte, la metrología industrial incluye los procedimientos para la medición, la calibración, los ensayos, la inspección y el control, los cuales resultan útiles para soportar las actividades empresariales. La metrología legal comprende los procedimientos legales y administrativos de inspección y supervisión para el control y vigilancia, con el fin de garantizar la calidad y credibilidad de las mediciones.

Bajo el contexto anterior, la metrología cobra relevancia en el ámbito nacional, dado que aporta en varios frentes: innovación, competitividad, transacciones justas y seguridad, medio ambiente, salud y vida. Los componentes en mención se constituyen en el pilar del sector empresarial, dotando a las empresas nacionales de herramientas que les permiten cumplir con estándares de calidad, establecidos en normas técnicas y reglamentos. Además, la metrología permite proteger al consumidor y promover actividades que conllevan a procesos de innovación y mejora para los empresarios del país. Así mismo, la metrología genera competitividad, la cual fortalece e impulsa el comercio internacional de los empresarios nacionales en un marco de transacciones justas.

En cuanto a la institucionalidad de la calidad en Colombia, el Decreto 2269 del año 1993 organizó el Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología (SNNCM) como componente fundamental de una estrategia nacional para incrementar la calidad en los procesos productivos del país y, así, lograr una mayor competitividad de bienes y servicios colombianos en mercados nacionales e internacionales. En el año 2006, la promulgación del Decreto 2828 ofrecía un nuevo marco institucional normativo en donde, a partir de la creación del Sistema Administrativo Nacional de Competitividad (SNC), se institucionalizaba la infraestructura de la calidad en el país. En el año 2008, el Decreto 3257 modifica el

anterior SNC y le da a la infraestructura nacional de la calidad el carácter de subsistema (Subsistema Nacional de la Calidad) ligado a un sistema de mayor envergadura, el Sistema Nacional de Competitividad (SNC). La institucionalización del Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación se desarrollará de acuerdo con la agenda nacional de competitividad e innovación 2014-2018 (SNCCTI, 2014).

Es importante resaltar el Decreto 4175 de 2011, el cual crea el Instituto Nacional de Metrología, como entidad altamente especializada, con capacidad de interlocución y representación internacional, encargada de los temas de metrología científica e industrial. Por su parte, el Decreto 4886 de 2011 (numerales 47 a 56) establece que la Superintendencia de Industria y Comercio es la institución encargada de los temas de metrología legal en el país, dotándola, además, con facultades sancionatorias.

La promoción de la competitividad en el país se ha venido consolidando a través de su articulación con instrumentos de fomento a la innovación y por proporcionar una serie de servicios sólidos que facilitan la comercialización de los productos nacionales en mercados extranjeros. La institucionalidad de la calidad propia de este marco se reformuló a través del Decreto 1471 de 2014, mediante el cual se reorganizó el Subsistema Nacional de la Calidad. En este Decreto, se provee el marco institucional necesario para promover una cultura hacia la apropiación y mejoramiento de estándares de calidad entre los empresarios del país, fomentando la coordinación de las actividades relacionadas con la normalización y reglamentación técnica, de acreditación y certificación.

El Decreto 1471 de 2014 establece también un nuevo modelo de control metrológico⁴ en Colombia, particularmente a través del artículo 93, en donde se establecen el conjunto de productos, equipos o instrumentos

⁴ El Decreto 1471 de 2014 (artículo 93) establece que estarán sujetos a control metrológico “Todos los equipos, aparatos, medios o sistemas que sirvan como instrumentos de medida o tengan como finalidad la actividad de medir, pesar o contar y que sean utilizados en comercio, en la salud, en la seguridad, en la protección del medio ambiente o por razones de interés público, protección al consumidor o lealtad en las prácticas comerciales, deberán cumplir con las disposiciones y los requisitos establecidos en el presente decreto y con los reglamentos técnicos metrológicos que para tal efecto expida la Superintendencia de Industria y Comercio y en su defecto, con las recomendaciones de la Organización Internacional de Metrología Legal - OIML que apliquen para cada tipo de instrumento”.

que están sujetos a control metrológico. Las actividades que están sujetas a control metrológico, de acuerdo con el Decreto, se encuentran relacionadas con:

- Actividades de comercio o lealtad en prácticas comerciales.
- Salud, seguridad o protección del medio ambiente.
- Razones de interés público.
- Protección al consumidor.

Las actividades de metrología se definen en las siguientes fases: comercialización y puesta en uso de los instrumentos de medición y aquella relacionada con la revisión y calibración de los instrumentos que se encuentran en operación en el mercado. En estas fases participan los Organismos Autorizados de Verificación Metrológica (OAVM), cuya función principal se encuentra enlazada con el apoyo a la función de metrología legal, desarrollando su tarea de forma descentralizada, pero con supervisión de la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC).

Finalmente, el artículo 98 del Decreto 1471 de 2014 especifica la creación del Sistema de Información de Metrología Legal (SIMEL), organismo que será administrado por la Superintendencia de Industria y Comercio, que debe centralizar la información sobre instrumentos de calibración que posea el titular del instrumento, identificar los instrumentos de medición que tenga el titular, número de verificaciones y ensayos realizados, y emitir los resultados de la verificación.

El Subsistema Nacional de la Calidad debe convertirse en un puente entre la producción económica, la competitividad y la innovación, ya que su función se encuentra estrechamente relacionada con las capacidades y el desarrollo científico y tecnológico del país. En específico, el Instituto Nacional de Metrología (INM), al ser responsable de las mediciones y los patrones de medida, tiene un papel fundamental en la reducción de la incertidumbre de las operaciones industriales de los sectores productivos, lo que puede incidir en sus capacidades de innovación.

El reconocimiento de la metrología como base técnica para la promoción de la innovación se articula en el documento Conpes 3582 de 2009, donde se relacionan las bases de la actual política de ciencia y tecnología del país. En este, se reconoce la metrología como un componente primor-

dial de la infraestructura para la innovación y el desarrollo tecnológico. El documento resalta la necesidad de proveer la infraestructura institucional necesaria para garantizar el funcionamiento adecuado del sector productivo y el cumplimiento de estándares internacionales. Esta articulación entre calidad y productividad permite la inserción del sistema productivo nacional en las cadenas globales de valor y esto, a su vez, repercute en las dinámicas que se dan en la industria nacional.

En conclusión, la competitividad empresarial de un país se define principalmente por la naturaleza de sus operaciones, la robustez de una infraestructura nacional de la calidad, la relevancia de sus diferentes componentes y su articulación con la industria. Una infraestructura con cimientos institucionales sólidos, una oferta de servicios amplia y un sistema de metrología robusto, que posibilite evidenciar el cumplimiento de estándares, y además diferenciada, para atender a la heterogeneidad empresarial, puede contribuir también a fomentar una cultura innovadora y a la inserción y comercialización exitosa de productos nacionales en mercados internacionales. Las funciones que debe cumplir una infraestructura de la calidad apropiada implican una serie de componentes donde la evaluación de conformidad es clave, en la medida en que se cuenta con infraestructura que permita realizar actividades (de medición, calibración, análisis y ensayos) acordes con las normativas y los estándares nacionales e internacionales.

Referencias

- Sanetra, C. y Marbán, R. (2007). La respuesta a los retos globales de calidad: Una infraestructura nacional de calidad. Physikalisch – Technische Bundesanstalt Braunschweig und Berlin, Organización de los Estados Americanos y Sistema Interamericano de Metrología (SIM).
- Sánchez Navarro, D., Lis-Gutiérrez, J. P., Campo Robledo, J. A., & Herrera Saavedra, J. P. (2014). Estudio sobre el funcionamiento del Sistema de Metrología Legal en Colombia (Study About the Functioning of Legal Metrological System in Colombia). available at SSRN 2545557.

Cibergrafía

<http://www.onac.org.co/modulos/contenido/default.asp?idmodulo=242>

Glosario

- **Acreditación:** procedimiento mediante el cual un organismo autorizado reconoce formalmente que una institución o persona es competente para llevar a cabo tareas específicas. Es por lo tanto la confirmación formal, basada en las normas internacionales, de que un organismo es competente para realizar ciertas tareas.
- **Estándar:** define las propiedades de un producto y/o proceso.
- **Evaluación de primera parte:** este término técnico se utiliza cuando la evaluación de la conformidad de una norma, especificación o regulación se lleva a cabo por un proveedor de la organización. En otras palabras, se trata de una autoevaluación.
- **Evaluación de segunda parte:** la evaluación de la conformidad es llevada a cabo por un cliente de la organización. Por ejemplo, el proveedor invita a un cliente potencial para verificar que los productos que se ofrecen se ajustan a las normas correspondientes.
- **Evaluación de tercera parte:** la evaluación de la conformidad se lleva a cabo por un organismo independiente del proveedor y los clientes.
- **Gestión de la calidad:** tiene dos componentes, la certificación de la conformidad con los requisitos de las normas aplicables y la acreditación, que corresponde al reconocimiento formal de la competencia técnica por parte del organismo de certificación y los laboratorios de ensayo y calibración.
- **Prueba:** es la forma más común de evaluación de la conformidad, puede incluir otras actividades como la medición y la calibración.

Capítulo 2

Métodos y herramientas utilizados en este estudio

Clara Inés Pardo*
Sylvia Patricia Fletscher**

Este capítulo describe los principales métodos y herramientas utilizados para analizar las capacidades metrológicas de los tres sectores estudiados, que permiten determinar la situación actual y las perspectivas de cada uno de ellos. Se ha empleado una combinación de investigación cuantitativa y cualitativa.

1. Introducción

Para que el Instituto Nacional de Metrología (INM) analice las necesidades metrológicas de un sector productivo y sus capacidades de absorción¹, se requiere una combinación de técnicas de investigación cuantitativa y cualitativa. La construcción de un conjunto de indicadores e información sobre el sector, particularmente relacionados con su producción, su interacción en mercados internacionales y comportamientos y resultados en materia

* Email: cparado@ocyt.org.co

** Email: sfletscher@ocyt.org.co

¹ La capacidad de absorción busca captar los procesos de interacción entre elementos internos y externos a las empresas para el desarrollo de capacidades internas de innovación. En otras palabras, la capacidad de absorción hace referencia a las capacidades internas (masa crítica) que facilitan el aprendizaje por interacción orientado hacia la innovación (Spila, J. C., et. al.:2009).

de innovación, se propuso como alternativa para medir la capacidad de absorción de las empresas.

Las tendencias en ciencia, tecnología e innovación muestran que uno de los retos para el sector es la transformación de las capacidades científicas y tecnológicas, que se han venido construyendo en el país, en capacidades de innovación. De esta manera, los resultados de las encuestas nacionales de innovación y desarrollo tecnológico sugieren que cada vez son menos las empresas y los montos invertidos en actividades conducentes a la innovación (OCyT, 2015). Esto se refleja en menos productos y procesos innovadores en el país.

Las encuestas nacionales de innovación y desarrollo tecnológico realizadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) cuentan con información clave para analizar temas afines con la metrología y su relación con los sectores productivos. Por ejemplo, en los últimos años se evidencia que la cantidad de empresas que obtienen certificaciones de calidad de producto y proceso es limitada, lo cual se puede explicar en la medida en que el empresario colombiano no relaciona estos procesos como una fuente potencial de ideas para innovar en su negocio. Otro caso es el de los reglamentos técnicos ya que un alto porcentaje de organizaciones no reconoce este tipo de requerimientos, muchas organizaciones no los ven como una necesidad en la medida que no tienen capacidad exportadora, mientras que otras, al no cumplir con todos ellos, los perciben como un obstáculo para la introducción de productos en mercados internacionales.

Todos estos elementos son claves para analizar las capacidades metro-lógicas del sector, utilizando un conjunto de herramientas que combinen métodos cuantitativos y cualitativos que permitan realizar un diagnóstico, definir los principales eslabones de la cadena de valor, sus capacidades, normativa, necesidades metro-lógicas, desarrollo y perspectivas de los sectores seleccionados.

En este capítulo se presentan las principales herramientas utilizadas para analizar las capacidades metro-lógicas de los sectores seleccionados, exponiendo inicialmente la guía de las entrevistas semiestructuradas y los cálculos de las variables e indicadores seleccionados que permiten dar cuenta del sector.

2. Guía de Entrevistas para el Levantamiento de Información de los Sectores Seleccionados

Para monitorear las necesidades de servicios de metrología de los sectores seleccionados, se optó por el método de entrevistas semiestructuradas, donde se cuenta con una serie de puntos claves para el sector y se permite la flexibilidad en medio de una conversación fluida con expertos en el tema (Irvine, 2011). La elección de entrevistas sobre encuestas respondió a dos elementos fundamentales. El primero se relaciona con el tiempo de ejecución del contrato, el cual, al ser menor de tres meses, dificultaba la identificación y el mapeo del universo objetivo que permitiera técnicas de muestreo aleatorias y la aplicación de una encuesta representativa que favoreciera la inferencia de los resultados obtenidos de la población objetivo.

El segundo elemento que se consideró fue la posibilidad de profundizar sobre ciertos aspectos específicos que pudieran surgir en el desarrollo de la entrevista. Este segundo componente está relacionado con la heterogeneidad empresarial del sector y con la diversidad de necesidades metrológicas sobre las cuales era indispensable indagar. La elección de entrevistas semiestructuradas respondió a la oportunidad que ofrece este tipo de técnica de investigación para capturar particularidades y especificidades en una diversidad de actores. Además, la entrevista, como técnica para el levantamiento de información, incluye la dimensión de percepción, la cual permite conocer las impresiones de los actores que participan en los diferentes sectores, los cuales resultan determinantes para realizar el diagnóstico de las necesidades metrológicas de las cadenas de valor objeto de estudio.

Los puntos que se tuvieron en cuenta en el desarrollo de las encuestas fueron los siguientes:

- Nombre de la empresa
- Nombre y cargo de quien responde la encuesta
- Antigüedad en la empresa
- Mercados a los cuales se encuentran orientadas las líneas de producción de la empresa
- Estrategias de la empresa para incrementar su competitividad
- Articulación de una política de innovación en la empresa

- Percepción acerca de las certificaciones de calidad de producto y proceso en la empresa
 - Certificaciones que tiene la empresa
 - Retos en el proceso de certificación
 - Beneficios principales que se perseguían con la certificación
- Reglamentos técnicos a los que están sujetos los productos de la empresa
- Relaciones con las distintas instancias del Subsistema Nacional de Calidad
 - Retos
 - Oportunidades
- Relaciones con el Instituto Nacional de Metrología
 - Percepción
 - Oportunidades de mejora
 - Demanda de servicios

3. Propuesta Metodológica para el Análisis de las Capacidades de los Sectores Estudiados

Con el fin de analizar en detalle las capacidades de los sectores seleccionados, se calcula y analiza una serie de indicadores, que permita dar cuenta de la situación del sector desde la perspectiva de la metrología y así formular y aplicar estrategias para fortalecer este campo con las diferentes partes interesadas. En consecuencia, se toman decisiones basadas en hechos y se diseñan políticas adecuadas, teniendo en cuenta que la metrología es una herramienta que favorece las capacidades de innovación de las empresas y que, a la vez, posibilita una mayor inserción en los mercados internacionales. Con estos indicadores se pueden analizar temáticas de productividad, actividades de innovación y exportación de los sectores seleccionados.

Para cada sector se describen los indicadores de actividad analizando su tendencia para el período 2005-2014, donde se estudia la producción bruta, el valor agregado, el consumo de electricidad y las exportaciones de los sectores seleccionados a partir de la encuesta anual de manufactura y las estadísticas de exportaciones del DANE.

La descripción y el análisis de la cadena de valor se realiza a partir de una revisión de literatura que considera las características del sector, su conformación, los eslabones de la cadena y las partes interesadas y que,

además, se complementa con las entrevistas semiestructuradas a fin de generar una perspectiva integral del sector productivo.

En el análisis de las capacidades en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), se utilizaron una serie de indicadores que permite dar cuenta de las dinámicas de los sectores seleccionados en esta materia. Para ello se trabajaron los indicadores de productos de nuevo conocimiento que resultaron de las investigaciones, tales como artículos y documentos registrados en las bases de datos internacionales WoS y Scopus donde se describen las tendencias de producción, el grado de colaboración internacional, las revistas científicas con mayor número de publicaciones y las instituciones que han participado en ellas. Esto permite analizar para cada sector las dinámicas en investigación.

Otro punto importante consiste en analizar la solicitud y el otorgamiento de patentes para el sector seleccionado en el período 2005-2014, teniendo en cuenta la clasificación internacional a partir de los datos suministrados por la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC).

Con respecto a las capacidades de innovación, se analizan las encuestas de innovación desarrolladas por el DANE de acuerdo con su disponibilidad, año 2013 y 2014, en las cuales se tienen en cuenta indicadores de inversión, destino de la inversión, número y tipo de innovación, número de certificaciones por producto y proceso, impactos de la innovación y sus principales obstáculos.

El análisis de la normativa de las cadenas de valor estudiadas (café, autopartes y cosméticos) implicó revisiones de la legislación colombiana, los reglamentos técnicos y las normas técnicas de los sectores promulgadas por ICONTEC, esto con el fin de contar con un corpus documental que permitiera clasificar las normativas desde la perspectiva de la metrología. Esta información fue complementada con los resultados de las entrevistas semiestructuradas realizadas durante el estudio.

Para establecer las necesidades metrológicas de los sectores seleccionados, se realizó una revisión de literatura, que se confirmó con los expertos consultados durante las entrevistas semiestructuradas, analizando en los diferentes casos, de acuerdo con cada uno de los componentes de la cadena de valor, cuáles son los requerimientos metrológicos y las capacidades que tiene el país para atender esta demanda. Esta información se presenta en el capítulo correspondiente a cada sector.

A partir de los resultados del análisis de cada sector productivo y de la evaluación de las tendencias nacionales e internacionales, se presenta una discusión sobre las principales perspectivas de los sectores estudiados, teniendo en cuenta los requerimientos nacionales e internacionales y aquellos que garantizan el crecimiento, así como las posibilidades del sector para contribuir con la economía del país.

La ruta metodológica, descrita anteriormente, permite realizar de forma sistemática el análisis de los sectores seleccionados, de tal manera que se pueda generar una discusión uniforme y estructurada que posibilite a las partes interesadas comprender y analizar la importancia de la metrología a lo largo de la cadena de valor. Además, se constituye en elemento clave para incursionar en nuevos mercados, generar ideas de innovación y fortalecer la transformación de las materias primas, generando valor agregado y dinamizando la economía de la nación a través de una estrategia competitiva y de largo plazo.

Lo anterior favorece a un país como Colombia, con un alto potencial de producción de *commodities*, que requiere una transformación para incrementar su valor, incursionar en otros mercados y satisfacer las necesidades de los clientes y usuarios. Además, de ser un motor de desarrollo y crecimiento de la economía nacional.

Referencias

- DANE, 2005-2014. Encuesta Anual de Manufactura – Colombia. <http://www.dane.gov.co/index.php/construccion-en-industria/industria/encuesta-anual-manufacturera-eam>
- DANE, 2005-2014. Estadísticas de exportaciones – Colombia. <http://www.dane.gov.co/index.php/comercio-y-servicios/comercio-exterior/exportaciones>
- DANE, 2013-2014. Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica EDIT. www.dane.gov.co/index.php/tecnologia-e-innovacion/encuesta-de-desarrollo-e-innovacion-tecnologica-edit
- Irvine, A. (2011). Duration, Dominance and Depth in Telephone and Face-to-Face Interviews: A Comparative Exploration. *International Journal of Qualitative Methods* 10, 202-220.

- Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, OCyT (2015). Indicadores de Ciencia y Tecnología 2015. Ediciones Ántropos Ltda, Bogotá, Colombia.
- SIC, 2005-2014. <http://serviciospub.sic.gov.co/~oparra/externas/reportes/solultimaact.sectorducado.php>
- Spila, J. C., Rocca, L., e Ibarra, A. (2009). Capacidad de absorción y formas de aprendizaje para la innovación: un modelo conceptual. *Projectics/Proyética/Projectique*, (1), 63-76.

Capítulo 3

Elementos claves de la metrología en el sector café

Diana Carolina Velasco^{*}
Diana Patricia Lucio^{**}
Sylvia Patricia Fletscher^{***}

Resumen

Una infraestructura con cimientos institucionales sólidos y una oferta de servicios amplia y diferenciada, para atender a la heterogeneidad empresarial, puede contribuir a fomentar una cultura innovadora y a la inserción y comercialización exitosa de productos nacionales en mercados internacionales. En este contexto, la producción cafetera constituye un tema de identidad nacional y cultural, además desempeña un papel importante en la definición de la oferta exportadora del país. Sin embargo, se ha evidenciado una pérdida de mercados internacionales como consecuencia de la competencia organizada de países que no eran tradicionalmente cafeteros. Igualmente, se ha identificado que los pequeños productores tienen dificultades para acceder a la información sobre requerimientos en términos de calidad, o a los servicios de metrología o ensayo. Por tanto, el presente capítulo estudia la cadena de valor del café para determinar la demanda de servicios metrológicos, analiza las capacidades de ciencia y tecnología

* Email: diana.velasco@urosario.edu.co

** Email: dianap.lucio@urosario.edu.co

*** Email: sfletscher@ocyt.org.co

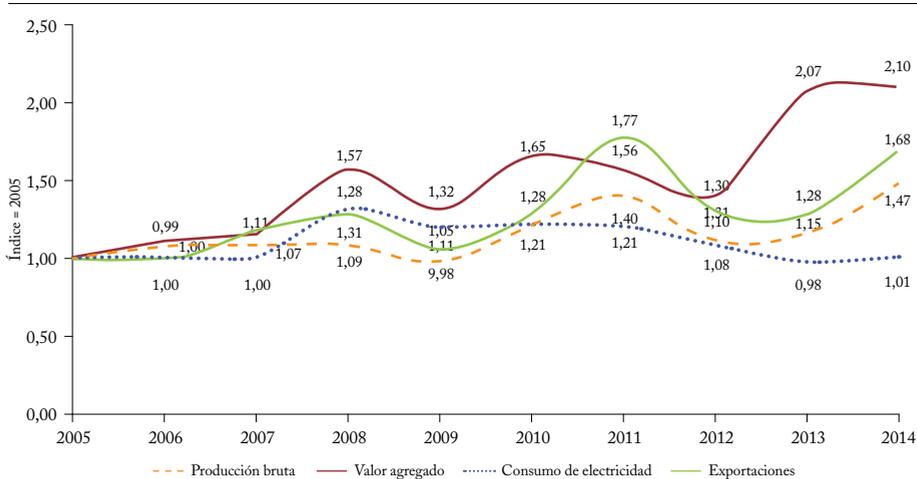
en el sector, presenta la normativa y los requerimientos de medición y, por último, examina sus desarrollos y perspectivas.

Palabras claves: café, metrología, institucionalidad, capacidades, ciencia y tecnología

1. Introducción

La producción cafetera en el país ha tenido un papel importante en la construcción de una identidad nacional y cultural. El sector juega un rol fundamental en la definición de la oferta exportadora del país: antes del boom de las exportaciones minero energéticas, el café era el rubro de exportaciones más importante en el país. El café procedente de Colombia tiene un lugar importante en la producción mundial cafetera ocupando el tercer lugar después de Brasil y Vietnam. Aunque el café ha perdido representación en cuanto a su participación en las exportaciones del país, su relevancia en el PIB agrícola y el PIB nacional sigue siendo significativamente alta (69% y 33%, respectivamente, de acuerdo con las últimas estimaciones del PIB publicadas por el DANE). La Figura 1 muestra los indicadores de actividad del sector café. Allí se observa una tendencia de crecimiento de sus exportaciones y valor agregado, lo cual evidencia que

Figura 1. Tendencias de los indicadores de actividad del sector café



Fuente: Basado en la encuesta anual de manufactura del DANE

este sector es cada vez más especializado y que cuenta con mayores niveles de productividad.

Existen algunos elementos propios de la producción cafetera en el país, que justifican hacer un estudio de caso detallado de cuáles son las demandas de servicios metrológicos en la cadena de valor del café, además de hacer una identificación de la normativa técnica aplicable al sector; entre ellos cabe mencionar la recuperación de mercados internacionales que se han ido perdiendo como consecuencia de la competencia organizada de países que no eran tradicionalmente cafeteros (como es el caso de Vietnam). Esta situación se acentúa por la mayor participación del café africano, mexicano y de otros países de Centro América en el mercado internacional. Parte de las estrategias de estos países ha sido la diferenciación de sus productos con base en elementos de calidad como la certificación de aroma, textura, densidad y origen. Esta estrategia de diferenciación de productos también se ha implementado en el país; el café colombiano fue el primero en obtener denominación de origen y, además, el primer producto del país en adquirirla.

La oferta cafetera colombiana se genera en unidades de producción familiares que por lo general no superan las 5 hectáreas. Alrededor de 560 mil familias colombianas tiene su sustento económico en la obtención o comercialización del café; situación que ha venido acompañada de un proceso de reestructuración organizacional en el sector: de grandes predios de estilo feudal a principios del siglo XX, denominados haciendas, a cultivos y técnicas de producción con predominancia de minifundios, en donde se llevan a cabo los procesos de cultivo, procesamiento y secado del grano.

La dificultad de los pequeños productores para acceder a información sobre requerimientos en términos de calidad, o a servicios de metrología y ensayo, por ejemplo, ha sido uno de los aspectos que enfrentan las empresas y que las pone en desventaja ante aglomerados comercializadores más grandes, los cuales se sirven de estos obstáculos para incrementar su margen de ganancia. A esta dificultad se le suma la predominancia de procesos de recolección manual del café, característicos del sector ante el inconveniente de garantizar la entereza del grano con el uso de maquinaria especializada, dadas las condiciones geográficas de los territorios cafeteros colombianos. Esto lleva a una gran heterogeneidad en cuanto a la demanda y apropiación de los servicios de infraestructura de calidad actualmente disponibles en el país. En consecuencia, un mayor conocimiento de los servicios de calidad

disponibles, así como de los requerimientos técnicos de la producción cafetera, facilitará la competitividad de los pequeños productores.

Además de los problemas fitosanitarios, como las enfermedades de las plantas, los residuos agroquímicos, la presencia de metales pesados y toxinas, las condiciones de tamaño, peso, madurez, humedad y pulposidad, entre otras, que deben satisfacer los frutos y que requieren de unos servicios metroológicos adecuados, se presenta la coyuntura de que el sector se está recuperando de una fuerte temporada de lluvias que afectó particularmente la producción cafetera entre el 2010 y el 2011. Las lluvias y, en paralelo, una epidemia de roya obligaron a renovar el 80% de las plantas de café en el país (Velasco, 2015). En esta renovación se está probando una nueva variedad de plantas resistentes a la roya, las cuales comprenden el 61% de los cafetos sustituidos. Uno de los grandes retos consiste, precisamente, en la definición de los parámetros adecuados, en términos de dispersión y afectación, para identificar una epidemia en los cafetales.

Otro de los elementos que representan un reto importante para los servicios de infraestructura de calidad que se ofrecen al sector caficultor, es el papel de la clasificación de los granos de acuerdo con parámetros sensoriales como: aroma, color, tamaño, humedad y textura. Una infraestructura de calidad adecuada apoya al comprador y protege al productor con unas reglas claras, objetivas y medibles que generan confianza y reducen los costos de transacción del productor al comprador final.

Este documento tiene como propósitos describir la cadena de valor del sector cafetero, analizar el modelo de gestión del conocimiento y la innovación del sector e identificar la normativa y los requerimientos técnicos que se dan en la cadena de valor del café para determinar la demanda de servicios metroológicos. Este reconocimiento se realizó a partir de entrevistas semiestructuradas a actores diversos dentro de la cadena de valor y de una revisión de la literatura relacionada. El documento está organizado en cinco secciones, además de esta introducción. La sección dos muestra la descripción de la cadena de valor del café, la sección tres analiza las capacidades de ciencia y tecnología en este sector, la sección cuatro expone la normativa y los requerimientos de medición en el sector cafetero, la sección cinco identifica sus necesidades metroológicas y la sección seis presenta el desarrollo y perspectivas del sector.

2. Descripción de la Cadena de Valor del Sector Cafetero

2.1. Generalidades de la cadena de valor del café

Las transformaciones en el suministro de bienes y servicios entre productores conforman el núcleo de las cadenas de valor agregado que emergen en el proceso de producción de bienes finales. En este proceso, que incluye la extracción de las materias primas, e incluso la provisión y el abastecimiento de semillas en los casos de la agroindustria, hasta la obtención del producto final, participan una diversidad de actores con distintas características. En otras palabras, el enfoque de cadena de valor se basa en que cada producto que se vende, local, nacional o internacionalmente, forma parte de una cadena de valor en la que cada eslabón añade valor al producto final.

En la práctica, la heterogeneidad de actores que participan en una cadena de valor da lugar a una distribución asimétrica de las ganancias derivadas de la venta del producto final. Pese a que en todos los eslabones de la cadena se contribuye a la satisfacción de una demanda de mercado, la asimetría en las capacidades de absorción de conocimiento y de tecnología y las dificultades de cumplir con estándares y normativas de calidad requeridos en el proceso de suministro y transformación, influyen en los costos de transacción verticales y horizontales.

Por su parte, las entrevistas semiestructuradas, que permitieron determinar las necesidades metroológicas del sector café, se enfocaron en el tipo de relaciones económicas que se dan en la cadena de valor¹, es decir que en ellas se tomaron como referencia las características y los roles de los actores de acuerdo con su posición en el proceso de transformación del bien demandado por el consumidor final. En otras palabras, en las entrevistas, como en la identificación de necesidades metroológicas, se consideró cada uno de los eslabones de la cadena de valor.

Solventar las dificultades para que pequeños productores accedan a infraestructuras y servicios de calidad apropiados puede mejorar la posición competitiva de los eslabones más pobres, permitiéndoles añadir valor a sus

¹ Una cadena de valor se denomina como la organización emergente entre los diferentes actores implicados en las actividades económicas que van desde la producción primaria rural hasta los consumidores finales de un producto, sea un bien o un servicio (Ostertag, 2007).

productos finales e incrementar su capacidad de negociación con otros eslabones de la cadena.

2.2. Caracterización de la producción cafetera

La cadena productiva del café está constituida por etapas agrícolas de preprocesamiento (siembra, recolección, beneficio, cribado y secado) y de procesamiento (trillado, clasificación, torrefacción, y molida). También, puede llegar a la solubilización y la liofilización, de acuerdo con el producto final a comercializar.

Más de 560 mil familias basan su actividad económica en el cultivo y venta de café a cooperativas privadas o de la Federación Nacional de Cafeteros (FNC), y cerca de un millón de personas están involucradas de manera directa o indirecta en las diferentes fases de producción de la cadena, incluyendo actividades relativas al procesamiento, comercialización y exportación.

Las principales unidades productivas de la cadena están representadas por pequeños productores con plantaciones de cuatro hectáreas en promedio. El ciclo de vida de los cafetos, desde que son plantados hasta que producen la primera cosecha que está lista para ser vendida, es de cinco años en promedio. Esto depende de la variedad de planta de café sembrada, las condiciones ambientales, tales como la humedad, el tipo de suelo y la variación climática, y el cuidado que se haya tenido del cafeto durante todo el ciclo. Una de las características distintivas del café de Colombia, además de ser 100% de la especie *Coffea arabica*, es que se recoge manualmente, lo que le da un carácter artesanal único y un distintivo en el sabor final en taza. El fruto del café se recolecta manualmente debido a que los cultivos se encuentran en regiones montañosas de difícil acceso para la maquinaria pesada. No obstante, la FNC, a través del Centro Nacional de Investigaciones del Café (Cenicafé), ha diseñado tecnologías especiales para las condiciones colombianas, las cuales optimizan el proceso de recolección e impactan directamente en su eficiencia². El proceso de siega es crucial, ya que afecta la calidad del sabor final del café en taza. Solamente se recogen

² Un ejemplo de estas tecnologías es una máquina de bajo costo y tamaño reducido que por medio de vibración ayuda a que las cerezas de café maduras caigan a una canasta de recolección, facilitando y optimizando las horas persona por plantación para la recolección.

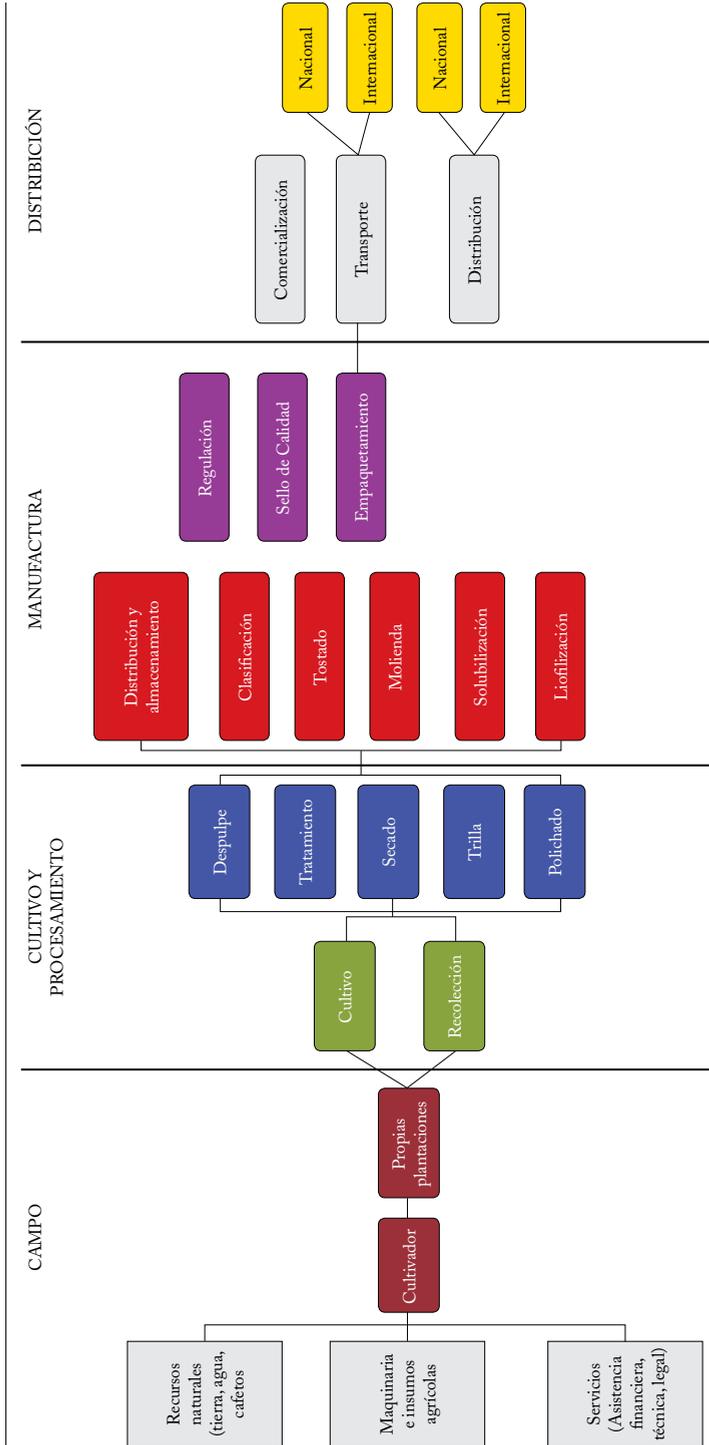
las cerezas de café maduras, lo que requiere el juicio del recolector, pues no se realizan análisis más sofisticados para determinar la madurez del grano.

Una vez finalizada la etapa de recolección, empieza el proceso de despulpado: separación del grano de la piel y la pulpa. Este proceso se realiza usualmente justo después de la recolección y lo llevan a cabo directamente los caficultores. Dado que quedan remanentes de pulpa en el grano, se debe efectuar luego un proceso de tratamiento a través de un método seco o un método húmedo. El método húmedo es el más popular y consiste en “separar el fruto de café, la pulpa (epicarpio), por medio del despulpado, y el mucílago por fermentación natural o con desmucilaginosos mecánicos. Los granos obtenidos se lavan y se secan para su conservación” (Puerta, G., 2003). El método seco, por su parte, consiste en dejar secar por completo los remanentes de la pulpa en el grano de café para retirar el mucílago de manera manual o con soporte mecánico hasta dejar los granos limpios, los cuales, posteriormente, se ponen en terrazas para secar al sol. Luego de esta etapa de secado, se utiliza maquinaria especializada para obtener finalmente el café pergamino seco. Si aún hay rezagos de piel plateada, se realiza un proceso de polichado para mejorar la apariencia y el sabor de las almendras de café. Como producto de este proceso, se obtiene el café pergamino. El proceso completo de la cadena puede verse de manera gráfica en la Figura 2³.

Los granos de café pergamino seco son seleccionados por el caficultor, quien diferencia los de mayor calidad (tamaño, color, aroma, entre otras características), para la venta con fines de exportación, de aquellos de menor calidad, para la venta en el mercado nacional. A este proceso se le conoce como *cribado*. En este punto inicia la cadena de comercialización. El caficultor lleva su café pergamino empacado en sacos de fique o costales a centros de acopio o cooperativas, que en su mayoría pertenecen a la FNC. Allí se revisa la calidad del café de acuerdo con el aroma, el color, la humedad, el tamaño y la textura de los granos. En ese momento se define el precio de compra, para lo cual se evalúa si el café se destina a los mercados internacionales o al consumo nacional.

³ En la Figura 1 de los Anexos se presentan detalles de las etapas de transformación de la cadena de valor del café, que complementan la cadena de valor de café.

Figura 2. Estructura de la cadena de valor del café en Colombia



Fuente: (Velasco, 2015, p.187)

Nota: la diversidad de colores no sólo identifica los componentes de la cadena de valor del café, sino que además representa las distintas actividades de cada componente. Es así, como el componente **CULTIVO Y PROCESAMIENTO** está integrado por Cultivo y Recolección (color verde); fase que incluye las actividades de despulpe, tratamiento, secado, trilla y polichado (color azul).

La Federación Nacional de Cafeteros (FNC) tiene un sistema de cooperativas que garantizan la compra de café a los productores. Una vez el café llega a los puntos de acopio y se le compra a los productores, inicia el procesamiento industrial realizado por la FNC a través de sus compañías subsidiarias y de comercializadores privados.

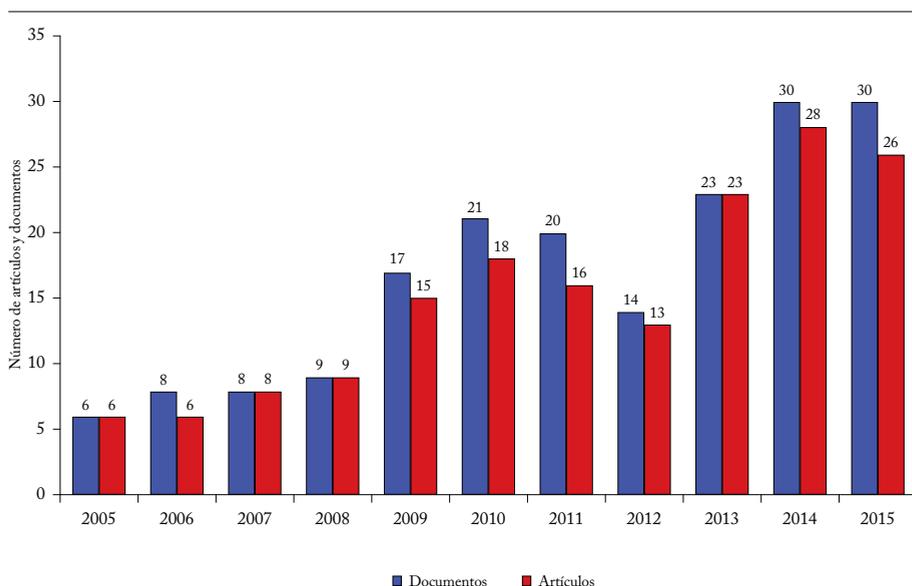
Finalmente, el rol de la Federación Nacional de Cafeteros (FNC) en la evolución del sector del café ha sido y sigue siendo fundamental. La FNC adquirió más fuerza y relevancia cuando tomó la dirección del Fondo Nacional del Café. La mayoría de las instituciones creadas por la Federación Nacional de Cafeteros se han enfocado en proveer apoyo técnico, comercial y social a los cafeteros, de manera que la cadena sea productiva y rentable. Los principales mecanismos para este fin son: transferencia del precio final al productor, promoción del café colombiano con sello de calidad en mercados internacionales, apoyo en la inserción a nuevos nichos de mercado y programas especiales para el consumo doméstico.

3. Análisis de las Capacidades en Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Café

La investigación en el sector café se ha incrementado en los últimos años, los datos demuestran que se triplicó con respecto al año 2005 (Figura 3); además, el 20% de la producción investigativa entre 2005 y 2015 ha contado con colaboración internacional. Las áreas de conocimiento de los artículos pertenecen a ciencia y tecnología de alimentos, agricultura, biotecnología y economía. Las instituciones que se destacan en publicaciones sobre esta temática son la Universidad de Caldas, la Universidad de Antioquia, la Universidad Nacional y la Universidad Tecnológica de Pereira. Estos resultados evidencian la importancia que tiene el café en la economía colombiana y la trascendencia de fomentar la investigación con el fin de fortalecer y ampliar los conocimientos sobre la producción cafetera.

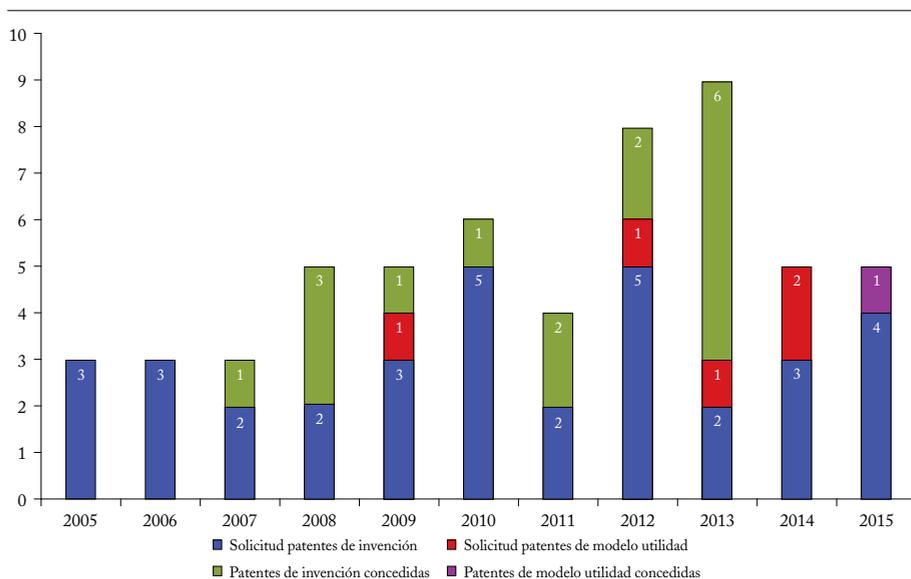
La solicitud y otorgamiento de patentes y modelos de utilidad en el sector café, a partir de consultas en los sectores de agricultura (A01D) y alimentos (A23F, A23L, A23N) en el período 2005-2015, ha sido limitada (Figura 4). Sólo 16 patentes y un modelo de utilidad se han concedido. Estas cifras indican que se requiere mayor investigación aplicada para lograr un valor agregado y desarrollar tecnología de punta en toda la cadena de valor del café, que, como se ha mencionado, es uno de los productos claves de la economía colombiana.

Figura 3. Tendencia de los productos resultados de investigación en el sector café de Colombia, 2005-2014



Fuente: Elaboración propia a partir de consultas en WoS y Scopus

Figura 4. Tendencia de las patentes y modelos de utilidad en el sector café de Colombia, 2005-2014



Fuente: Elaboración propia a partir de consultas en la Superintendencia de Industria y Comercio

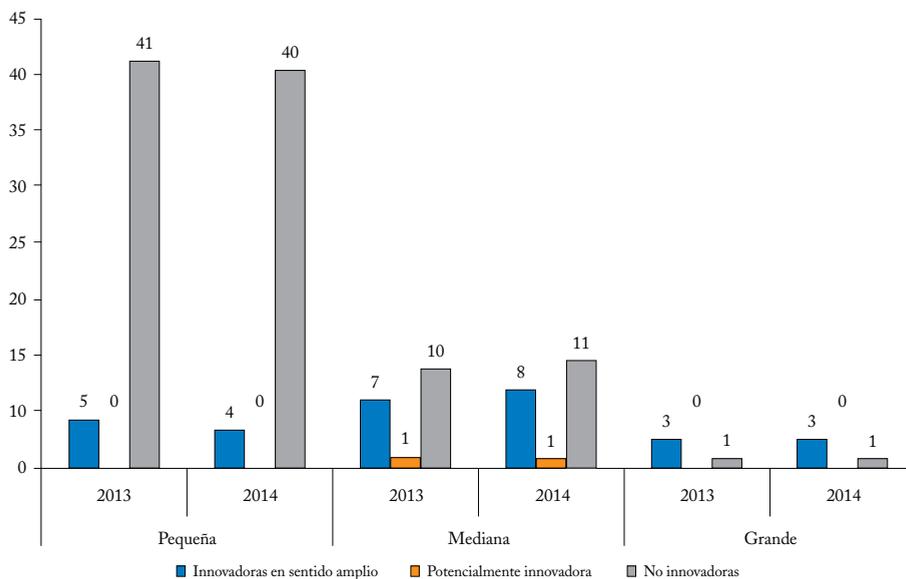
Con respecto a las capacidades de innovación, el sector ha invertido en promedio durante el año 2013 y 2014 alrededor de seis mil millones de pesos, las inversiones primaron en actividades de I+D internas seguidas por inversión en maquinaria y equipos y mercadotecnia. Se presentan 14 innovaciones, de las cuales 9 corresponden a bienes o servicios significativamente mejorados para la empresa (ya existían en el mercado nacional y/o en el internacional) y 5, a bienes o servicios nuevos únicamente para la empresa (ya existían en el mercado nacional y/o en el internacional). El sector es limitado en innovación especialmente en las pequeñas empresas (ver Figura 5). Además, las empresas innovadoras lo son en sentido amplio y no se encuentra ninguna entidad con innovaciones en sentido estricto.

En relación con las certificaciones se presentan 7 de proceso y 8 de producto. En este sector se considera que los principales impactos de la innovación corresponden a mejoras en la calidad de los bienes y servicios, las cuales permiten mantener la participación en el mercado y aumentar la productividad. Otro aspecto a analizar son los obstáculos para la innovación que percibe el sector, de los cuales se destacan la información insuficiente sobre tecnología disponible, la escasez de recursos propios y las dificultades para acceder al financiamiento externo de las empresas. Esta información evidencia que en este sector la innovación es muy limitada y se requiere de estrategias que la incentiven y permitan agregar valor a uno de los principales productos agrícolas del país.

4. Normativa y requerimientos de medición en el sector

El eslabón de regulación tiene un papel fundamental en impulsar la competitividad del sector café en Colombia. Los estándares específicos de la industria se establecen para asegurar que los importadores, los minoristas y los consumidores obtengan el producto por el que pagan. Aunque el sabor y una variedad única son fundamentales para el éxito de un determinado café, deben existir normas que aseguren los niveles de calidad e integridad (por ejemplo, el café comercial no puede mezclarse con cafés de especialidades).

Figura 5. Distribución de empresas del sector café por tamaño y grado de innovación, 2013-2014



Fuente: Basado en Dane, EDIT VII

En ocasiones, los sistemas de calidad trabajan sobre datos o clasificaciones obsoletas e incompatibles con los de otros países, esto puede obstaculizar las exportaciones. Un sistema armonizado, modernizado y altamente accesible debe tener la flexibilidad de adaptarse rápidamente a nuevas características demandadas por el mercado; también debe atender las demandas específicas de grupos pequeños de interés. En el caso del café, existe un mercado para sabores, texturas y aromas muy específicos y la infraestructura de calidad debería tener la posibilidad de prestar servicios a los productores colombianos, de manera que estos se tomen nichos específicos de mercado.

Contar con un sistema regulatorio y una infraestructura de calidad flexible y lo suficientemente ágil para responder a las demandas externas se convierte también en un canal de comunicación que facilita a los productores anticiparse a los cambios de preferencias en los consumidores finales. Por lo general, los pequeños productores suelen enfrentar mayores obstáculos para implementar estándares de calidad en sus productos. En ocasiones, esto es consecuencia del desconocimiento de las reglamentaciones técnicas que rigen sus productos y procesos, así como de los estándares de calidad

y las certificaciones que podrían incidir en una mayor competitividad. Pero además de ser quienes mayores retos enfrentan, los pequeños productores son también quienes pueden beneficiarse de certificaciones con especificaciones técnicas, de producto o proceso, más especializadas; por ejemplo, en las que elementos tales como los conocimientos tradicionales y la cultura campesina jueguen un papel determinante en la diferenciación del producto. La heterogeneidad en la calidad del producto requiere de un mayor control sobre la producción y los productos finales.

4.1. Normativa de obligatorio cumplimiento y Normas ISO

Esta sección tiene como propósito hacer una síntesis de la normativa de interés para el sector cafetero. El cumplimiento de la normativa y los requerimientos técnicos a los cuales deben someterse los distintos productos de la industria cafetera permitirá una modernización de la industria de acuerdo con las expectativas internacionales, así como de los modelos tecnológicos y de gestión.

En el mercado mundial del café, el factor primordial que determina la decisión del cliente en el momento de la compra es la calidad del grano, ello asociado a su aroma, sabor, cuerpo, acidez y consistencia. La calidad se determina por el conjunto de características físicas y organolépticas que motivan a un comprador a pagar un precio diferenciado por el producto, lo que representa un mejor ingreso y una mayor rentabilidad para el caficultor. El incumplimiento de los requisitos de calidad del café no sólo afecta a los caficultores en términos de ingresos, también influye en los diferentes eslabones de la cadena productiva de este cultivo. Las normas que se han identificado en este proceso se mencionan en la Tabla 1.

Por su parte, la normatividad, en términos de normas ISO de relevancia para el sector del café, se resume a continuación:

- Norma ISO 4072 del año 1982 donde se determina la técnica de muestreo de café verde en bolsas.
- Norma ISO 3276 del año 1983 donde se especifica el método de determinación de la pérdida de masa del café instantáneo.
- Norma ISO 6667 del año 1985 donde se determina el método de examinación visual de la superficie externa de los granos de café para identificar aquellos afectados por insectos.

Tabla 1. Normativa técnica de obligatorio cumplimiento

Norma	Tema	Emisión
NTC 2326	Industrias agrícolas, café instantáneo, granulometría.	16/09/1987
NTC 2443	Industria agrícola, café instantáneo, determinación del contenido de materia insoluble.	17/08/1988
NTC 4123	Café soluble, determinación del contenido de carbohidratos libres y totales, método que emplea cromatografía de alto desempeño de intercambio iónico.	28/05/1997
NTC 4912	Café soluble, determinación de la densidad por caída libre y por compactación.	21/03/2001
NTC 2324	Café verde, examen olfativo y visual y determinación de materia extraña y defectos.	16/09/1987
NTC 2736	Industrias agrícolas, café, determinación del contenido de cafeína -método de referencia-.	20/06/1990
NTC 2737	Industrias agrícolas, café instantáneo, determinación de la pérdida de masa a 70 °C bajo presión reducida.	20/06/1990
NTC 3314	Sector agropecuario, café y sus productos, vocabulario, términos y definiciones.	21/10/1992
NTC 3880	Café, determinación del contenido de cafeína, método por cromatografía líquida de alta resolución -HPLC-.	19/06/1996
NTC 4602-1	Determinación del rendimiento de la extracción y de los sólidos solubles en la bebida de café, parte 1: método por goteo.	28/04/1999
NTC 4602-2	Determinación del rendimiento de la extracción y de los sólidos solubles en la bebida de café, parte 2, método por contacto directo.	28/04/1999
NTC 4607	Café verde y tostado, determinación de la densidad a granel por caída libre de los granos enteros (método de rutina).	19/05/1999
NTC 2558	Café tostado y molido, determinación del contenido de humedad, método por determinación de la pérdida en masa a 103 °C (método de rutina).	25/10/2000
NTC 4883	Análisis sensorial, café, metodología para análisis sensorial cuantitativo descriptivo del café.	25/10/2000
NTC 2758	Café, análisis sensorial, vocabulario.	20/02/2002
NTC 5181	Buenas prácticas de manufactura para la industria del café.	26/08/2003
GTC 91	Guía para el cultivo y beneficio de café orgánico.	26/08/2003
NTC 2442	Café tostado en grano y/o molido, determinación del grado de tosti3n.	25/02/2004
NTC 5247	Café tostado, en grano o molido, determinación de la acidez titulable.	25/02/2004
NTC 4084	Café tostado y molido, método para la determinación de la densidad por compactación.	24/08/2005
NTC 2325	Café verde, determinación de la pérdida de masa a 105 °C.	14/09/2005

Continúa

Norma	Tema	Emisión
NTC-ISO 20481	Café y productos del café, determinación del contenido de cafeína usando cromatografía líquida de alto desempeño (HPLC), método de referencia.	21/04/2010
NTC 2441	Café tostado y molido, método para la determinación del tamaño promedio de partícula por distribución granulométrica.	16/02/2011
NTC 3566	Café verde, preparación de muestras para uso en análisis sensorial	14/12/2011
NTC-ISO 20938	Café soluble (instantáneo) determinación del contenido de humedad, método Karl Fischer (método de referencia).	14/12/2011
NTC 2312	Muestreo de café, muestreadores para café verde y muestreadores para café pergamino.	22/08/2012
NTC 5938	Café verde para uso industrial, parte 1: café arábica.	21/11/2012
NTC 2323	Café pergamino, verde y semitostado en sacos, muestreo.	12/12/2012
NTC-ISO 24114	Café instantáneo (soluble), criterios para la determinación de la autenticidad.	12/12/2012
NTC 5248	Café verde, análisis del tamaño, tamizado manual y mecánico.	28/08/2013
NTC 6046	Café verde, determinación del contenido de agua, método de referencia básica.	11/12/2013

Fuente: Elaboración OCyT (2015)

- Norma ISO 8460 del año 1987, revisada en 2015, donde se especifican características de densidad del café instantáneo.
- Norma ISO 11294 del año 1994, revisada en 2011, donde se especifica la rutina para la medición del contenido de humedad en el café tostado molido.
- Norma ISO 11817 del año 1994, revisada en 2010, donde se especifica la rutina para la medición del contenido de humedad en el café tostado molido basada en el método de valoración de Karl Fisher (método de referencia).
- Norma ISO 6669 del año 1995, revisada en 2011, donde se describe un método para la determinación de la densidad aparente de los granos de café enteros verde o tostado bajo condiciones de flujo libre de un recipiente a otro.
- Norma ISO 11292 del año 1995, revisada en 2011, donde se especifica el método de medición del contenido de carbohidratos por medio de técnicas de cromatografía.

- Norma ISO 1446 del año 2001, revisada en 2012, donde se especifica el método básico de referencia para la determinación del contenido de agua en el café verde.
- Norma ISO 6670 del año 2002, revisada en 2015, donde se especifica el método de muestreo de un lote de café instantáneo, con el objeto de determinar si el envío responde a una especificación contrato.
- Norma ISO 6673 del año 2003, revisada en 2014, donde se especifica el método para determinar la pérdida de masa y, por lo tanto, el contenido de agua. Da resultados más bajos que aquellos obtenidos con el método descrito en ISO 1446 pero es el más utilizado como un método de referencia para calibrar instrumentos de medida de contenido de agua.
- Norma ISO 9116 del año 2004, revisada en 2015, donde se especifican orientaciones para las especificaciones de venta y compra del café verde.
- Norma ISO 10470 del año 2004, revisada en 2011, donde se provee un cuadro de referencia de los defectos que pueden presentarse por condiciones de la especie, variedad o proceso post cosecha (húmedo o seco).
- Norma ISO 3509 del año 2005 donde se definen los términos más utilizados con relación al café y sus derivados.
- Norma ISO 4149 del año 2005 donde se especifican las técnicas para el examen olfativo y visual y para la identificación de defectos de café verde, de todos los orígenes, con el fin de evaluar la conformidad con una especificación. El método también puede utilizarse para determinar características de café verde con un impacto en su calidad para fines técnicos, comerciales, administrativos y arbitrales, y para el control e inspección de calidad.
- Norma ISO 6668 del año 2008, revisada en 2011, donde se especifica el método para la torrefacción, molienda y preparación del café verde que debe ser utilizado para hacer análisis sensoriales.
- Norma ISO 20481 del año 2008, revisada en 2011, donde se especifica el método HPLC (Cromatografía Líquida de Alto Desempeño) para determinar los contenidos de cafeína en el café verde y sus derivados.

- Norma ISO 20938 del año 2008, revisada en 2012, donde se especifica la rutina para la medición del contenido de humedad en el café instantáneo basada en el método de valoración de Karl Fisher (método de referencia).
- Norma ISO 4150 del año 2011 donde se especifica la rutina para realizar análisis de tamaño del café verde ya sea por tamizado manual o con máquina utilizando tamices de ensayo de laboratorio.
- Norma ISO 6666 del año 2011 donde se especifican las características para catadores de café verde o café crudo y para el café pergamino, adecuado para la selección de muestras realizadas en conformidad con la norma ISO 4072.
- Norma ISO 8455 del año 2011, revisada en 2015, donde se especifican las condiciones que garantizan un mínimo riesgo de infestación, contaminación y deterioro de la calidad del café verde (también conocido como café crudo) en bolsas, a granel y en silos en los que son mantenidos los granos objeto de comercio internacional, desde el momento de su embalaje para la exportación hasta el momento de su llegada al país importador.
- Norma ISO 24114 del año 2011 donde se especifican los criterios de autenticidad del café instantáneo soluble.
- Norma ISO 24115 del año 2012 donde se especifica el proceso de calibración de los instrumentos de medición de la humedad en café verde.

Adicionalmente, dos normas ISO se encuentran actualmente en desarrollo. La primera corresponde a la directriz 18794 en donde se especifica el vocabulario para el análisis sensorial del café y la segunda, a la norma ISO 18862 en la cual se especifica el método de determinación de acrilamida en el café y sus productos derivados.

De otra parte, aunado a la normatividad que se evidencia para la cadena de valor del café, se encuentran las instituciones de la industria cafetera, así como aquellas no relacionadas directamente, pero que aportan a su dinámica. En la Figura 2 de los Anexos, se aprecia la participación de entidades que no se encuentran directamente relacionadas con el proceso de producción pero que aportan elementos importantes que inciden en la competitividad del café producido en Colombia. Este eslabón, que se

denomina de regulación, se caracteriza por promover el consumo del café, el aseguramiento de la calidad y la competitividad del sector; también es el responsable de la regulación del mercado. En la actividad de regulación, se encuentran entidades como la Federación Nacional de Cafeteros, Cenicafé y la Asociación Nacional de Exportadores de Café de Colombia, entre otras.

5. Necesidades Metrológicas del sector cafetero

Esta sección está enfocada a analizar las necesidades de instrumentos de medición precisos, calibrados y certificados que existen en el sector cafetero. En primera instancia, la dificultad de los pequeños productores para acceder a la información sobre requerimientos en términos de calidad, o a los servicios de metrología y ensayo, por ejemplo, ha sido uno de los aspectos que enfrentan las pequeñas y grandes empresas y que las dejan en posiciones de desventaja ante comercializadores más grandes que se sirven de estos obstáculos para incrementar su margen de ganancia. A esta limitación se le suma la importancia de los procesos de recolección manuales que aún perduran en el sector ante la dificultad de garantizar la integridad del grano con el uso de maquinaria especializada. Esto lleva a una gran heterogeneidad en los procesos de recolección, empaqueo y comercialización, ante los cuales un conocimiento adecuado, tanto de los servicios de calidad disponibles como de los requerimientos de los caficultores, facilitará una mayor competitividad de los pequeños productores.

Aunado a los problemas fitosanitarios, como las enfermedades de las plantas, los residuos agroquímicos, la presencia de metales pesados y toxinas, las condiciones de tamaño, peso, madurez, humedad y pulposidad, entre otras, que deben satisfacer los frutos y que requieren de unos servicios metrológicos adecuados, se presenta la coyuntura de que el sector se recupera de una fuerte temporada de lluvias, que afectó particularmente la producción cafetera entre los años 2010 y 2011.

También, hay que tener en cuenta el papel del comprador y el catador del café en la clasificación de los granos de acuerdo con su aroma, color, tamaño, humedad y textura. Una infraestructura de calidad adecuada apoya al comprador y protege al productor, gracias a unas reglas claras, objetivas y medibles que generan confianza y reducen los costos de transacción del productor al comprador final.

Para finalizar, vale la pena mencionar dos elementos. El primero corresponde a la fuerte asociación gremial en el sector, que facilita un ente interlocutor en cualquier estudio que desee hacerse sobre este; el segundo, a la importancia de Cenicafé como el centro de investigación y desarrollo tecnológico agrícola sectorial más importante en el país. Ambos elementos reflejan la trascendencia de los procesos de aprendizaje y transferencia de conocimiento. Mientras que la Federación Nacional de Cafeteros enfatiza en impulsar la generación de nuevo conocimiento conducente a mejorar las prácticas y proceso de producción, procesamiento y comercialización, Cenicafé cuenta con las últimas tecnologías en sus laboratorios para el desarrollo de investigación básica y aplicada relacionada con las plantaciones de café y sus derivados. Esto ha permitido al Centro convertirse en un actor clave, aportando conocimientos sobre nuevas semillas y variedades a través del desarrollo de variedades resistentes a la roya y la broca.

En el contexto anterior, garantizar condiciones metrológicas adecuadas resulta fundamental para promover un mercado cafetero caracterizado por la seguridad, la calidad y la competitividad, así como por la protección de los intereses de los consumidores. Una vez consultado el tema de metrología con expertos del sector, se identificó que si bien es cierto que los caficultores han generado mecanismos que les permiten un mayor acercamiento a la calidad y a las formas de producción responsables con el medio ambiente, el perfeccionamiento de los procesos de producción, comercialización y, por ende, la captura de mayores márgenes de ganancias se deben respaldar con una infraestructura de la calidad presente en toda la cadena de valor del café. Con el propósito anterior, los expertos consultados destacan las siguientes necesidades metrológicas para el sector objeto de estudio.

i) Básculas y balanzas digitales

Las básculas y balanzas digitales cumplen un papel fundamental para generar la cuantificación correcta del café, garantizando el cumplimiento de normas específicas de calidad. Es así, por ejemplo, como en el procedimiento para la medición de la humedad del café durante el secado en silo, de acuerdo con Oliveros – Tascón, C., et. al (2010), se puede utilizar una “balanza electrónica Mettler PB 80001, con rango 0 a 5 kg y resolución de 0.1 g, para pesar la muestra de café”.

ii) Equipos de medición de calidad del agua usada en el beneficio y lavado del café

En este apartado se revisan dos aspectos fundamentales para garantizar la calidad del café, de una parte, lo relacionado con el secado del grano y, de otra, el uso de agua potable requerida para la inocuidad y calidad del café.

En primera instancia, el café se debe secar después del lavado y su humedad no debe exceder el 12%. La buena calidad física del café se evidencia cuando su humedad oscila entre el 10% y 12%. El secado inadecuado del café favorece la proliferación de sustancias tóxicas y cancerígenas como la Ochratoxina A, contaminante de alimentos producido por hongos, cuyo origen se facilita por el almacenamiento del café con una humedad superior al 12%, entre otros factores.

De lo anterior, se deriva que el secado del café debe realizarse en condiciones favorables de brillo solar y tiempo seco que permitan la coloración amarilla del grano, lo cual garantiza su calidad. Los métodos para el secado del café son variados, entre los principales cabe mencionar:

- Secado en patio de cemento: este sistema no causa contaminación y usa energía limpia.
- Energía solar: este método está supeditado a la época del año y a la posición del sol sobre la tierra.
- Secadora solar tipo domo: esta tecnología permite secar el café haciendo uso de la radiación solar como energía para calentar el aire y a su vez deshidratar el grano. La secadora solar tipo domo protege el grano de la basura, el polvo y asegura la calidad del grano.

En segunda instancia, y de acuerdo con Puerta, G. (2015), el uso de agua potable es beneficioso para “las clasificaciones de cereza, fermentación, lavado, saneamiento de equipos e instalaciones y también como ingrediente para la preparación de la bebida”, pero la calidad de las aguas de las fincas cafeteras no es apta para el consumo humano, por lo que requiere de tratamientos que permitan reducir la presencia de microorganismos, de forma que el lavado del café se realice de manera segura. “Con el fin de aportar soluciones al problema de contaminación y al alto consumo

de agua en el proceso de beneficio húmedo del café se hace necesario que el productor implemente prácticas para el uso eficiente del agua mediante la instalación de dispositivos ahorradores, la utilización de la gravedad en las instalaciones de beneficio, el despulpado sin agua y el transporte no hidráulico de la pulpa y del café despulpado. Como también racionalizar el consumo en el lavado del grano, utilizando menos de 1,0 L de agua para lavar el café proveniente de 1 kg de fruto. Lo anterior se complementa con la instalación y puesta en funcionamiento” (Cárdenas Garzón, R. C., y Ortíz Prieto, J. E., 2014:2).

iii) Sistemas de filtración y purificación del agua de suministro a las fincas para beneficio del café y consumo de los habitantes

Los métodos de purificación de agua para uso industrial consisten en la remoción de impurezas, producidas en especial por las sales de calcio y magnesio y cuya denominación es la de “dureza temporal”, la que puede eliminarse por ebullición. Por su parte, la “dureza residual” (no carbónica) puede eliminarse con el uso de carbonato de sodio y cal.

Entre algunos de los métodos empleados para purificar el agua, de acuerdo con Flores, C. (2012), se encuentran:

- Intercambio de iones: este sistema suaviza el agua dura, eliminando minerales como calcio y magnesio.
- Ultravioleta: las lámparas de mercurio producen luz ultravioleta que cuenta con propiedades para desactivar patógenos.
- Ósmosis inversa: este proceso busca el equilibrio entre dos fluidos separados por una membrana permeable, dado que “el fluido de menor concentración se moverá a través de la membrana hacia el sitio del fluido de mayor concentración” (Flores, C., 2012). Además, la ósmosis inversa genera un flujo de agua en sentido contrario, en el que la solución de mayor concentración pasa a la de menor concentración.

En la ósmosis inversa se elimina la mayor cantidad de sustancias inorgánicas (sales y minerales, entre otros), microorganismos y sustancias orgánicas.

iv) Ph-metros para seguimiento de fermentaciones

La fermentación del mucílago del café es un proceso en el que intervienen factores biológicos, físicos y químicos para degradar el mucílago y posibilitar el lavado. Algunos factores que pueden incidir en el proceso de fermentación, de acuerdo con Peñuela M., et al.(2012), son:

- La temperatura del lugar: en zonas más frías es más demorado el proceso de fermentación.
- El uso del agua: la degradación del mesocarpio y la actividad microbiana se retrasan cuando en el proceso interviene el agua.
- Cantidad de mucílago en el grano: algunas variedades de café (café verde) requieren de un mayor tiempo para el proceso de fermentación.
- Grado de madurez del café: el proceso de fermentación toma menos tiempo cuando el café está maduro.

El proceso de fermentación del café debe disponer de mínimo dos tanques con capacidad suficiente para el procesamiento del café producido en un día. Estos tanques deben permitir el drenaje y mantenerse adecuadamente cubiertos con enchape o material liso sin grietas.

Para el proceso de fermentación “es necesario que se verifique el tiempo requerido según clima y las temperaturas predominantes en la finca” (Puerta, G., 2006).

De otra parte, es importante mencionar que los métodos de fermentación tradicionales propenden por la degradación natural del mucílago mediante la interacción con los agentes del medio ambiente. Durante el proceso en mención, deben realizarse controles adecuados (por ejemplo, a variables como la temperatura, gases como el CO₂, la actividad del agua, el pH y la higiene) para evitar problemas de calidad. A pesar de que la fermentación tradicional es una práctica de los caficultores, durante el proceso prevalecen factores considerados como desventajas, en especial, relacionadas con los tiempos de duración, los cuales resultan variables que afectan la calidad del grano.

Tomando en consideración que los métodos tradicionales de fermentación evidencian desventajas, como la mencionada anteriormente, Cenicafe desarrolló un método mediante el cual se utiliza un dispositivo

que permite determinar el momento de la fermentación. El método Fermaestro ha sido patentado⁴ y es utilizado en la mayoría de las unidades productoras de café en el país.

“Cuando una masa de café recién despulpado se introduce en un recipiente perforado, que permita drenar solo fluidos, se observa que a medida que avanza la fermentación disminuye el volumen ocupado por la masa de café, por efecto del cambio de densidad aparente, dado por el drenado de mucílago degradado, hasta que se estabiliza en el punto en el cual el producto debe ser lavado” (Peñuela, M.A., et.al, 2012: 3).

El uso del Fermaestro, para la verificación del punto de lavado del café en el proceso de fermentación, se desarrolla en las siguientes etapas:

- Se deposita el café en un recipiente para realizar la fermentación.
- Se toma una muestra de café despulpado de diferentes partes del tanque.
- Se abre el dispositivo, se deposita la muestra de café despulpado y se asegura la tapa del dispositivo.
- Se ubica el dispositivo en la masa de café despulpado, de forma que este quede a simple vista.
- Se toma el dispositivo del tanque y se deja caer tres veces sobre este, después, se verifica que la masa esté en el cono en la primera marca.

El método Fermaestro, de acuerdo con los caficultores, evidencia ventajas representadas en su objetividad, facilidad de uso y obtención de un café de calidad.

De otro lado, el pH se mide con un potenciómetro o pH-metro. De acuerdo con Puerta, G. (2012), el pH del café varía de acuerdo con la madurez, la recolección y el despulpado.

La variación del pH del mucílago de café, calculado por Puerta G. (2012), se presenta en la Tabla 1 de los Anexos. En la fermentación del café, el pH del grano se reduce hasta valores que dependen del mismo proceso

⁴ La Superintendencia de Industria y Comercio, mediante Resolución 43039 del 14 de julio de 2014, otorgó patente de invención al “Método e implemento para determinar la finalización de procesos críticos que incluyan disminución de densidad aparente” conocido como Fermaestro.

de fermentación. A posteriori, el pH del mucílago del café aumenta como resultado de la fermentación del ácido láctico. El pH adecuado del mucílago fermentado oscila entre el 3,7 y 4,1, para garantizar la interrupción de la fermentación y lavar el café.

v) Refractómetros para seguimiento de fermentaciones del café

Los refractómetros son instrumentos que permiten medir los grados de sólidos solubles (°Brix⁵) del mucílago de café fermentado. De acuerdo con Díaz, A.L. y Perdomo, A.M. (2015), los °Brix del café deben oscilar entre 1,15% y 1,35%.

vi) Equipos de medición de color de granos húmedos y secos

La medición del color es un indicador del grado de tostión. El equipo utilizado para la medición del color se denomina colorímetro “que hace incidir un rayo de luz sobre una muestra de café y mide un parámetro físico que en la mayoría de los casos es el porcentaje de luz reflejado, denominado reflectancia espectral relativa” (Federación Nacional de Cafeteros, 2015).

En Colombia, los colorímetros más utilizados corresponden a las marcas Quantik y AGTRON. El modelo AGTRON requiere calibración previa y trabaja en el visible. Los colorímetros NEUHAUS y Quantik trabajan con haz láser monocromático en el infrarrojo y cuentan con disco de calibración.

De otra parte, la norma NTC 2442, Determinación del Grado de Tostión, especifica un método para la determinación del grado de tostión en café tostado en grano y/o molido mediante mediciones colorimétricas. En esta norma, se expresa el color con la coordenada L*, símbolo que indica el grado de luminosidad (claro-oscuro) que posee una muestra.

Ahora bien, los caficultores deben cuidar la relación entre la pérdida de peso (merma) y el color del grano, dado que por tostación es difícil conocer la humedad del café y el desperdicio, entre otros aspectos. Sin embargo, la medición del color de un lote de café permite conocer la merma, pues ambos factores están correlacionados directamente.

⁵ Los grados Brix permiten expresar el porcentaje de sacarosa en las frutas, jugos y vinos. En el caso del café, los sólidos solubles del mucílago, contienen además de sacarosa, glucosa, fructuosa y ácidos (láctico, acético, fórmico), entre otros.

vii) Equipos de clasificación de granos despulpados

La primera transformación física del café consiste en la eliminación de la pulpa a través de la máquina despulpadora. Esta etapa es sensible, ya que si la semilla sufre algún daño, puede quedar expuesta al ataque microbiano. Posteriormente, la pulpa retorna al suelo para ser utilizada como abono, mientras que los granos son puestos en tanques para el remojo y retirar el mucílago.

La despulpadora tradicional es la más utilizada en Colombia y consta de (Cenicafé, 2015):

- “Tolva: recibe las cerezas.
- Cilindro: desprende la pulpa del grano.
- Manivela.
- La volante: hace girar el cilindro.
- Cuchillas: regulan la entrada de las cerezas.
- Cojinetes del eje del tambor.
- Piñón del alineador y piñón del cilindro.
- Las cureñas, que sirven de base y soporte a las piezas de la máquina.
- Las cuñas: permiten graduar la distancia entre el pechero y el tambor.
- Tornillos de ajuste.
- Pechero acanalado: separa el grano de la pulpa y lo lleva fuera.
- El eje del alimentador o regulador: organiza y regula la entrada de los frutos a los canales”.

Por su parte, Cenicafé desarrolló una máquina despulpadora construida con menos piezas, denominada Despulpadora Gaviota 300. Es importante señalar que una vez se realiza el proceso de despulpado se emplean las zarandas, que son clasificadores de granos despulpados.

Durante el proceso de despulpado se pueden presentar defectos, entre los que cabe mencionar: granos mordidos, granos trillados, pulpa pegada y/o frutos sin despulpar, de allí la importancia de generar una adecuada calibración de la despulpadora para evitar pérdidas y defectos del grano.

viii) Equipos de clasificación de granos lavados

El lavado del café es un proceso que se realiza para retirar el mucílago del grano, evitando así el grano con manchas, el sabor fermentado y la contaminación. Este procedimiento puede ser realizado en el tanque o a través de un canal de correteo.

Por su parte, el lavado en tina consume menos de cinco litros de agua por cada kilogramo de café pergamino seco. Además, se debe utilizar una paleta agitadora cuyo borde debe estar revestido para evitar daños al tanque de lavado.

De otra parte, el canal de correteo es una estructura que permite lavar y clasificar el café. Este procedimiento toma un tiempo de 25 a 30 minutos, permitiendo la clasificación del grano.

Cenicafé, por su parte, ha implementado métodos ecológicos de lavado del grano, los cuales ayudan a evitar la contaminación ocasionada por estos procedimientos. El hidrociclón es un aparato que permite lavar el café, retira los granos y residuos de la masa de café. Los granos buenos se expulsan por la parte inferior del equipo, mientras que los granos verdes y brocados se descargan por la parte superior.

ix) Equipos de control y monitoreo de condiciones de almacenamiento, temperatura y humedad relativa

El café pergamino puede almacenarse en silos, en cajas o sacos formando estibas. Estas cajas o silos pueden estar elaborados con metal, madera o concreto. “Cuando el café es almacenado entre el 10% y 12% de humedad en un lugar fresco (con temperatura media inferior a 20°C y una humedad relativa del 65%), puede conservarse bien durante varios meses” (Tomado de www.anacafe.org).

Es recomendable que las estibas se establezcan sobre tarimas, de forma que el grano no sea afectado por la humedad del suelo.

Por su parte, el almacenamiento del café en oro⁶ requiere de mayor rigurosidad, si se compara este proceso con el del café pergamino. Lo anterior se debe a que el café en oro es más sensible a la humedad.

⁶ También denominado café verde. Es aquel que se encuentra listo para ser tostado y, posteriormente, molido, una vez son separadas las distintas envolturas por medio del proceso de descascarillado.

Por otro lado, el lugar de almacenamiento del café deberá contar con un cielo raso de material adecuado con ventilación. Se recomienda que el piso sea de madera levantado quince centímetros del suelo. En caso de que sea de madera o concreto se requiere la impermeabilización. El café debe estar alejado de bodegas vecinas que contengan insecticidas u otra clase de materiales que puedan afectar el olor y la calidad del grano.

De lo anterior se infiere que el proceso de almacenamiento del café resulta sensible y fundamental para la producción de un café de calidad, de allí la importancia de que se implementen equipos de control y monitoreo de las condiciones de almacenamiento, tales como sistemas de acondicionamiento de aire, sistemas de ventilación, aislación térmica de las instalaciones y sistemas para el manejo de escotillas y compuertas.

x) Equipamiento estándar para el beneficio del café

El beneficio del café consiste en un conjunto de operaciones para transformar los frutos en café pergamino de alta calidad; este proceso lo ejecutan los caficultores en sus fincas y comprende el recibo, el despulpado, la remoción del mucílago, el lavado, las clasificaciones y el secado. En Colombia, se realiza el beneficio por vía húmeda, que es un proceso para transformar el café cereza en pergamino seco, minimizando el impacto sobre el medio ambiente, eliminando la pérdida de agua y aprovechando los subproductos. Los componentes de este proceso son los siguientes (Tomado de www.federaciondecafeteros.org):

- Cosecha: recolección de frutos maduros, lo cual se traduce en eliminación de pérdidas y reinfestación de café por broca.
- Recibo: se realiza en seco, a través de tolvas, aprovechando la gravedad.
- Despulpado: este proceso se efectúa en seco; además, estudios de Cenicafé han comprobado que el café se puede despulpar sin el uso del agua, evitándose así la contaminación producida.
- Clasificación: a través del uso de zarandas que funcionan sin agua.
- Remoción del mucílago: este proceso se puede realizar mecánicamente eliminando el proceso de fermentación, lo que conlleva ventajas como la conservación de la calidad del café y la disminución del espacio utilizado en el beneficiadero, entre otras.

Cenicafé impulsó investigaciones para realizar el desmucilaginado de manera mecánica a través de una tecnología denominada Becolsub⁷, la cual ofrece ventajas, tales como la disminución del consumo de agua y la prevención de la contaminación producida por la pulpa y el mucílago en las fuentes de agua.

Belcosub integra tres máquinas: despulpadora, desmucilaginator mecánico y tornillo sinfín. Estas máquinas realizan diferentes procesos, a saber:

- Lavado: el hidrociclón permite obtener mayor eficiencia en el proceso.
- Secado: este proceso puede realizarse con energía solar o con máquinas secadoras que utilizan diversos tipos de combustible (gasolina, carbón y gas, entre otros).
- Manejo de subproductos: para minimizar el impacto ambiental de la pulpa y el mucílago.

xi) Secadores de café con controles de temperatura y flujos, de capacidades medianas, 50, 100, 200 y 300 arrobas

Una vez lavado, el café pergamino posee una humedad alta, lo que genera que en el proceso de secado se requiera de energía eléctrica y térmica para reducirla entre el 10% y el 12%. Este proceso resulta prolongado, con una elevada demanda energética y con grandes exigencias en el control del secado.

En Colombia, se ha utilizado el secado mecánico. En 1960 Cenicafé introdujo el Silo Secador Cenicafé, instrumento que tuvo diversas modificaciones que permitieron optimizar el secado del grano. Entre las modificaciones a este silo, cabe mencionar la división en dos cámaras, en una se realiza el presecado y en la otra se efectúan las actividades de secado.

El secado de café es un proceso que requiere control (en términos de la selección de equipos, el uso de temperaturas bajas y el monitoreo del avance del secado mediante la determinación del contenido de humedad), por lo que se recomiendan secadores modulares (al sol y mecánicos) de diversas áreas y volúmenes, implementados de acuerdo con el tipo de cosecha. “En los secadores al sol con cubierta se evita el rehumedecimiento

⁷ Registro de patente No. 95031744 en Colombia y clasificación internacional No. 23N12-00 a nombre de la Federación Nacional de Cafeteros.

del café. Los secadores mecánicos deben disponer de combustión externa y chimeneas para el control de la contaminación del producto y del aire” (Puerta, G., 2008).

Es importante mencionar que el secado mecánico o artificial es aquel que utiliza fuentes de energía diferentes a la solar (leña, derivados del petróleo y energía eléctrica, entre otras). Dentro de los equipos más utilizados para este tipo de secado, de acuerdo con Pineda C., et al. (2012), se encuentran:

- Oreadora de cascada: el café es depositado en una tolva y de allí se dirige a la zona de secado, en donde el grano recibe el aire. Este instrumento permite en un lapso de cinco minutos eliminar el agua superficial del grano.
- Presecadora estática: instrumento que contiene planchas en las que se deposita el café en una capa estática, circulando corrientes de aire caliente.
- Secadora de cuartos inclinados: estructura horizontal con posición en un ángulo de 30° en relación con la horizontal, cuenta con un sistema impulsor del aire caliente.
- Secadora columnar o vertical: es un instrumento con dos columnas a través de las cuales el café se desliza a una velocidad constante. En esta secadora el aire caliente seca el grano; sin embargo, se debe tener cuidado con el control de la temperatura, dado que esta debe oscilar entre los 60 y 70° C para que no se produzcan daños en el grano.
- Secadoras verticales de baffles: este instrumento facilita la mezcla de granos, favoreciendo la uniformidad en el secado y la calidad del grano.
- Secadora rotativa: consiste en dos cilindros concéntricos perforados, permitiendo la salida del aire caliente. Esta máquina debe ser cargada a un 80% de su capacidad para lograr la uniformidad en el secado. Un ejemplo de esta secadora es la denominada Guardiola.

xii) Equipos de control de calidad del aire usado para el secado del café

Una de las condiciones utilizadas en Cenicafé “para no dañar la calidad del café es que la temperatura del aire de secado no sea mayor de 50° C, debido a que por encima de este valor, la estructura de los granos se vuelve

irreversiblemente cristalina, con consecuencias negativas para el sabor de la bebida” (Gutiérrez, J.M., et. al, 2012). La insuficiencia de aire de secado es una de las principales fallas apreciadas en los secadores, la cual se ocasiona por el uso de secadores cuyo diseño presenta fallas, en especial por los ventiladores que los componen.

Para garantizar la calidad del aire usado en el secado de café, de acuerdo con Gutiérrez, J.M., et. al. (2012), es de suma importancia que se utilice alguno de los siguientes componentes:

- a) Un ventilador que incluya un caudal de aire suficiente para que se produzca el secado del grano.
- b) Generadores de aire caliente.

xiii) Equipos de medida de las emisiones de secadores

En el proceso de secado del café se generan humos de combustión y calor que son expulsados al medio ambiente. El Decreto 948 de 1995, artículo 10, establece que los responsables de fuentes fijas que tengan sistema de control de emisiones atmosféricas, deberán llevar un registro de operación y mantenimiento. Además, la Resolución 0909 de 2008 del Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial establece en algunos de sus artículos la obligatoriedad de la construcción de ductos y chimeneas y la determinación del punto de descarga, entre otros aspectos.

De acuerdo con Orozco, C., et al. (2010), la emisión de material particulado evidencia que la industria de café, en especial en el proceso de secado, genera contaminación, que se traduce en emisiones de monóxido de carbono, dióxido de carbono y dióxido de azufre, que al mezclarse con el vapor de agua genera lluvia ácida. En el estudio realizado por Orozco, C., et al. (2012), se recomienda conducir los vapores de secado a través de chimeneas que cumplan con una altura mínima de 15 metros, así como el cerramiento y confinamiento en los silos.

Finalmente, los equipos para el control de emisión de los secadores se consideran elementos fundamentales para reducir el impacto ambiental ocasionado en el proceso de secado del café. Para la selección de las secadoras se deben considerar sus propiedades. Entre ellas están: secadoras de columnas, secadoras de caballetes y secadoras rotativas para café.

xiv) Equipos automatizados para el lavado del café

Algunos caficultores en Colombia aún utilizan el proceso de fermentación natural del grano. Como resultado de la legislación ambiental en Colombia, Decreto 3930 de 2010, que limita vertimientos de los beneficiaderos, Cenicafé desarrolló la tecnología ECOMILL⁸ (Oliveros, C. et.al, 2010), instrumento que permite lavar mecánicamente café con mucílago degradado en el proceso de fermentación. La tecnología en mención cuenta con los siguientes elementos:

- Tanque: en el que se deposita el café despulpado y se lleva a cabo el proceso de fermentación natural. La capacidad del tanque alcanza los 2.000 o 3.000 kg de café despulpado.
- Alimentador de café: entrega el café con mucílago a un lavador mecánico.
- Lavador: permite el lavado del café.
- Manejo de los subproductos: ECOMILL permite el lavado del café manejando la pulpa y aguas residuales del lavado, evitando la contaminación de las fuentes hídricas. Con este propósito, se procesa la pulpa por medio del compostaje, con sus microorganismos, convirtiéndola en materia orgánica que resulta útil para las plantas.

Finalmente, es importante mencionar que se requiere la implementación de equipos automatizados de lavado de café que regulen el manejo de los subproductos derivados del café, generando economías de escala no solo en términos de eficiencia, sino también de impacto ambiental.

xv) Equipos de agitación del café

Los equipos de agitación del café se utilizan en la mezcla de pulpa para facilitar que esta sea mixta. Los tanques de agitación están constituidos por paletas, cuentan con un tanque agitador, que permite la succión y la circulación del grano.

⁸ La Superintendencia de Industria y Comercio, mediante las Resoluciones 38905 del 24 de junio de 2014 y 43037 del 14 de julio de 2014, otorgó a la Federación Nacional de Cafeteros las patentes de invención tituladas: i) “Sistema modular para el beneficio húmedo de café sin contaminación de las aguas” y ii) “Sistema de lavado de café despulpado de flujo vertical ascendente”, respectivamente. Estas innovaciones son conocidas como tecnología ECOMILL.

xvi) Equipos de tostación de café a mediana escala, 1, 5, 10, 20, 30 kg de grano trillado

La generación de un tueste uniforme, el uso de combustibles para el proceso de tueste (gas natural, gas butano y gas metano) y la posibilidad de controlar los tiempos de tueste representan un cambio en la historia del tueste del café; en el siglo XX se modificó el proceso de tueste a través de indicadores de temperatura y quemadores de humo, que permiten controlar las emisiones a la atmósfera.

En la actualidad, las tostadoras presentan mejoras sustanciales con respecto a las desarrolladas en el siglo pasado y se cuenta con mayor información sobre los procesos internos de las tostadoras, una vez estas se encuentran en funcionamiento. En los siglos XVIII y XIX, se inició con el perfeccionamiento de las tostadoras, las cuales se construían sobre hojas de cobre o hierro fundido. En el siglo XIX se comenzó con una etapa de diseño, fabricación y patentación de los equipos empleados para el tueste, como el diseño del cilindro interior por parte de Jabez Burns en 1864 en Nueva York.

A continuación se relacionan las clases de máquinas de tostar:

- Tostadoras de tambor: la mayor parte del proceso de tostado se realiza mediante el aire caliente.
- Tostadoras continuas: son utilizadas para producciones rápidas y continuadas. Su funcionamiento requiere de altas temperaturas y grandes caudales de aire.
- Tostadoras de lecho fluido: su funcionamiento se sustenta en la combinación de sistemas de tambor y convección (sistema de transferencia de calor). Esta tostadora permite una gran variedad de tipos de tueste. En el proceso de tueste, esta máquina permite aspirar los humos y eliminar la cascarilla.
- Tostadoras turbo: son una variante de las tostadoras de tambor, la diferencia es que las tostadoras turbo aportan el calor por convección. En estas máquinas el café se encuentra en flotación, por lo que los granos no se queman con el contacto de las partes metálicas.
- Tostadoras centrífugas: especiales para café de filtro. Estas tostadoras funcionan “a partir de un sistema con un bol y un anillo especial

lamella para permitir un mayor porcentaje de calor conductivo, haciendo que los granos viajen en un movimiento toroidal dentro del bol y mejorar, así, la eficiencia de tostado y poder ofrecer un mayor abanico de tiempos de tostado” (http://www.forumdelcafe.com/pdf/F-47_Tueste.pdf).

- Tostadoras tangenciales: especiales para café instantáneo. Este tipo de tostadoras se caracteriza por la flexibilidad que ofrece para el tueste del grano, el cual es posible por la separación del aire caliente para la alimentación de energía y por el movimiento mecánico del producto a tostar.
- Tostadoras para café torrefacto: tipo tambor pero incluyen un sistema de aportación de aire caliente; además, se debe añadir azúcar durante el proceso de tueste. El azúcar ayuda a crear nuevos compuestos responsables del aroma del café, entre otras reacciones.

Las tostadoras actuales propenden por la conservación del medio ambiente a través de:

- Sistema de recirculación de humos: reutilizan los gases de combustión permitiendo el ahorro de energía.
- Sistema de quemado de humos: limpia los gases procedentes del tueste antes de expulsarlos a la atmósfera.
- Sistema de lavado de humos: se limpia el aire que contiene partículas contaminadas del café y que se desprenden del proceso de tueste, de forma que cuando el aire se expulsa al medio ambiente, sale limpio.

Finalmente, a nivel mundial se están desarrollando nuevos equipos para realizar el proceso de tostado; por ejemplo, en el año 2013 Vittoria presentó la BTVR-3 (Mohican), tostadora orientada a pequeñas producciones, con una capacidad de 3 kg de café verde.

xvii) Equipos de transporte de cargas de café en la finca

El transporte del café hasta los sitios de almacenamiento es un proceso de gran importancia económica, que debe ser realizado de forma eficiente para

que la calidad del grano no se vea afectada. Entre las tecnologías empleadas para el transporte del café se encuentran (Sanz-Uribe, J.R. et al., 2011):

- Transporte manual: la carga es transportada al hombro y ascendiendo o descendiendo por terrenos con elevados taludes. En este sentido, se evidencia un incumplimiento al Estatuto de Seguridad Industrial (Resolución 2400 de 1979, artículo 390) en las fincas cafeteras, dado que las personas que realizan esta actividad están levantando cargas superiores a 25 kg.
- Transporte animal: en las fincas cafeteras se continúa con el uso de la tracción animal. En algunas fincas se transporta el café en mulas, animales que tienen una capacidad de carga de 160 kg por tanda.
- Transporte en vehículo: en algunas fincas cafeteras se transporta el café en vehículo, sistema que en algunos casos resulta oneroso, pues en algunas zonas del país la infraestructura vial es deficiente.
- Cafeductos: transporte del café desde los lotes hasta el beneficiadero utilizando una red de tuberías en PVC, para circular el grano con la ayuda de agua y la gravedad proporcionada por el talud del terreno. Una desventaja de este sistema es la contaminación que se produce en el agua empleada, la cual no se recircula por las dificultades técnicas y los altos costos.
- Transporte por cable aéreo: la carga de café se mueve desde un punto elevado por medio de un cable de acero. Este sistema se utiliza en terrenos que presentan depresiones; sin embargo, sólo se puede transportar una carga a la vez puesto que el sistema de poleas puede sufrir averías.
- Vehículos dentro del lote: “el sistema consiste en un malacate y un vagón que se mueve hacia arriba y hacia abajo dentro de la plantación por medio de un cable, el cual se presume de mínimo impacto sobre el suelo, porque al ser halado no existe desplazamiento relativo entre las ruedas del vagón y el suelo, considerado como principal causante de erosión” (Sanz-Uribe, J.R., et al., 2011).

Por último, es importante mencionar que el sistema de vehículos dentro del lote es el menos conocido. Es fundamental que en las fincas cafeteras

se impulsen sistemas de transporte eficaces y que propendan por la calidad y la entrega oportuna del café a los beneficiaderos y/o a los lugares de almacenamiento.

xviii) Equipos de medición y monitoreo de aguas residuales

El cultivo ecológico del café difiere de acuerdo con el grado de tecnificación implementada en las fincas cafeteras; es así, como plantaciones con baja tecnificación no generan efectos sobre el medio ambiente. Sin embargo, en otras fincas cafeteras la tecnificación es alta, lo que ha ocasionado que el uso de pesticidas para el manejo de plagas genere efectos negativos sobre el medio ambiente.

A partir de lo anterior, las fincas cafeteras deben tender hacia una gestión integrada del recurso hídrico. Con este propósito, la Federación Nacional de Cafeteros, a través de Cenicafé y los Comités Departamentales, ha iniciado el tratamiento de aguas residuales, para lo cual ha implementado tratamientos físicos, biológicos o químicos.

El problema de contaminación de las aguas residuales se ocasiona por la remoción del mucílago y la pulpa, lo que afecta el recurso hídrico con contaminantes. Al respecto, se han realizado varios estudios para el tratamiento del agua. Entre los resultados de estos se encuentran los Sistemas Modulares de Tratamiento Anaerobio (SMTA), considerados como plantas de manejo de aguas residuales de lavado del café, desarrollados por Cenicafé para el tratamiento anaerobio de las aguas generadas en las fincas con una producción anual de 1.500 arrobas de café pergamino seco. Estos sistemas han sido aplicados exitosamente en las producciones cafeteras de Tolima, Nariño, Magdalena y Santander, pues logran eliminar entre el 80% y el 90% de la contaminación orgánica, los residuos contaminantes restantes se tratan en las etapas postratamiento. Buscando una solución integral al problema de contaminación, Cenicafé ha realizado investigaciones para la implementación de un tratamiento secundario (Sistema Integral de Tratamiento Anaerobio, SITAL).

Con el fin de enmarcar la producción de café en un “sello verde”, se debe certificar el manejo adecuado de procesos como el despulpado y la remoción del mucílago. Los caficultores requieren comprobar un manejo integral del agua en el proceso de beneficio del grano, para lo cual se

recomienda la implementación de un tratamiento primario, secundario con SMTA y un postratamiento.

Es importante mencionar que el equipo Belcosub, desarrollado por Cenicafé para el despulpado y lavado del café, permite contar con mejores subproductos del grano (pulpa y mucílago) y con un menor consumo de agua.

xix) Sistemas de tratamientos de aguas residuales avanzados, basados en biotecnología, que requieran áreas más pequeñas y tiempos cortos de depuración

La biotecnología debe entenderse en este contexto como una tecnología ecológica que permite la descontaminación mediante el uso de organismos vivos que, al modificar un producto, son capaces de generar microorganismos para un uso específico. Algunos ejemplos de técnicas de biotecnología para el manejo de aguas residuales son el bioprocesamiento, en el cual se emplean cepas de microorganismos especializados para tratar compuestos de fósforo, nitrógeno y azufre, y la bioadsorción, en donde se reemplazan métodos físico-químicos como la precipitación, adsorción o el intercambio iónico en el proceso de captar iones de metales pesados, en el cual las algas, por ejemplo, constituyen una importante fuente de biosorbentes de estos últimos compuestos⁹.

Otros ejemplos de biotecnología para el manejo de aguas residuales lo constituyen el uso de micro algas, las cuales requieren para su fotosíntesis dióxido de carbono, elemento que se puede obtener con los microorganismos que se encuentran en las aguas residuales, y el uso de la biodegradación, en donde se hace una eliminación de contaminantes a partir de los microorganismos (protozoos, bacterias y hongos). La biotecnología implementada en el manejo de aguas residuales derivadas del proceso del café genera beneficios que impactan positivamente no sólo en la caficultura, sino también en el medio ambiente.

⁹ Tomado de <http://www.iagua.es/blogs/beatriz-gil/biotecnologia-ambiental-y-tratamiento-de-aguas>

xx) Equipamiento de plantas de aprovechamiento biotecnológico de residuos pulpa, mucílago y borra del café para las regiones cafeteras

El Sistema Modular de Tratamiento Anaerobio (SMTA) para el tratamiento de aguas residuales de lavado de café, como resultado de la contaminación generada por la pulpa y el mucílago, presentado por Cenicafé fue descrito en el requerimiento anterior de esta sección. Este Sistema ha permitido remover la contaminación en un 90%; sin embargo, con el propósito de eliminar completamente los desechos orgánicos, Cenicafé ha propuesto la introducción de plantas acuáticas para el manejo de residuos como método terciario en el tratamiento de aguas residuales.

La pulpa de café se ha utilizado en la producción de abono orgánico, empleando para ello la lombriz roja, reduciéndose el tiempo del proceso. Así mismo, se ha investigado sobre el uso de la pulpa de café para el cultivo de hongos comestibles.

Por su parte, el mucílago de café se utiliza como sustrato industrial para la producción de sustancias pépticas, miel (por su contenido de azúcares), alcohol etílico y gas metano. Además, también se ha introducido como componente en la alimentación de los cerdos. La borra de café (residuo final de la torrefacción del grano), dado su alto componente de grasas, ha sido empleado como materia prima para la producción de aceites. El pergamino del café (parte anatómica que envuelve el grano) se ha utilizado como combustible en las ladrilleras.

Tomando en consideración lo anterior, las fincas cafeteras deben equiparse de forma que se aprovechen los residuos derivados del proceso de transformación del grano, ello permitirá generar economías de escala que impactarán la industria cafetera y, a su vez, impulsarán el crecimiento y el desarrollo de otras industrias conexas.

6. Desarrollo y Perspectivas del sector café

Fortalecer la producción de cafés especiales es una prioridad de la cadena productiva, no solo porque los mercados internacionales son cada vez más exigentes en la calidad esperada del café por parte del consumidor final, sino también porque estos son los que mayores ganancias dejan a todos los eslabones de la cadena, lo que favorece la sostenibilidad del sector. No obstante, el crecimiento en este tipo de cafés debe estar acompañado por

métodos metroológicos dedicados y permanentes, en términos de procesos, que posibiliten cumplir con los sellos de calidad internacionales.

Otro frente particular de oportunidad y crecimiento es el consumo doméstico. El consumidor colombiano está segmentado en diferentes grupos que requieren de una diferenciación mayor en el tipo de cafés ofrecidos. Una estrategia comercial agresiva para incentivar los distintos tipos de café a nivel nacional, acompañada de una mayor circulación de cafés especiales con precios diferenciados, es una ventana de oportunidad que podría ser aprovechada.

Por otro lado, la Federación Nacional de Cafeteros debe mantener los programas de sostenibilidad ambiental y social, pero con una mayor cobertura e instrumentos de fomento para los caficultores colombianos. La marcada dependencia de recursos parafiscales, subsidios nacionales y mecanismos de protección pueden socavar la sostenibilidad a largo plazo del sector, teniendo en cuenta la entrada de nuevos competidores que comparten el mercado mundial.

Finalmente, el modelo de producción y comercialización tiene que mejorar continuamente y mantener procesos sistemáticos de innovación que deben reproducirse a lo largo del sistema sectorial de innovación. Esto requiere de estrategias que incentiven la innovación y que permitan agregar valor a los productos ofrecidos en los diferentes eslabones de la cadena, siempre propendiendo por el cumplimiento de estándares metroológicos a nivel legal, científico e industrial. Todo lo anterior, sustentado en el fomento de una cultura metroológica en los diferentes elementos de la cadena de valor.

Conclusiones

La industria cafetera se constituye en elemento fundamental de la identidad nacional y cultural colombiana. Sin embargo, en los últimos años los exportadores han evidenciado una pérdida de mercados internacionales, dada la competencia de países que no eran tradicionalmente cafeteros. A pesar de lo anterior, el país ocupa el tercer lugar como productor de grano, después de Brasil y Vietnam.

El sector cafetero colombiano se ha caracterizado por su fuerte asociación gremial y por la presencia de entidades como la Federación Nacional de Cafeteros y el Centro Nacional de Investigaciones del Café

(Cenicafé). La primera institución se encarga de impulsar la generación de nuevo conocimiento para mejorar las prácticas y procesos de producción, procesamiento y comercialización del grano; mientras que la segunda, de fungir como el centro de investigación y desarrollo tecnológico, agrícola y sectorial más importante del país.

Por su parte, la variedad de café sembrada, los fertilizantes utilizados, el control de plagas, al igual que los procesos de recolección y secado, son fundamentales en la calidad final en taza. Aunque esto es conocido ampliamente por los expertos cafeteros, no permea a los productores, quienes realizan las actividades iniciales y más importantes de la cadena productiva. Una mayor capacitación, unida a la introducción de tecnología adecuada que permita llevar la producción de cafés colombianos especiales a otro nivel, es imperativa en la perspectiva de crecimiento de la cadena.

Una infraestructura de la calidad con cimientos institucionales sólidos en el sector cafetero cobra relevancia en todos los eslabones de la cadena, dado que de ello dependen aspectos como la competitividad, la protección al consumidor, la responsabilidad social ambiental y el comercio justo, entre otros. Así las cosas, el capítulo incluye las principales necesidades en términos metrológicos, derivadas de las consultas realizadas a los expertos del sector.

Para finalizar, en términos de desarrollo y perspectivas, el sector cafetero debe fortalecer la producción de cafés especiales de calidad, dado que los mismos generan ventaja competitiva y competitividad en los mercados internacionales. Así mismo, el mercado cafetero colombiano debe impulsar la producción de las variedades producidas, a través de una estrategia comercial agresiva y sustentada en una infraestructura de la calidad adecuada.

Referencias

- Banco Mundial (2012). *Desarrollando el Potencial Exportador de América: Liberando el potencial a nivel sectorial, Análisis de cadenas de valor*.
- Cárdenas Garzón, R. C. y Ortiz Prieto, J. E. (2014). *Manejo integrado del recurso agua en el beneficio húmedo del café, para la Asociación de Productores de Café "Acafeto" en el municipio de Fresno, departamento del Tolima*.
- Cenicafé (2015). *Beneficio del Café I: Despulpado, remoción del mucílago y lavado*. Cenicafé, Avances Técnicos. Cartilla 20. Recuperado el

- 14 de diciembre de 2015 de <http://www.jotagallo.com/agricola/assets/cenicafe-avance-tecnico-cartilla-cafetera-20.pdf>
- Cooperación Alemana al Desarrollo – GIZ (2013). Catálogo de maquinaria para procesamiento de café. Lima: Ilata SAC. Recuperado el 14 de diciembre de 2015 de https://energypedia.info/images/d/d1/Maquinaria_para_Caf%C3%A9.pdf
- Díaz, A. L. y Perdomo, A. M. (2015). Caracterización físico-química y sensorial de dos variedades de café (*Coffea arabica*) del occidente de Honduras. Zamorano, Honduras. Recuperado el 11 de diciembre de 2015 de <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4565/1/AGI-2015-018.pdf>
- Echavarría, J. J. (2014). El mercado de café en Colombia. Paper presented at the Misión estudios competitividad caficultura en Colombia, Universidad del Rosario, Bogotá. Presentation retrieved from <http://www.urosario.edu.co/Home/Principal/Orgullo-Rosarista/Adjuntos/Mision-del-Cafe/El-mercado-de-cafe-en-Colombia-JJose-Echavarría/>
- Espinal, C. F., Martínez, H., & Acevedo, X. (2005) La cadena del café en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Bogotá, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas Colombia.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, F. (2012). Comportamiento de la industria cafetera colombiana 2011: Colombian Coffee Growers Federation.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, F. (2014a). The branches of the FNC. Retrieved 1-10-2014, 2014, de http://www.federacion-decafeteros.org/particulares/en/que_hacemos/representacion_gremial/organos_gremiales_de_la_federacion_de_cafeteros/
- Federación Nacional de Cafeteros. División de Estrategia y Proyectos Especiales de Comercialización. Vademecum del Tostador Colombiano. Recuperado el 14 de diciembre de 2015 de http://www.iue.edu.co/portal/images/negocios_internacionales/cafe/LACALIDADEN-LAINDUSTRIADELCAFE.pdf
- Flores, C. (2012). Validación del sistema de purificación de agua: ósmosis inversa “Milli-RX45” de la empresa Farviobet S.A.. Trabajo de Investigación. Amabto, Ecuador. Recuperado el 10 de diciembre

- de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3066/1/BQ.32.pdf>
- García, R. y Olaya, E. (2006). Caracterización de las cadenas de valor y abastecimiento del sector agroindustrial del café. *Cuadernos de Administración*, 19 (31): 197-217.
- Gutiérrez, J.M., Sanz, J.R., Oliveros, C.E. y Orozco, C.A. (2012). Ventiladores para secadores de café. Fondo Nacional del Café, Cenicafe y Federación Nacional de Cafeteros. Recuperado el 15 de diciembre de 2015 de <http://www.cenicafe.org/es/publications/lib37751.pdf>
- Hellin, J. y Madelon, M. (2006). *Lineamientos análisis de la cadena de valor*. Documento recuperado en agosto de 2015 de [http://www.fao.org/fileadmin/templates/esa/LISFAME/Documents/Ecuador/Guia_Cadena_Valor.pdf]
- Lambert, D. M., García-Dastugue, S. J., & Croxton, K. L. (2005). An evaluation of process-oriented supply chain management frameworks. *Journal of business Logistics*, 26(1), 25-51.
- Marín Ciriaco, G. (2013). *Control de calidad del café. Manual técnico*. – Lima: Equipo técnico del proyecto Fondoempleo. Programa Selva Central –Desco
- Oliveros – Tascón, C., López – Valencia, L., Buitrago, C. y Moreno – Cárdenas, E. (2010). Determinantes del contenido de humedad del café durante el secado en silos. *Cenicafé* 61 (2): 108-118. Recuperado el 10 de diciembre de 2015 de <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/488/1/arc061%2802%29108-118.pdf>
- Oliveros, C., Sanz, J.R., Ramírez, C. y Tibaduiza, C. (2013). ECOMILL. Tecnología de bajo impacto ambiental para el lavado del café. Fondo Nacional del Café, Cenicafe y Federación Nacional de Cafeteros. Avances Técnicos. Recuperado el 15 de diciembre de 2015 de <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/500/1/Avt0432.pdf>
- Orozco, C., Montoya, J. y Montilla, C. (2010). Niveles de contaminación generados por proceso de secado de café y planteamiento de soluciones. *Scientia et Technica* Año XVI, No.44, Universidad Tecnológica de Pereira.
- Otis, J. (2013). COLOMBIA'S BITTER HARVEST. *Latin Trade* (English), 21(2), 20-21.

- Palacios, M. (1980). *Coffee in Colombia, 1850-1970. An economic, social, and political history*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Peñuela, M., A.E.; Sanz U.; J.R.; Pabón U., J.P. (2012). Método para identificar el momento final de la fermentación de mucílago de café. *Cenicafé* 63 (1): 120-131.
- Peñuela, M., A.E.; Sanz U.; J.R.; Pabón U., J.P. (2012). Método Fermaestro: para determinar la finalización de la fermentación del mucílago de café. *Cenicafé Avances Técnicos*: 1-8. Recuperado el 11 de diciembre de 2015 de <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/479/1/avt0431.pdf>
- Physikalisch Technische Bundesanstalt e International Technical Cooperation (2009). *Manual de Metodología Calidena. Análisis participativo calidad y cadenas de valor*. Guide No.5. Alemania.
- Pineda, C., Reyes, C., & Oseguera, F. (2012). *Beneficiado y calidad del café*. Tegucigalpa: Instituto Hondureño del Café.
- Puerta, G. (2003). *Especificaciones de origen y buena calidad del café de Colombia*. (Gerencia Técnica, Programa de Investigación Científica ed.): Cenicafé.
- Puerta, G. (2006). Buenas prácticas agrícolas para el café. *Avances Técnicos* 349 *Cenicafé*. Recuperado el 10 de diciembre de 2015 de <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/359/1/avt0349.pdf>
- Puerta, G. (2008). Riesgos para la calidad y la inocuidad del café en el secado. *Avances Técnicos* 371, *Cenicafé*. Recuperado el 15 de diciembre de 2015 de <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/399/1/avt0371.pdf>
- Puerta, G. (2012). Factores, procesos y controles en la fermentación del café. *Avances Técnicos Cenicafé*, pp. 1-12. Recuperado el 11 de diciembre de 2015 de <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/327/1/avt0422.pdf>
- Puerta, G. (2015). La inocuidad y la calidad del café requiere de agua potable para su beneficio y preparación de la bebida. *Cenicafé Informe Técnico*, pp. 3. Recuperado el 10 de diciembre de 2015 de <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/599/1/38912.pdf>
- Sanchez Navarro, D., Lis-Gutiérrez, J. P., Campo Robledo, J. A., & Herrera Saavedra, J. P. (2014). *Estudio Sobre El Funcionamiento Del Sistema De Metrología Legal En Colombia* (Study About the Functioning

of Legal Metrological System in Colombia). *Available at SSRN 2545557*.

Sanz-Uribe, J.R., Oliveros-Tascó, C.E., Ramírez – Gómez, C.A. y Londoño- González, M.T. (2011). Sistema de malacate y vagón para transporte de café en cereza en condiciones de alta pendiente. *Revista Cenicafé* 62(2): 100-110.

Velasco, D. C. (2015). Innovation systems in developing countries: A top-down and bottom-up approach to studying the Colombian System of Innovation and the coffee, flower and sugarcane production chains. (Doctor of Philosophy), University of Edinburgh, Edinburgh.

Vianchá, Z. (2014). Modelos y configuraciones de cadenas de suministro en productos percederos. *Ingeniería y Desarrollo*, Volumen 32, número 1.

Cibergrafía

<https://www.anacafe.org>

<https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/8Capitulo6.pdf>

<http://www.iagua.es/blogs/beatriz-gil/biotecnologia-ambiental-y-tratamiento-de-aguas>

http://www.forumdelcafe.com/pdf/F-47_Tueste.pdf

Anexos

Figura 1A. Detalles de las etapas de transformación de la cadena de valor del café

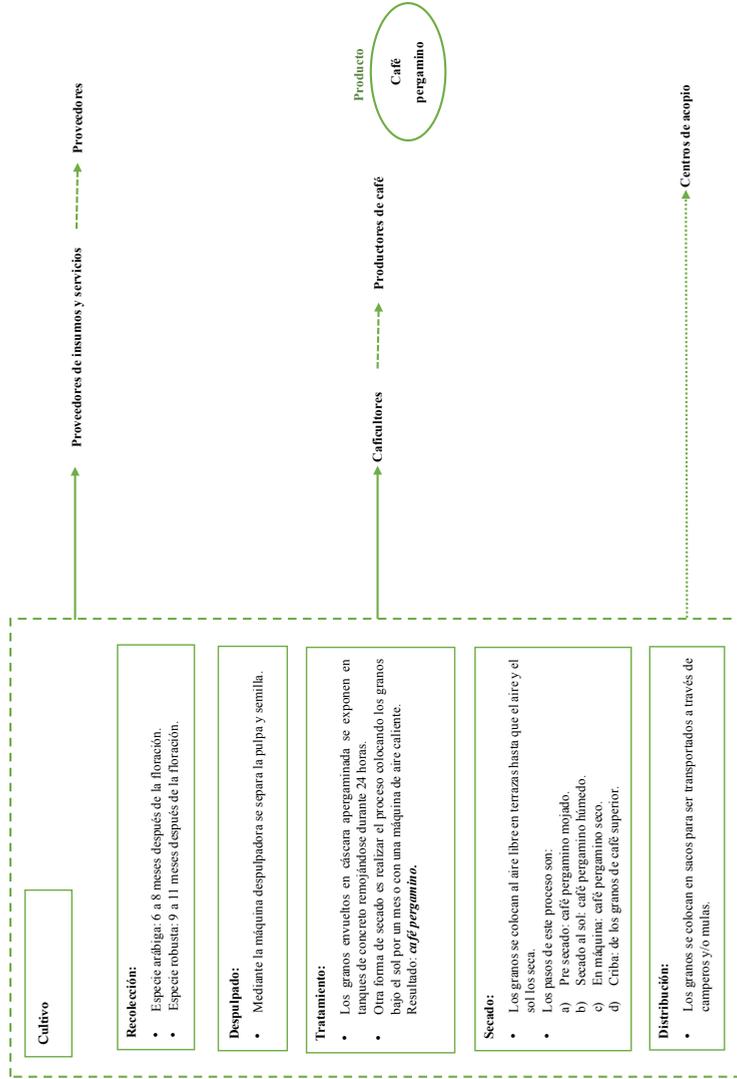
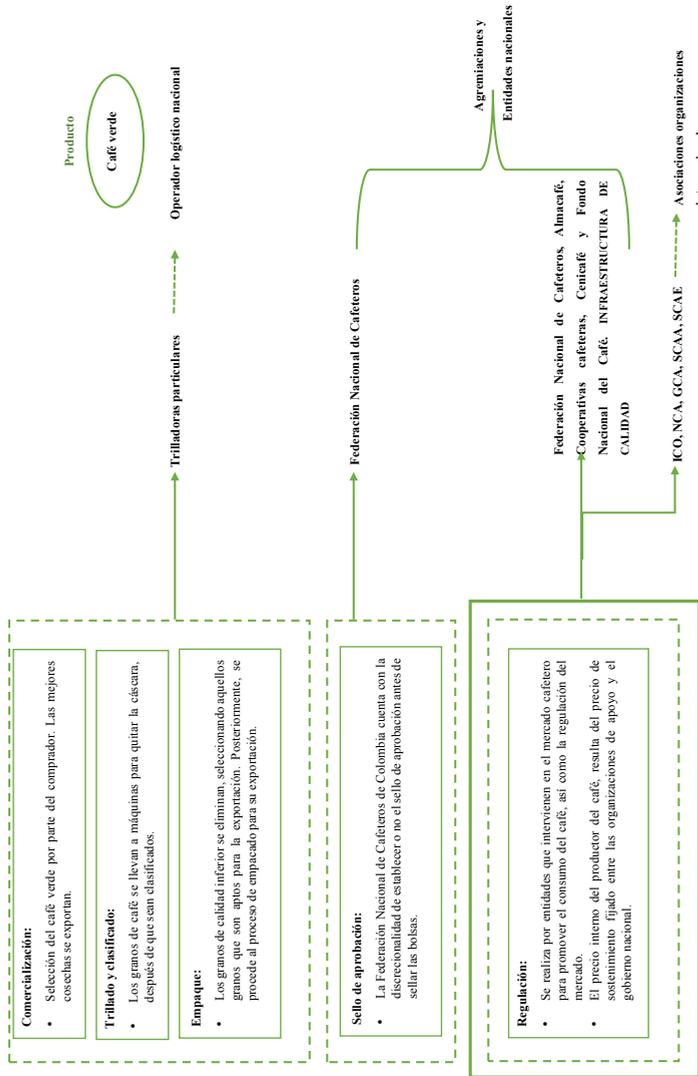
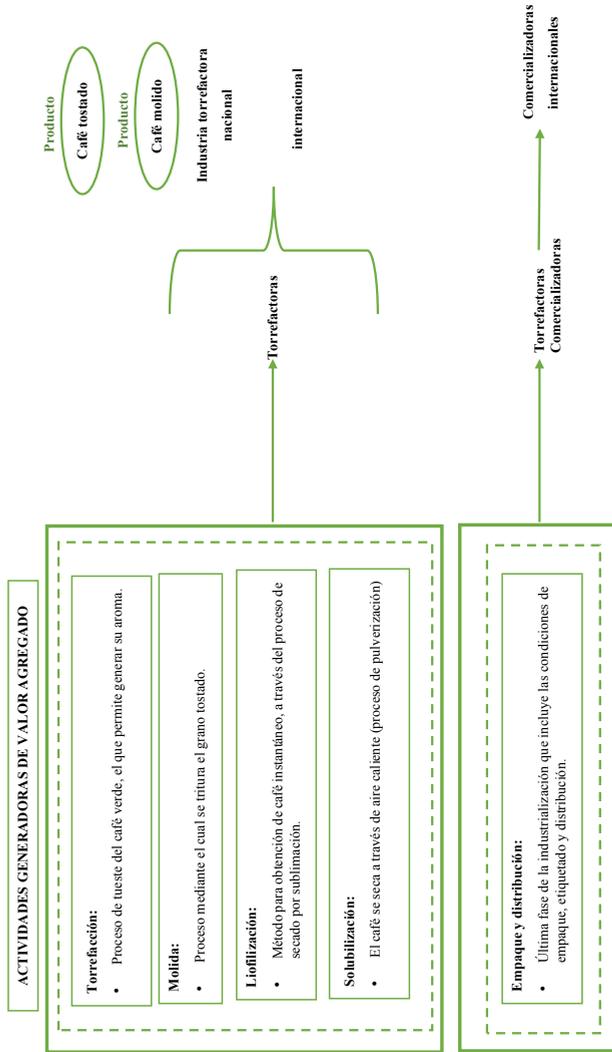


Figura 1A (continuación). Detalles de las etapas de transformación de la cadena de valor del café



Continúa

Figura 1A (continuación). Detalles de las etapas de transformación de la cadena de valor del café



Fuente: Este diagrama fue elaborado con base en el documento de García y Olaya (2006)

Figura 2A. Entes regulatorios y no regulatorios de la cadena de abastecimiento local del café



Fuente: Elaboración OCyT (2015)

Tabla 1A. Variación del pH del mucílago a través del tiempo de fermentación en sistemas abiertos, sólidos y sumergidos con 30% y 50% de agua, según la temperatura de proceso y la clasificación de café en baba¹⁰

Tiempo de fermentación en horas	Sistema de fermentación							
	Sin agua	30% agua	50% agua	Sin agua	30% agua	50% agua	Sin agua	50% agua
	Clasificado por zaranda			Clasificado por sifón y zaranda				
	22 a 25° C			22 a 25° C			17 a 19° C	
0	5,00	5,23	5,43	5,36	5,41	5,81	5,58	5,66
12	4,07	4,42	4,49	3,92	4,39	4,68	4,52	4,65
14	3,95	4,30	4,37	3,76	4,29	4,54	4,39	4,53
16	3,85	4,18	4,27	3,64	4,20	4,40	4,28	4,42
18	3,76	4,06	4,19	3,54	4,13	4,28	4,19	4,31
20	3,68	3,95	4,11	3,47	4,07	4,17	4,11	4,22
22	3,62	3,84	4,05	3,44	4,04	4,07	4,04	4,15
24	3,56	3,74	4,00	3,43	4,02	3,99	4,00	4,08
26	3,52	3,63	3,97	3,45	4,02	3,91	3,96	4,03
28	3,49	3,53	3,94	3,50	4,04	3,85	3,94	3,99
30	3,48	3,44	3,93	3,58	4,07	3,80	3,94	3,96

Fuente: Tomado de Puerta, G. (2012). Factores, procesos y controles en la fermentación del café. Avances Técnicos Cenicafe, pp. 1-12. Recuperado el 11 de diciembre de 2015 de <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/327/1/avt0422.pdf>

¹⁰ Los granos de café en baba son aquellos que contienen cantidades variables de mucílago y su calidad depende de la frescura y los controles en el beneficio y despulpado.

Capítulo 4

El sector cosmético en Colombia: Perspectivas y necesidades metroológicas

Henry Alfonso Mora*
Sandra Zárate**

Resumen

El sector de cosméticos en Colombia tiene grandes oportunidades de ser competitivo a nivel internacional, dada la riqueza del país en términos de biodiversidad, el clima favorable de negocios, los acuerdos comerciales (como la Alianza del Pacífico), la creación de entidades para el fortalecimiento de la calidad, la innovación y el valor agregado en los productos, el crecimiento acelerado del mercado regional, los avances en legislaciones y normativas sanitarias locales y andinas y la localización estratégica para el comercio internacional, aspectos que evidencian posibilidades significativas para posicionar y consolidar esta industria como un sector estratégico para el país. En esta industria, participan diferentes actores: productores primarios, proveedores de insumos, productores, comercializadores e instituciones de apoyo, tales como universidades, centros de investigación, ministerios, laboratorios y entidades que brindan sustento al sector empresarial. Cada uno de ellos con diferentes capacidades y servicios para el sector.

En términos de innovación, las empresas del sector cosmético tienden a realizar mejoras menores e innovaciones incrementales, basadas en la

* Email: hmora@ocyt.org.co

** Email: szarate@ocyt.org.co

imitación de productos ya existentes, por lo que no representan una novedad para los mercados internacionales. Esto refleja qué capacidades se deben desarrollar para aprovechar el potencial existente, así como los servicios metroológicos que deben ser ofertados principalmente por los laboratorios que atienden las demandas del sector empresarial a nivel nacional, todo esto con miras a posicionar las empresas del sector como un referente de productividad e innovación en la región.

Palabras claves: cosméticos, innovación, necesidades metroológicas, normativas

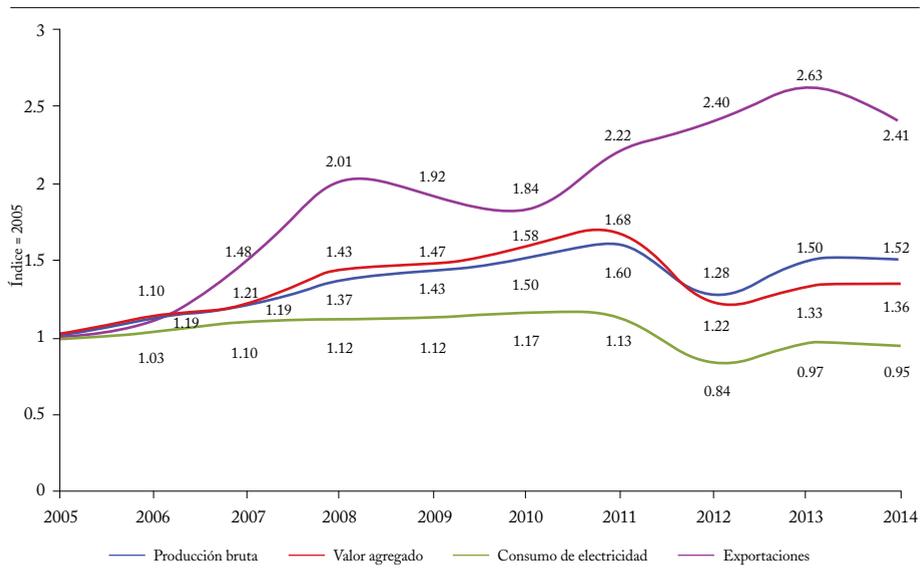
1. Introducción

En la implementación de una estrategia de desarrollo sostenible y con visión de largo plazo, en el país se han priorizado algunos sectores que, debido a su dinámica y a las capacidades nacionales, podrían ser líderes en el desarrollo empresarial. La identificación de estos sectores se hace considerando elementos tales como el crecimiento de las exportaciones, el potencial de generación de empleo y la posibilidad de constituir ventajas competitivas basadas en la innovación y el cambio tecnológico. Entre estos sectores se encuentra el sector de cosméticos y productos de aseo, el cual desde el 2009 viene siendo uno de los sectores objeto del programa de transformación productiva (PTP) que se ha implementado en el país.

El sector de cosméticos en Colombia se conforma de dos segmentos: 1) maquillaje, color y tratamiento, que incluye productos para el cabello y maquillaje, y 2) aseo personal, que comprende fragancias, productos para la higiene oral, cremas, desodorantes, productos para afeitar y depilatorios, productos para el baño y la ducha, y productos para el cuidado de bebés. Sin embargo, bajo el análisis de industria se agrupa junto con el subsector de aseo. En 2013 la industria cosmética y de aseo ocupaba el noveno lugar de participación en la producción bruta de la industria nacional y era responsable del 2% del total de las exportaciones nacionales, que representaban el 9% de las exportaciones de manufacturas del país (Cámara de la Industria Cosmética y de Aseo -ANDI-, 2013a). La Figura 1 muestra las tendencias de los indicadores de actividad de este sector. Allí se evidencia el crecimiento de esta industria en los últimos años, especialmente en las exportaciones, desde una perspectiva de la sustentabilidad, al disminuir su

consumo eléctrico y lograr un crecimiento en su producción y valor agregado, lo que demuestra la alta productividad y competitividad del sector.

Figura 1. Tendencias de los indicadores de actividad del sector cosméticos y productos de aseo en Colombia



Fuente: Basado en la encuesta anual de manufactura del DANE

La producción de cosméticos y productos de aseo en el país requiere que este sector se transforme en un sistema productivo de talla mundial. Para ello, se debe asegurar que toda la infraestructura nacional de calidad provea los servicios necesarios para su desarrollo, lo cual garantiza y confirma la fiabilidad de los productos, así como su aceptación y competitividad en mercados internacionales. Las anteriores necesidades se han convertido en los objetivos de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia, que se gestionan a través de la Cámara de la Industria Cosmética y de Aseo.

De acuerdo con la Cámara de la Industria Cosmética y de Aseo, las dinámicas que han impulsado el crecimiento del sector en Colombia han sido la riqueza del país en términos de biodiversidad, el clima favorable de negocios, los acuerdos comerciales (como la Alianza del Pacífico), la creación de entidades para el fortalecimiento de la calidad, la innovación y el valor agregado en los productos, el crecimiento acelerado del mercado regional, los avances en legislaciones y normativas sanitarias locales y

andinas y la localización estratégica para el comercio internacional (Cámara de la Industria Cosmética y de Aseo -ANDI-, 2013a).

Además de reconocer el potencial que tiene el país en relación con esta industria, es importante analizar los diferentes actores que influyen en su cadena de valor, las capacidades que existen y también las necesidades y oportunidades que se deben aprovechar para ser más competitivos. Con base en esto, se presenta en este capítulo una descripción de la cadena de valor del sector cosmético, un análisis de las capacidades de ciencia, tecnología e innovación disponibles, la normativa que rige el sector, así como sus principales necesidades metroológicas y tendencias de desarrollo e innovación. En la última parte, se exponen las conclusiones a las que se ha llegado en este estudio.

2. Descripción de la Cadena de Valor del Sector Cosmético

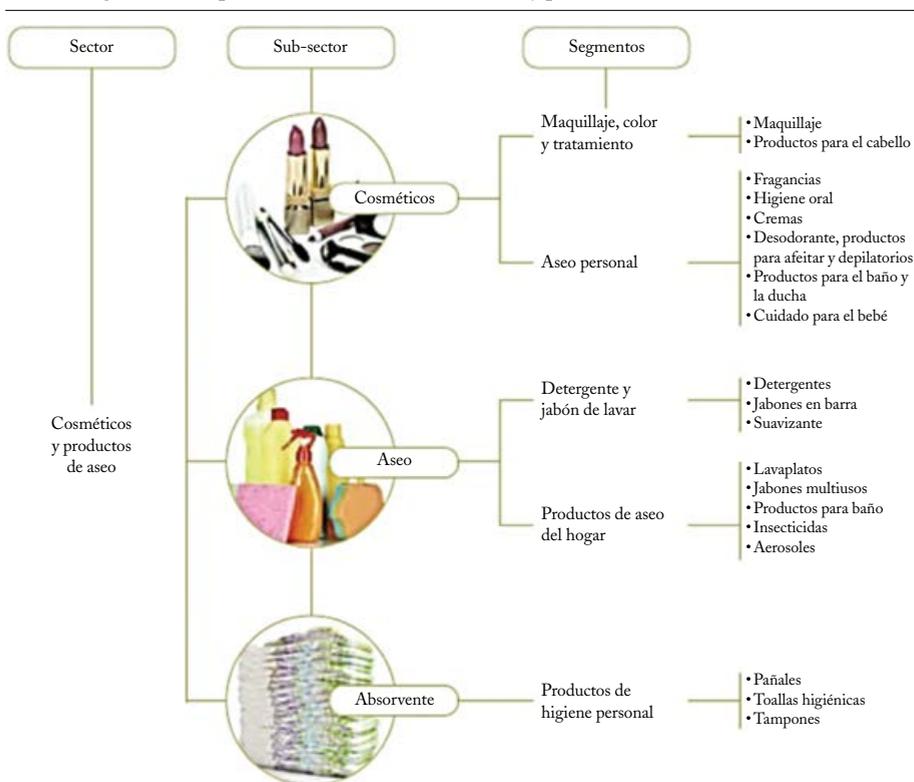
En Colombia, la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI), considera al sector cosméticos como parte de la industria cosmética y de aseo. Esta industria se conforma por los subsectores de cosméticos, aseo y absorbentes. En la Figura 2 se representa la composición de la industria (Cámara de la Industria Cosmética y de Aseo -ANDI-, 2013a).

Bajo el concepto de cadena de valor, para el sector cosmético se identifica la participación de los siguientes actores (ver Figura 3):

- Proveedores: de insumos naturales y orgánicos, de insumos tradicionales, de empaques y envases, de servicios como maquila, transporte, logística, publicidad, material Point of Purchase (POP).
- Productores primarios: como agricultores y laboratorios. Insumos de las industrias petroquímica, química básica y la asociada a la cadena de las oleoginosas, aceites y grasas.
- Autoridades ambientales: alcaldías locales, Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA), Secretarías de medio ambiente, Ministerio de Medio Ambiente, Corporaciones Autónomas Regionales (CARs), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).
- Centros educativos y de investigación.
- Empresas productoras: mipymes, grandes empresas, multinacionales, laboratorios.

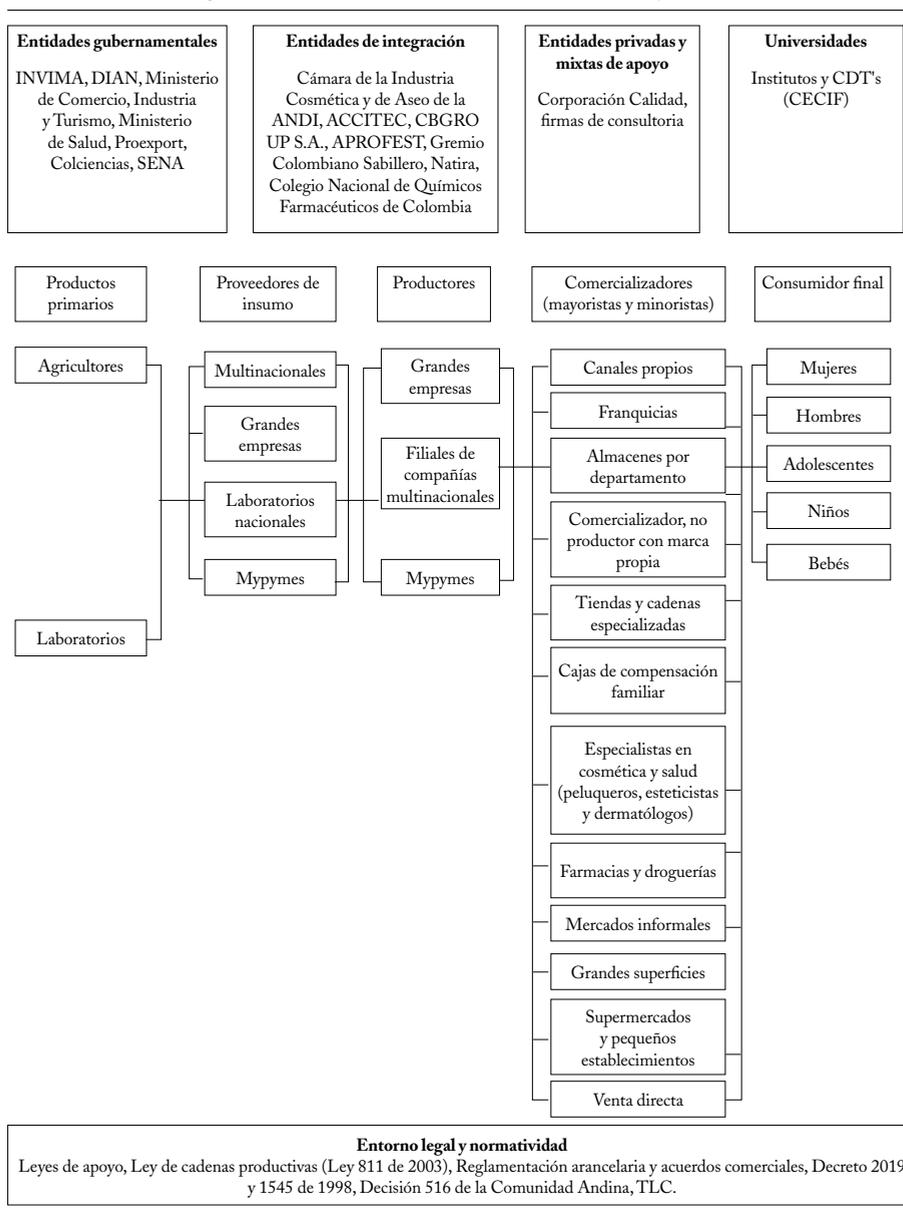
- Comercializadores/Clientes: supermercados, grandes superficies, mercados informales, farmacias y droguerías, especialistas de estética y salud (como peluqueros, esteticistas, dermatólogos), cajas de compensación familiar, tiendas y cadenas especializadas, comercializadores con marca propia, almacenes por departamento, franquicias, canales propios, venta directa.
- Consumidores: mujeres, hombres, adolescentes, niños, bebés.
- Entidades de apoyo al sector: Bancóldex, Sena, ProColombia, Colciencias, Innpulsa, INVIMA, Programa de Transformación Productiva (PTP).

Figura 2. Composición del sector de cosméticos y productos de aseo en Colombia



Fuente: Tomado de Cámara de la Industria Cosmética y de Aseo -ANDI- (2013b)

Figura 3. Cadena de valor del sector de cosméticos y de aseo



Fuente: Tomado de Cámara de la Industria Cosmética y de Aseo -ANDI- (2013b)

Respecto a los productos, el sector fabrica productos de consumo masivo para la familia y para cada uno de sus miembros, y otros que complementan

las expectativas de las personas frente a su cuidado personal. De acuerdo con la Cámara de la Industria Cosmética y de Aseo de la ANDI, las principales categorías de productos del subsector cosméticos son: franquicias, cuidado capilar, cuidado de la piel, cuidado oral, maquillaje, productos para hombre, desodorantes, baño y ducha, productos para bebés y niños, protección solar y depilatorios.

Por otra parte, las empresas del sector son de características muy diferentes, están las de tamaño pequeño y producción artesanal y las grandes empresas con tecnologías más avanzadas en sus procesos productivos. De acuerdo con el portal de Sectorial (2015), en el país había alrededor de 300 empresas en el subsector cosméticos; sin embargo, a partir de las Encuestas Anuales de Manufactura (EAM) de Colombia y las Encuestas de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT), para el periodo 2008-2012 se registró un total de 484 empresas. De estas empresas, 291 (60%) tenían menos de 50 empleados y eran consideradas pequeñas, 100 (21%) empresas se clasificaron como medianas y el 19% restante (93 empresas) correspondía a la categoría de grandes empresas.

A nivel mundial la oferta del sector está concentrada en grandes empresas, que tienen sus matrices en mercados principales como los de Estados Unidos, Europa Occidental y algunas zonas de Asia y América Latina. En Colombia algunas de esas grandes empresas han establecido sus centros de producción dentro del país y otras, solamente sus distribuidoras. Para el año 2013 las empresas extranjeras representaban el 61% de las ventas en el mercado nacional, mientras que el restante 39% correspondía a las ventas de productos fabricados por empresas nacionales, aproximadamente 141 empresas. Las 10 empresas principales del subsector cosméticos eran: Corporación Belcorp, Colgate-Palmolive, Avalon Products, Procter & Gamble, Grupo Unique-Yambal, Grupo Unilever, Johnson & Johnson, Grupo L'Oréal, Henkel AG & Co KGaA y Natura Cosméticos (Cámara de la Industria Cosmética y de Aseo -ANDI-, 2013a).

Para 2013 la industria cosmética y de aseo ocupaba el noveno lugar de participación en la producción bruta de la industria nacional, el séptimo puesto tanto en ventas totales de la industria nacional como en sectores con mayor generación de empleo, más de 32.292 empleos directos. Así mismo, el sector era responsable del 2% del total de las exportaciones nacionales,

que representaban el 9% de las exportaciones de manufacturas del país (Cámara de la Industria Cosmética y de Aseo -ANDI-, 2013a).

La industria de cosméticos y productos de aseo desde el año 2009 viene siendo uno de los sectores objeto del Programa de Transformación Productiva que se ha implementado en el país. Los datos de la Cámara de Comercio de la ANDI muestran que este sector ha venido creciendo, un 8,5% anual, y su participación en el PIB se ha incrementado, alrededor de 9,9% desde el año 2000. Este crecimiento, junto con las oportunidades que promete la elaboración de cosméticos a partir de ingredientes naturales, exóticos, únicos en el mundo y producto de la alta biodiversidad que existe en el país, ha llamado la atención sobre las potencialidades que ofrece el sector si en su desarrollo se articulan cambios tecnológicos y un mayor compromiso con la investigación para, a partir de esta, lograr innovaciones de producto y diferenciar los productos colombianos en mercados globales.

De acuerdo con ProColombia (2016b), en Latinoamérica el quinto mercado más grande de cosméticos y artículos de aseo es Colombia; las ventas del sector crecieron a una tasa anual de 7% entre 2009 y 2015, y se espera que a 2019 alcance un crecimiento promedio anual de 4% frente a 2015. En los últimos 4 años, la dinámica de exportación de cosméticos ha sido positiva, con un crecimiento promedio anual del 6,9% desde 2010; estas exportaciones representan el 10,5% de las exportaciones totales de América Latina y el Caribe. Para el año 2014, los principales destinos de las exportaciones del sector fueron Ecuador, Venezuela, México, Panamá y Chile. De otro lado, el consumo per cápita de productos de cosméticos del país alcanzó los US\$ 79,8, lo que representa un tercio del consumo de países como Estados Unidos y Francia. Particularmente, el consumo por parte de hombres y adolescentes viene creciendo, se espera que para el 2016 este grupo de consumidores representen el 22% del total.

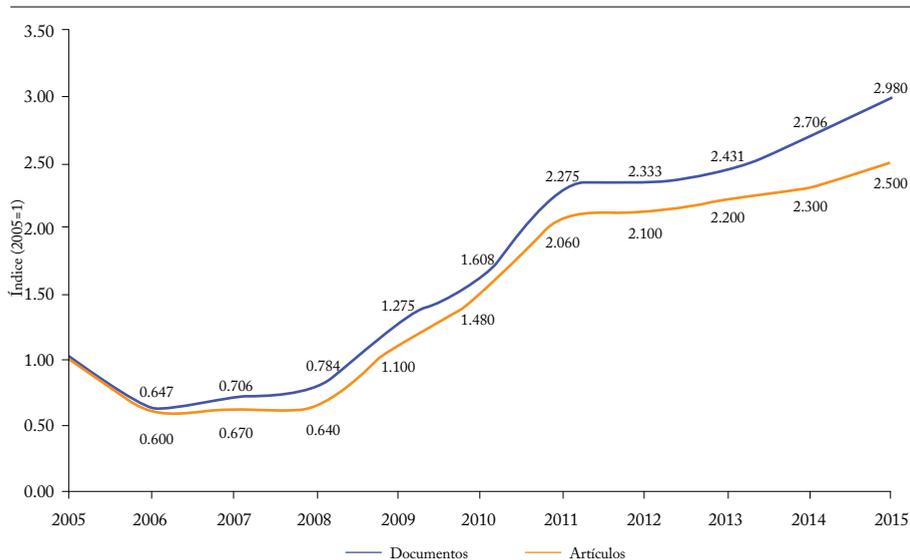
El Gobierno colombiano ha realizado esfuerzos significativos por dinamizar el sector y aprovechar las oportunidades de crecimiento, entre ellos se destacan el acuerdo de cooperación que firmó en el año 2014 con la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI) y el Gobierno de Suiza, con el propósito de mejorar la calidad del sector e impulsar su competitividad. Así como el trabajo que se viene desarrollando desde el 2009, a través del Programa de Transformación Productiva del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, el cual tiene

como propósito que para el 2032 “...el país sea reconocido como un líder mundial en la producción y exportación de cosméticos, productos de aseo del hogar y absorbentes de alta calidad con base en ingredientes naturales.” (Sectorial, 2015).

3. Análisis de las capacidades en ciencia y tecnología del sector cosmético

La investigación en el sector cosmético colombiano ha venido incrementando en los últimos años. Este aumento se ve reflejado en la producción de documentos técnicos y científicos, 3 veces la del año 2005, y de artículos, 2.5 veces, como se muestra en la Figura 4. Así mismo, gran parte de esta producción se ha realizado en colaboración con entidades internacionales, lo cual equivale al 17% del total de documentos producidos en estos 10 años. Las publicaciones se han realizado en revistas especializadas en el tema, como son el *International Journal of Cosmetic Science*, *Industrial Crops and Products* y la *Revista COSSMA*. Las principales instituciones nacionales que han generado esta producción están afiliadas a la Universidad de Antioquia, la Universidad de Nariño y la Universidad Nacional.

Figura 4. Tendencia de los productos resultados de investigación en el sector cosmético de Colombia, 2005-2014

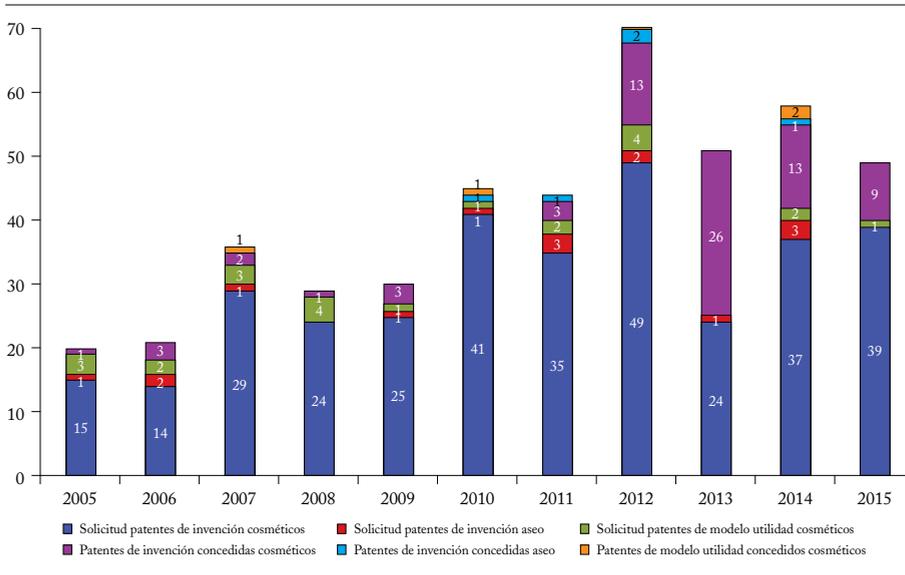


Fuente: Elaboración propia a partir de consultas en WoS y Scopus

Estos resultados evidencian que en el país se visualiza el sector cosmético con un alto potencial para realizar investigaciones de punta, que pueden fortalecerlo y generar un elemento diferenciador a nivel internacional.

A partir de la información de la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), respecto a la solicitud y otorgamiento de patentes y modelos de utilidad en el sector cosmético (consultado en la sección A61-K, A61-Q, A61-P, A45D y C11D), se evidencia que entre el año 2005 y 2015 se ha mantenido una tendencia similar (ver Figura 5), la cual indica que durante todo el período se solicitaron 347 patentes (332 de invención y 15 de modelos de utilidad) y se otorgaron sólo 79 de ellas (74 de invención y 5 de modelos de utilidad). Estas cifras reflejan que existe un interés por desarrollar nuevas invenciones en el país; sin embargo ese interés resulta limitado en comparación con otros países de la región (como Brasil y Perú). Además, en muchos casos, otros países también han utilizado las patentes colombianas para producir los productos cosméticos en sus territorios (Hogervorst y Knippels, 2010). Todos estos elementos demuestran el gran potencial que tiene el sector cosmético colombiano, desde la perspectiva de la investigación y generación de nuevos productos y a partir de

Figura 5. Tendencia de las patentes y modelos de utilidad en el sector cosmético de Colombia, 2005-2014



Fuente: Elaboración propia a partir de consultas en la Superintendencia de Industria y Comercio

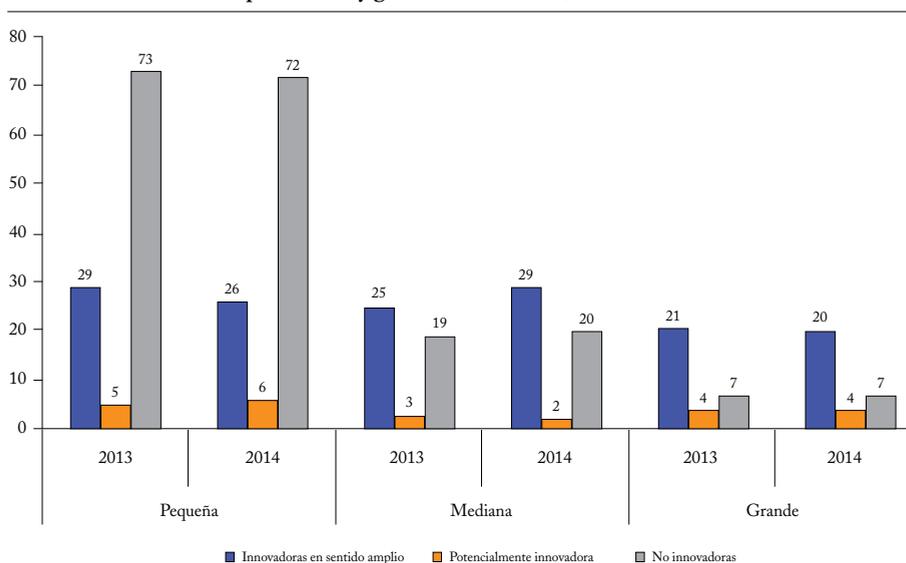
las exigencias del cliente, especialmente por productos con ingredientes naturales, aspecto en el cual el país evidencia enormes posibilidades.

Las capacidades de innovación a partir de las últimas Encuestas de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) realizadas por el DANE, evidencian, por parte de las empresas del sector, inversiones en actividades conducentes a la innovación de alrededor de los cien mil millones de pesos por año para el 2013 y 2014, donde más del 80% se destina a la adquisición de maquinaria y equipo, seguido de transferencia tecnológica y mercadotecnia.

Entre el año 2013 y 2014 el sector registra 282 innovaciones, donde el 49.3% corresponden a bienes o servicios significativamente mejorados por la empresa (ya existían en el mercado nacional y/o en el internacional), seguido por el 45.7% a bienes o servicios nuevos únicamente para la empresa (ya existían en el mercado nacional y/o en el internacional). En el sector no se evidencian innovaciones en sentido estricto, predominan las no innovadoras en la pequeña empresa, mientras que en la mediana y gran empresa predominan las innovadoras en sentido amplio (Figura 6). Durante este período la encuesta reporta 23 certificaciones de proceso y 6 de producto.

Las empresas del sector cosmético consideran que los principales impactos de la innovación se dan en mejoras en la calidad y la ampliación de la gama de bienes y servicios, lo cual permite mantener la participación en el mercado e ingresar a nuevos mercados, aumentar la productividad y mejorar el cumplimiento de regulaciones, normas y reglamentos técnicos, incluidas temáticas ambientales y de seguridad industrial. Así mismo, los principales obstáculos para la innovación son la facilidad de imitación por terceros, la incertidumbre frente a la demanda de bienes y servicios innovadores, así como en relación con el éxito en la ejecución técnica del proyecto y la escasez de recursos propios. Estos elementos evidencian la necesidad de seguir fortaleciendo la innovación en este sector, especialmente en las pequeñas industrias, y la importancia de realizar innovaciones en sentido estricto.

Figura 6. Distribución de empresas del sector cosméticos por tamaño y grado de innovación, 2013-2014



Fuente: Basado en Dane, EDIT VII

4. Normativa del sector Cosmético

Las distintas normativas y reglamentos técnicos relacionados con el sector cosméticos han estado orientados hacia la integridad y la seguridad física de las personas. La incorporación de nuevos ingredientes en este tipo de productos y la articulación creciente de nanomateriales en el producto final han generado distintos debates y revisiones a las normativas vigentes para el sector. Hasta la llamada revolución de “la nanociencia y la nanotecnología”, la mayoría de las normativas encontradas se enfocaban en la línea fina entre los procesos de normalización de medicamentos y cosméticos.

En general, en la mayoría de los países, la normativa que regula la producción y distribución de productos cosméticos se ha limitado a requerir un listado completo de los ingredientes contenidos en el producto y a la realización de pruebas y ensayos para identificar y determinar los posibles efectos de los productos, entre otros.

Las regulaciones de los Estados Unidos, la Unión Europea y Japón tienen en cuenta elementos de clasificación, etiquetado y empaquetado de sustancias y mezclas. La clasificación es uno de los elementos en que las legislaciones ofrecen un mayor detalle, esto con el propósito de procurar

una distinción transparente entre los cosméticos y productos de aseo de tipo tópico y de aplicación superficial, los cosmeceúticos (concepto utilizado para hacer referencia al uso de sustancias ingeribles que pueden tener efectos en el aspecto facial y superficial) y los productos farmacéuticos y drogas médicas (Mildau & Huber, 2010; European Union, 2009; Liang & Hartman, 1999).

En estas legislaciones, los productos deben pasar por una prueba de clasificación de peligros de la salud en donde coinciden las siguientes recomendaciones en cuanto al posible peligro del producto: toxicidad aguda oral, toxicidad aguda dermatológica, toxicidad aguda por inhalación, exposición única a toxicidad específica en determinados órganos, exposición repetida a toxicidad específica en determinados órganos, peligro de aspiración, irritación o corrosión de la piel, irritación o daño ocular, sensibilización respiratoria, sensibilización dermatológica, cancerígeno, mutagenicidad en células germinales, toxicidad reproductiva y contraindicaciones en lactancia (De Groot, Brekelmans, Herremans, & Meulenbelt, 2010).

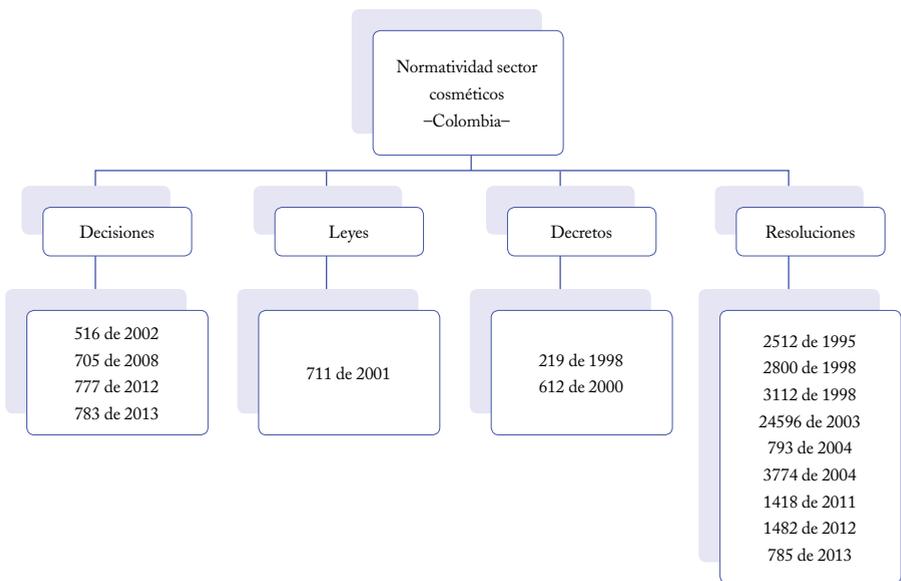
En el caso de Europa, por ejemplo, desde 2009, el Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea publicaron el Reglamento 1223 de 2009, donde se "...establecen las normas que deben cumplir todos los productos cosméticos comercializados, con el objeto de velar por el funcionamiento del mercado interior y lograr un elevado nivel de protección de la salud humana". De acuerdo con el documento, un producto cosmético es "toda sustancia o mezcla destinada a ser puesta en contacto con las partes superficiales del cuerpo humano (epidermis, sistema piloso y capilar, uñas, labios y órganos genitales externos) o con los dientes y las mucosas bucales, con el fin exclusivo o principal de limpiarlos, perfumarlos, modificar su aspecto, protegerlos, mantenerlos en buen estado o corregir los olores corporales". Así mismo, para su comercialización, garantizando que sean seguros para la salud humana, los productos deben tener etiqueta, instrucciones de uso y eliminación, y una persona física o jurídica responsable de su distribución, comercialización, exportación o importación (Gobierno de España, 2016).

En este mismo reglamento se establece toda la información que se debe consignar sobre el producto a comercializar; además se hace referencia a las evaluaciones de seguridad que se deben practicar, los datos que deben incluirse en la descripción del producto, los métodos de fabricación y los experimentos en animales que se hayan realizado para pruebas, entre

otros aspectos. También se determinan los requisitos y los procedimientos a cumplir para la introducción del producto en el mercado, y las restricciones para ciertas sustancias catalogadas como prohibidas, en el mismo documento se enlistan las sustancias prohibidas y las que solo se pueden agregar al producto bajo ciertas restricciones (Gobierno de España, 2016).

Para el caso de Colombia, en la Figura 7 se presenta un resumen de la normatividad que aplica para el sector de cosméticos, entendiendo el producto cosmético como “...toda sustancia o formulación de aplicación local a ser usada en las diversas partes superficiales del cuerpo humano: epidermis, sistema piloso y capilar, uñas, labios y órganos genitales externos o en los dientes y las mucosas bucales, con el fin de limpiarlos, perfumarlos, modificar su aspecto y protegerlos o mantenerlos en buen estado y prevenir o corregir los olores corporales” (Ministerio de Salud de Colombia, 1998a).

Figura 7. Normatividad para el sector cosméticos en Colombia



Fuente: Elaboración propia (2016)

En Colombia, a partir de la Resolución 2511 de 1995 se adopta el Manual de normas técnicas de calidad: guía técnica de análisis expedido por el Instituto Nacional de Salud, para efectos del control de calidad de los medicamentos, materiales médico-quirúrgico, cosméticos y productos

varios (Ministerio de Salud de Colombia, 1995a); y a partir de la Resolución 2512 de 1995 se adopta el manual de Buenas Prácticas de Manufactura Cosmética (BPMC), versión 1995 (Ministerio de Salud de Colombia, 1995b). Posteriormente, con la Resolución 3112 de 1998 se adopta la nueva versión del manual de BPMC (Ministerio de Salud de Colombia, 1998b), y con la Resolución 3373 de 2004 se adopta la Guía de Capacidad para la Fabricación de Productos Cosméticos (Ministerio de la Protección Social de Colombia, 2004a). En ese mismo año, a partir de la Resolución 3374 de 2004 se adoptan la Norma Técnica Armonizada de BPMC junto con la Guía de Verificación de BPMC (Ministerio de la Protección Social de Colombia, 2004b).

Posteriormente, a partir del Decreto 219 de 1998 se “...regulan los regímenes sanitarios, de control de calidad y vigilancia sanitaria en lo relacionado con la producción, procesamiento envase, expendio, importación, exportación y comercialización de productos cosméticos”. Allí se especifica que todos los establecimientos fabricantes de los productos cosméticos deberán cumplir con las BPMC vigentes, que indique el Ministerio de Salud, o de lo contrario tendrán que acatar las sanciones contempladas en la ley. También, se señala que el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) será el encargado de expedir el certificado de capacidad de producción, a partir del cual se “...consta el cumplimiento de las condiciones técnicas, locativas, higiénicas, sanitarias, de dotación y de recursos humanos por parte del establecimiento fabricante de productos cosméticos que garantizan su buen funcionamiento, así como la capacidad técnica y la calidad de los productos que allí se elaboran”, y de expedir el certificado de cumplimiento de BPMC, que tendrá una vigencia de 5 años, a partir de su fecha de expedición (Ministerio de Salud de Colombia, 1998a).

El INVIMA, a través del registro sanitario, autoriza previamente a una persona natural o jurídica para producir, comercializar, importar, exportar, envasar, procesar y/o expender un producto cosmético. Para los efectos de este Decreto 219 de 1998 (Ministerio de Salud de Colombia, 1998a), se consideran productos cosméticos, los siguientes:

- Cosméticos para niños
- Cosméticos para el área de los ojos

- Cosméticos para la piel
- Cosméticos para los labios
- Cosméticos para el aseo e higiene corporal
- Desodorantes y antitranspirantes
- Cosméticos capilares
- Cosméticos para las uñas
- Cosméticos de perfumería
- Productos para higiene bucal y dental
- Productos para y después del afeitado
- Productos para el bronceado, protección solar y autobronceadores
- Depilatorios
- Productos para el blanqueo de la piel

De acuerdo con el Decreto 219 de 1998 (Ministerio de Salud de Colombia, 1998a), para la solicitud del registro sanitario los interesados deben adjuntar tanto la información general¹ como técnica² del producto. El Decreto también indica los trámites que se deben seguir para la solicitud y obtención del registro sanitario; así como las características que deben tener los productos respecto a sus envases y empaques, y las denominaciones y la publicidad que pueden manejar para tales productos. También el INVIMA es el encargado en Colombia de realizar el control de calidad sobre los productos cosméticos. Respecto al control y la vigilancia sanitaria, el INVIMA, las Direcciones Seccionales, Distritales o Locales de Salud o las entidades que hagan sus veces, previa delegación por el INVIMA,

¹ La información general que se debe suministrar es: nombre del producto o grupo cosmético, para el cual se solicita el registro sanitario; forma cosmética; nombre o razón social y dirección del fabricante o del responsable de la comercialización del producto cosmético, establecido en Colombia.

² La información técnica que se debe suministrar es: la descripción del producto con la indicación de su fórmula cualitativa; nomenclatura internacional o genérica de los ingredientes; protocolos de análisis o especificaciones organolépticas y fisicoquímicas del producto terminado y microbiológicas, de acuerdo con la naturaleza del producto (cuando sea del caso); certificación del cumplimiento de las normas de Buenas Prácticas de Manufactura Cosmética vigentes, expedida por el INVIMA, en la cual conste que se cumple con las Buenas Prácticas de Manufactura Cosmética vigentes o están implementándolas, o Certificación de Capacidad cuando estén implementándolas de acuerdo con el presente Decreto; justificación de las bondades o proclamas especiales atribuibles al producto; proyecto de arte final de la etiqueta o rotulado; instrucciones de uso del producto, cuando corresponda; e indicación del material de envase primario.

deberán ejercer la inspección, vigilancia y control de los establecimientos y los productos regulados, y adoptar las medidas de prevención y correctivas necesarias para dar cumplimiento al Decreto y a las demás disposiciones sanitarias que sean aplicables. “Igualmente, son competentes para adoptar las medidas sanitarias de seguridad³, adelantar los procedimientos y aplicar las sanciones a que haya lugar”.

El artículo 26 del Decreto 219 de 1998, derogado por el Decreto 612 de 2000, estipulaba que la vigencia de los registros sanitarios, tendrían una vigencia de cinco (5) años. Se renovarían por períodos iguales, con previa solicitud de la empresa o dueño interesado y con anterioridad al vencimiento. El nuevo Decreto reglamenta la expedición de registros sanitarios automáticos o inmediatos para todos los productos sobre los que ejerce control el INVIMA, excepto los medicamentos, las preparaciones farmacéuticas con base en productos naturales y las bebidas alcohólicas, que se rigen por normas especiales; es decir que aplica para alimentos, cosméticos y productos varios. Además estipula que los registros sanitarios a los cuales se aplica el régimen automático tendrán una duración de diez (10) años renovables por un término igual, siempre y cuando se cumpla con los requisitos determinados (Ministerio de Salud de Colombia, 2000).

Posteriormente, en el año 2001, a partir de la Ley 711 de 2001 “...se reglamenta el ejercicio de la ocupación de la cosmetología y se dictan otras disposiciones en materia de salud estética”; esta Ley reglamenta la ocupación de la cosmetología, determina su naturaleza, propósito, campo de aplicación y principios, y señala los entes rectores de organización, control y vigilancia de su ejercicio, los cuales están en las Direcciones Municipales, Distritales y Departamentales de Salud (Congreso de la República de Colombia, 2001).

Quizás una de las normas más relevantes para Colombia, en materia de comercialización, exportaciones e importaciones, de productos cosméticos, es la Decisión 516 de 2002 de la Comunidad Andina de Naciones (CAN),

³ Las siguientes son las medidas de seguridad: la clausura temporal del establecimiento, que podrá ser total o parcial; la suspensión parcial o total de trabajos o de servicios; el decomiso de objetos y productos; la destrucción o desnaturalización de artículos o productos si es el caso; y la congelación o suspensión temporal de la venta o empleo de productos y objetos, mientras se toma una decisión definitiva al respecto.

la cual establece la Armonización de Legislaciones en Materia de Productos Cosméticos. Esta define que los ingredientes que pueden incorporarse en los productos serán aquellos que se encuentren incluidos en alguna de las siguientes listas: Food & Drug Administration de los Estados Unidos de América (FDA), la Cosmetics Toiletry & Fragrance Association (CTFA), la European Cosmetic Toiletry and Perfumery Association (COLIPA) y las Directivas de la Unión Europea. Aunque con la Decisión 777 del 2012 se modifica este artículo (Artículo 3), quedando de la siguiente manera: "...Se reconocen, para tales efectos, la lista de aditivos de colores permitidos por la Food & Drug Administration de los Estados Unidos de Norte América (FDA), los listados de ingredientes de The Personal Care Products Council y de Cosmetics Europe – The Personal Care Association, así como las Directivas de la Unión Europea" (Comunidad Andina de Naciones -CAN-, 2012a).

La Decisión 516 de 2002 también señala que los productos cosméticos requieren, para su comercialización o expendio en la Subregión, de la Notificación Sanitaria Obligatoria (NSO) presentada ante la Autoridad Nacional Competente del primer País Miembro de fabricación, previa a su comercialización. Entendiendo la NSO como "la comunicación en la cual se informa a las Autoridades Nacionales Competentes, bajo declaración jurada, que un producto cosmético será comercializado a partir de la fecha determinada por el interesado". También establece que la NSO deberá ir acompañada de la información general y técnica del producto (Comunidad Andina de Naciones -CAN-, 2002).

Otros de los aspectos que incorpora la Decisión 516 de 2002 refieren a las BPMC, para lo cual indica que los Países Miembros adoptarán la Norma Técnica Armonizada de Buenas Prácticas de Manufactura Cosmética, y que las Autoridades Nacionales Competentes exigirán un nivel básico de su cumplimiento, al otorgar la licencia de funcionamiento, de capacidad o su equivalente nacional (Comunidad Andina de Naciones -CAN-, 2002).

Respecto a la comercialización, la Decisión 516 de 2002 señala que los productos cosméticos sólo podrán comercializarse si en el envase o en el empaque figuran con caracteres indelebles, fácilmente legibles y visibles: nombre o razón social del fabricante o del responsable de la comercialización del producto cosmético, establecido en la subregión; nombre del país de origen; el contenido nominal en peso o en volumen; las precauciones

particulares de empleo establecidas en las normas internacionales sobre sustancias o ingredientes y las restricciones o condiciones de uso incluidas en las listas internacionales o en las Resoluciones que al efecto adopte la Secretaría General de la CAN conforme al artículo 4; el número de lote o la referencia que permita la identificación de la fabricación; el número de NSO con indicación del país de expedición; la lista de ingredientes precedida de la palabra “ingredientes” siempre que los listados o Resoluciones así lo dispongan (Comunidad Andina de Naciones -CAN-, 2002).

El INVIMA, en aras de cumplir con la Decisión 516 de 2002 en lo relativo a la vigilancia y control posterior de los productos cosméticos en el mercado, adoptó una codificación interna para estos productos; por lo anterior, a partir de la Resolución 24596 de 2003 se unifica “...el sistema de codificación de todos los números de Registro sanitario de los productos cosméticos, los cuales surtirán efecto en todos los países miembros de la Comunidad Andina de Naciones” (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos -INVIMA-, 2003). Posteriormente, a partir de la Resolución 797 de 2004 se reglamentó el control y vigilancia sanitaria de los productos cosméticos a que se refiere el artículo tercero de la Decisión 516 de 2002, así como de los establecimientos encargados de su producción o comercialización; del mismo modo, este Reglamento reguló las medidas de prevención, control y sanción necesarias en caso del incumplimiento de dichos controles (Comunidad Andina de Naciones -CAN-, 2004). Adicionalmente, a partir de las Resoluciones 1418 de 2011 y 1482 de 2012, se indican los parámetros de control microbiológico que deberán cumplir los productos cosméticos que se comercialicen en la subregión (Comunidad Andina de Naciones -CAN-, 2011; Comunidad Andina de Naciones -CAN-, 2012b).

Por otra parte, con la Decisión 705 de 2008 se hizo una derogación al artículo 17 de la Decisión 516 de 2002, que indicaba que “Las muestras de productos cosméticos podrán circular en los Países Miembros con propósitos de investigación científica sin NSO. Su regulación se aplicará conforme a las normas nacionales de cada País Miembro”. La Decisión de 2008 estableció que “...son muestras de productos cosméticos, aquellos productos terminados que ingresen en la Subregión, en cantidades limitadas, con propósito de estudios de mercado o de investigación; sin ningún fin comercial lucrativo”. Además se especifica que, con previa aprobación

de la Autoridad Sanitaria, las aduanas de un país perteneciente a la CAN podrán autorizar el ingreso de muestras de productos cosméticos sin NSO (Comunidad Andina de Naciones -CAN-, 2008). Al respecto, en el 2013, a través de la Resolución 785 de 2013 el Ministerio de Salud y Protección de Colombia adopta de forma obligatoria la guía para las autorizaciones sanitarias de importancia de muestras sin valor comercial para los productos de higiene doméstica, productos absorbentes de higiene personal, bebidas alcohólicas, alimentos y cosméticos. Indica que para efectos de inspección, vigilancia y control sanitario, las muestras sin valor comercial que ingresen al país deberán incluir en su rótulo, empaque, envase o etiqueta la leyenda “muestra sin valor comercial, prohibida su venta” (Ministerio de la Protección Social de Colombia, 2013).

Posteriormente, a partir de la Decisión 783 de 2013, se establecen las directrices sobre el agotamiento de existencias de los productos cosméticos, de higiene doméstica y absorbentes de higiene personal, comprendidos dentro del alcance de las decisiones 516 de 2002 y 705 de 2008 de la Comisión de la Comunidad Andina. Entendiendo por agotamiento de existencias “...la acción de terminar o consumir las existencias de los productos, etiquetas, empaques, envases, rótulos o prospectos, en forma individual o conjunta, que se encuentren en las instalaciones del establecimiento del fabricante, lugares de almacenamiento o en tránsito, u otras instalaciones previo a su comercialización” (Comunidad Andina de Naciones -CAN-, 2013).

De otro lado, y con un alcance mucho más específico, a partir de la Resolución 723 de 2010 se “...reglamenta el procedimiento administrativo de la acreditación voluntaria de los centros de cosmetología y similares que operan en el Distrito Capital (Bogotá) y se adopta el sello de Bioseguridad”. Esta Resolución contempla que los centros de cosmetología y las peluquerías pueden acreditarse de acuerdo con estos estándares y hacerse acreedores al sello de bioseguridad. Así mismo, en Bogotá, existe un Comité de Análisis Normativo para el Sector Belleza (CANSB), el cual nace de la necesidad de revisar, interpretar y armonizar la normatividad relacionada con el sector de la belleza y de generar diferentes espacios para facilitar el acercamiento entre los sectores público y privado, que permitan plantear alternativas reglamentarias y fijar los lineamientos del sector. El CANSB es un equipo de trabajo intersectorial, conformado desde el año 2007 por la Secretaría Distrital de Salud, el Instituto Nacional de Vigilancia de

Medicamentos y Alimentos INVIMA, la Federación Nacional de Comerciantes FENALCO, la Cámara de la Industria Cosmética y de Aseo de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia ANDI, la Asociación Colombiana de Escuelas de Estética Facial y Corporal y la Asociación de Proveedores de Productos y Servicios Profesionales para la Estética APROFEST (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2016).

5. Necesidades Metroológicas del sector Cosmético

Los procesos productivos para la fabricación de productos cosméticos son variados y generalmente son de baja complejidad tecnológica. La mayoría de procesos se caracterizan por la mezcla física de las diversas materias primas y ensamble, más que por la generación de reacciones químicas.

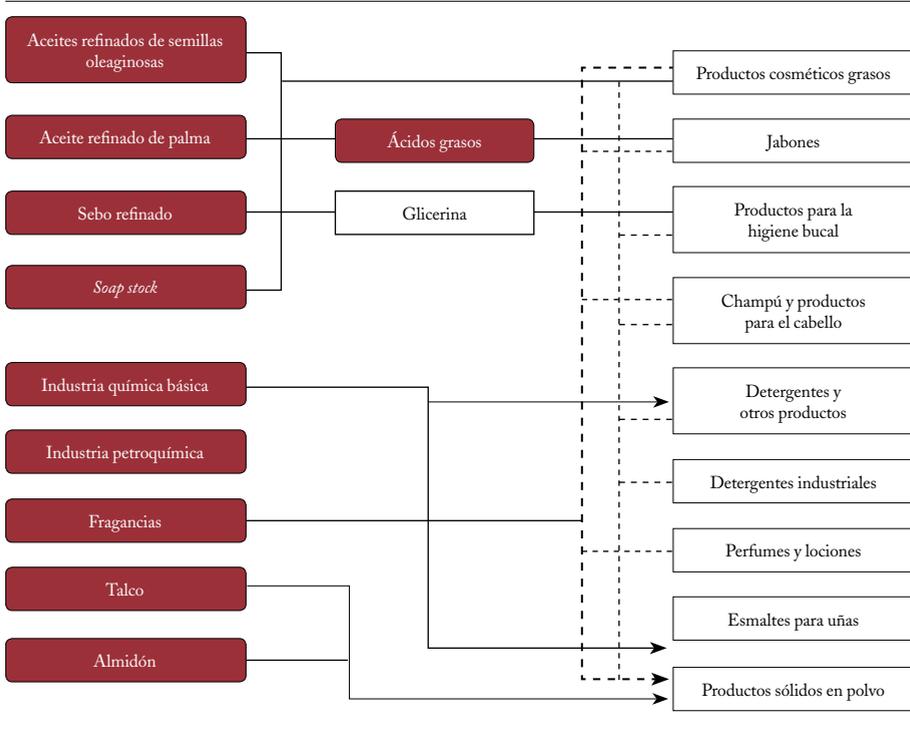
Los componentes de un cosmético son básicamente cuatro (ver Figura 8):

- **Productos o principios activos:** son los ingredientes responsables de realizar la función a la que está destinado el cosmético.
- **Excipiente o vehículo:** son las sustancias con que se mezclan o disuelven los principios activos, ya que estos no se pueden aplicar puros. Permiten que el cosmético se use de una forma determinada para que sea más estable y fácil de aplicar; en forma de barra, crema, gel, espuma, etc.
- **Aditivos:** se trata de componentes que evitan el deterioro del producto o mejoran la presentación. Son los colorantes, los conservantes y/o los perfumes.
- **Correctores:** son ingredientes que se incorporan a los cosméticos para mantener sus propiedades o mejorar su presentación. Corrigen el aspecto final de un cosmético, por ejemplo, aumentando la viscosidad (espesantes), acidificando o alcalinizando (correctores del pH), etc.

Los equipos utilizados son molinos, para el caso en que se deben homogeneizar las partículas de un determinado ingrediente; mezcladoras, para integrar las diversas materias primas; moldeadoras, para aquellos productos como los labiales que requieren de un tamaño y forma específicas; compactadoras, para los productos en polvo, entre otros. Aunque existe cierta tecnificación y automatización en los procesos de empaque, también

persiste para muchos productos el empaque manual (Departamento Nacional de Planeación -DNP-, 2003).

Figura 8. Estructura simplificada de la cadena productiva del sector cosméticos y aseo



Fuente: Tomado de DNP (2003)

Por ejemplo, en la industria de esmaltes y líquidos de manicure y pedicure, las empresas líderes nacionales frente a las empresas seguidoras tienen una baja utilización de tecnología en las máquinas mezcladoras. Las empresas con alto nivel tecnológico a nivel mundial utilizan agitadores con diferentes velocidades y tipos de hélice que se adaptan a las necesidades de los productos con software integrado a la operación (Universidad Militar Nueva Granada, 2008).

Según la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), citado por (Ministerio de Comercio, 2016), la producción y dinámica de esta actividad manufacturera se ha duplicado frente a lo que ocurría hace seis años, aunque todavía es necesario promover el desarrollo tecnológico ofreciendo condiciones para realizar ensayos de

aptitud, producir patrones propios y materiales de referencia de acuerdo con las prioridades del país.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI, 2014), citado por (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo -MINCIT-, 2016): “Un factor que requiere atención y que contribuye al crecimiento económico y al aumento de las exportaciones colombianas es el Subsistema Nacional de Calidad, SNCA (que cubre la normalización, la reglamentación técnica, la evaluación de la conformidad y la metrología). El SNCA de Colombia fue apoyado recientemente a través del programa de cooperación técnica de la Unión Europea (ALA/2007/019-005) en su proceso de consolidación a nivel internacional. Si bien este programa y los esfuerzos del Gobierno Colombiano han alcanzado una variedad de resultados positivos, el SNCA todavía se encuentra en una etapa de fortalecimiento, y presenta varios retos:

(...) A nivel institucional se requiere la consolidación de la estrategia de gobierno en materia de reconocimiento internacional de la infraestructura de la calidad y de los servicios que evalúan la conformidad (Ej.: la calibración, ensayo, inspección, acreditación, certificación); a nivel de oferta, el potencial para agregar valor a los productos de exportación todavía no se ha alcanzado”. (Ministerio de Comercio, 2016)

Lo anterior se ve reflejado en la realidad de la industria cosmética colombiana. Por lo general, si no se tiene un metrologo, la labor metroológica se asigna al área de calidad y mantenimiento, contratando proveedores acreditados por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia, ONAC, en la magnitud necesaria (masa, volumen, etc.); sin embargo, el presupuesto que debe asignarse para mantener un sistema de calibración vigente tiene un costo económico muy alto.

De otra parte, la falta de conocimiento de las empresas cosméticas hacen que todavía la metrología en el sector cosmético sea muy informal, y se contraten laboratorios no acreditados que venden servicios de calibración, los cuales son aceptados por los profesionales involucrados como equivalentes.

Con respecto a los patrones de verificación, debido a su costo alto, no es posible tenerlos, por lo tanto no se hacen verificaciones, haciendo que los controles en los equipos no se den.

De lo anterior se infiere que, debido a las dificultades en infraestructura, tecnología y habilidades técnicas que impiden a las empresas cumplir con normas internacionales de calidad, existe una gran barrera en el Subsistema Nacional de Calidad de Colombia, la cual debe ser revisada por los diferentes actores involucrados.

Es muy importante que la industria cosmética colombiana sea competitiva y pueda comercializar sus productos. Por ejemplo, para alcanzar el mercado de la Comunidad Europea, las empresas colombianas deben mejorar su infraestructura y cumplir con los requisitos y estándares internacionales sobre Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL), definidos en reglamentos y directivas, entre otros, y de esta manera lograr ventajas comerciales. Para lo cual, es necesario adoptar normas de calidad y hacer el seguimiento a las políticas de calidad.

La normatividad aplicada en el sector cosmético colombiano se encuentra establecida en: la NTC-ISO/IEC 17025 y la NTC-ISO 10012, Ley 1480 de 2011, Resolución 16379 de 2003, Decreto 1074 de 2015 y Decreto 1595 de 2015.

El Decreto 1595 de 2015, citado por Ministerio de Comercio (2016), estableció facultades al ONAC para ser la autoridad de monitoreo de BPL en Colombia. Este organismo, además de ser el ente acreditador, desempeña las funciones de monitoreo y realiza actividades de reconocimiento internacional de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE.

El ONAC es una entidad que tiene experiencia certificando a los organismos evaluadores de la conformidad, actividad análoga a la acción verificadora que igualmente debe desempeñar un organismo de monitoreo de BPL, con lo cual brinda suficiente confianza a las empresas. De tal manera que al obtener un certificado de conformidad otorgado por un organismo acreditado en Colombia, se estaría cumpliendo con los estándares establecidos y no sería necesario volver a hacer más pruebas. Así las cosas, es fundamental que haya voluntad política para la transformación y el fortalecimiento de esta entidad, en términos de infraestructura y aumento del personal experto en el monitoreo de cumplimiento de BPL, entre otros aspectos.

Actualmente, Colombia se encuentra en un proceso para ingresar a la OCDE, por lo cual es muy importante que tenga entidades fortalecidas en cuanto a mecanismos de supervisión y control, también que implemente un buen marco legal de competencia especialmente en la industria cosmética. No obstante, hay que tener en cuenta que el cumplimiento de normas de calidad no sólo se debe ver como un requisito para ingresar a organismos internacionales reconocidos, sino además como una filosofía de todas las empresas cosméticas con el fin de mejorar en competitividad e innovación, mediante una adecuada elaboración de los productos, y brindar cosméticos con calidad y seguridad garantizadas.

6. Desarrollo y Perspectivas del sector Cosmético

La capacidad tecnológica es la capacidad de tener una visión general de los elementos tecnológicos en el mercado, calcular su valor, seleccionar qué tecnología específica se necesita, usarla, adaptarla y mejorarla y, finalmente, desarrollar una tecnología propia. Esta capacidad la pueden tener tanto los productores directos (agricultores, trabajadores), como los responsables de tomar decisiones en empresas y agencias estatales, entre otras entidades. (<http://www.innosupport.net/>).

Según algunos autores, la capacidad tecnológica es el conjunto de conocimientos y habilidades y comprende la capacitación para investigación y desarrollo, la formación para concebir e implementar proyectos de nuevos procesos o de nuevos productos y para realizar las actividades de producción.

De acuerdo con Vallejo D. (2007) “toda organización debería estar en condiciones de desarrollar sus propias capacidades tecnológicas, resultado de un proceso de evolución. A este proceso se le conoce como la escalera tecnológica”. En ella, en el primer nivel se presenta un desarrollo tecnológico mínimo, producto del proceso de incorporación de tecnologías a partir de los proveedores; en el siguiente nivel de complejidad se presenta el desarrollo de habilidades de la empresa para adelantar procesos de negociación, no solamente de tecnologías duras (maquinaria, equipos e instalaciones), sino además con el “know how” que conlleva la transferencia de conocimiento asociado a estas, llegando a un nivel de asimilación de la tecnología; después, en el nivel de complejidad avanzada, se da lugar a procesos sistemáticos de innovación, la cual se realiza por medio de actividades de investigación y

desarrollo, llegando al punto de apropiación tecnológica. Finalmente, se alcanza el nivel que permite la venta de conocimiento, momento en el cual se puede hablar en términos de difusión de las tecnologías.

Asimismo, Vallejo D. (2007) menciona que en los estudios sobre desarrollo tecnológico se recomienda, para el análisis por sectores, identificar, en primera instancia, los miembros de la población; a partir de este resultado hacer un diagnóstico basado en el análisis del entorno y, finalmente, evaluar la situación de cada subsector en particular. Los productos cosméticos, y de aseo y limpieza, representan dos subsectores que trabajan permanentemente en el mejoramiento de su competitividad y que también podrían ver afectada su estabilidad frente a tratados comerciales.

Según el Consejo Privado de Competitividad, mediante el Programa de Transformación Productiva (PTP) se le apostó a 16 sectores para convertirlos en sectores de talla mundial, entre los cuales se encuentra el de cosméticos, tal como se mencionó anteriormente. En este documento se establece la línea de cosméticos de origen natural para mejorar la competitividad en esta industria, lo cual es acorde con los planes al año 2032. Mediante este tipo de programas y políticas se busca desarrollar las capacidades tecnológicas en las empresas cosméticas, tal como lo plantea Vallejo D. (2007), para permitir mejorar en su competitividad.

De otro lado, de acuerdo con el estudio de Cruz (2015) para el logro de ventajas competitivas a partir de la acumulación de conocimientos, es necesario el desarrollo de habilidades y el aprovechamiento de capacidades (naturales o adquiridas) que permiten a las firmas (y, por extensión, a los países) destacarse sobre la competencia.

Para lo anterior, es necesario tener en cuenta los indicadores de gestión y de innovación; por ejemplo, Cruz (2015) realiza un planteamiento y un análisis acerca de los indicadores de adquisición de nuevas tecnologías requeridas para la fabricación de los diferentes tipos de cosméticos. Revela una clasificación de formas farmacéuticas, de acuerdo con las líneas de producción en donde se identificaron 4 líneas específicas:

- Suspensiones de color (tintes): involucra tecnologías avanzadas.
- Maquillaje (envases unitarios): requiere maquinaria específica, los procesos de fabricación pueden ser dispendiosos.

- Barras sin color: los jabones de tocador pueden requerir maquinaria especializada.
- Áreas especiales: los procesos de fabricación no son complejos, sin embargo, debido a que muchos de los ingredientes empleados para su fabricación son inflamables, es necesario contar con áreas especiales de almacenamiento y fabricación.

Según el estudio en mención, los productos clasificados dentro de las líneas de producción de mayor complejidad tecnológica son los menos usuales dentro de las empresas; sin embargo, es de resaltar que el 30% de las empresas grandes cuentan con líneas de producción para productos de maquillaje y productos que requieren áreas especiales, así como el 26% de las empresas pequeñas cuentan con la línea de maquillaje.

Adicionalmente, se evidencia una alta variabilidad de productos dentro de las empresas; pero, al agrupar las formas cosméticas en las posibles líneas de producción se evidencia que hay una división entre empresas especializadas y no especializadas, teniendo en cuenta que cerca del 50% de las empresas se enfocan en tres tipos de productos y el porcentaje restante, en múltiples productos.

Este estudio presentó una evaluación de los indicadores de innovación respecto a la adquisición de nuevas tecnologías incorporadas y no incorporadas al capital. Dicha evaluación de tecnologías incorporadas al capital se validó a través de las líneas de producción introducidas por las empresas en los últimos 3 años. Se evidenció que un porcentaje importante de las empresas pequeñas (50%) y grandes (75%) no han introducido ninguna línea de producción en el período evaluado, mientras que para las empresas medianas, esta cifra solo alcanza el 30%. Este resultado se explica por el tamaño de las empresas: en el caso de las grandes, al estar establecidas en el mercado, es menos frecuente que requieran incursionar en nuevas líneas de producción pues ya han desarrollado su capacidad tecnológica. Las empresas pequeñas se encuentran en proceso de establecimiento, en consecuencia, aún es complejo, en términos de recursos, incursionar en nuevas líneas de producción. En contraste, las empresas medianas se hallan en procesos de transición y consolidación que les permiten expandir el negocio.

Las líneas de producción de semisólidos, emulsiones y líquidos son las áreas que más han sido incorporadas por las empresas pequeñas y medianas

en porcentajes comprendidos entre 20 y 30%, en la mayoría de los casos. Las empresas medianas adicionalmente han incorporado líneas de mayor complejidad tecnológica como barras sin color, áreas especiales y tintes, en cerca del 20% de las empresas.

Al considerar esto, se asegura que un 25, 70 y 50% de las empresas grandes, medianas y pequeñas, respectivamente, incorporaron al menos una línea de producción. Este resultado es positivo para las empresas medianas y especialmente para las pequeñas, que a pesar de la dificultad y escasez de recursos han logrado ampliar su capacidad productiva.

En cuanto al indicador de adquisición de tecnología no incorporada al capital, este estudio reveló que el 70% de las empresas pequeñas y el 50% de empresas medianas no realizaron esfuerzos por adquirir este tipo de tecnologías; en cambio, el 100% de empresas grandes adquirió al menos una de estas herramientas distribuidas entre software para mejora de procesos administrativos, bases de datos de vigilancia tecnológica y revistas de innovación.

Estos resultados muestran que las empresas pequeñas y medianas son fuertes en la adquisición de tecnología incorporada al capital, mientras que las empresas grandes se fortalecen en la adquisición de tecnologías no incorporadas al capital. Este fenómeno puede explicarse al considerar que, mientras las empresas pequeñas y medianas están preocupadas por aumentar su capacidad productiva y establecerse en el mercado local, las empresas grandes se encuentran desarrollando estrategias para ingresar a nuevos mercados e intensificar la vigilancia tecnológica. No obstante, vale la pena incentivar a las empresas de menor tamaño a adquirir este tipo de recursos con el fin de estimular su crecimiento, basado en una evaluación previa sobre el tipo de tecnologías que podrían generar mayor impacto positivo en el desarrollo del sector y la ejecución de un plan que permita facilitar el acceso a estas por parte de las empresas (Cruz, Y. P. 2015).

De otra parte, respecto a las tendencias que están marcando el desarrollo del sector a nivel mundial, se destacan, para el caso de los consumidores, la importancia que ha tomado para los hombres la compra de productos diseñados específicamente para ellos, la preferencia por ingredientes y empaques que no dañen el medio ambiente y la inclinación por ingredientes orgánicos que produzcan un *look* natural. En el caso de las personas de 60 años o más, las tendencias van hacia productos antienvjecimiento

(Cámara de la Industria Cosmética y de Aseo -ANDI-, 2013b). Otra de las tendencias corresponde a los nutricosméticos, relacionada con el aporte de nutrientes y principios activos para la regeneración y cuidado de la piel desde el interior, es decir, para beneficiar el aspecto físico no sólo con la aplicación tópica de productos, sino también desde su ingesta (Ainia Centro Tecnológico, 2015).

En relación con los productos cosméticos naturales, estos han experimentado un rápido crecimiento. ProColombia ha identificado entre los productos más demandados los biocosméticos, los antiedad, los potenciadores, los neurocosméticos y los humectantes. Los biocosméticos se basan en extractos de plantas, libres de conservantes, colorantes y perfumes sintéticos nocivos; buscan estimular la función natural de autorregulación de la piel mediante sustancias naturales, a la vez que fomentan el respeto por el medio ambiente gracias al uso de una menor cantidad de energía en su producción (BIO Solutions Engineers, 2016). Alemania y los países nórdicos son los mercados con más gasto per cápita de productos naturales y orgánicos (ProColombia, 2016a). De acuerdo con el portal de Sectorial (2015), la cosmética natural está en auge y se estima que para el 2020 la facturación del sector alcance los 16.000 millones de dólares, casi el doble de lo registrado en el 2013. Este aumento está claramente asociado con la sensibilización de los consumidores con la ecología, la seguridad sanitaria y los riesgos asociados a los químicos sintéticos.

Dada esta tendencia hacia los productos orgánicos, la Cámara de la Industria Cosmética y de Aseo de Colombia está trabajando para apoyar el desarrollo de los proveedores locales de ingredientes naturales y auxiliarlos en la extracción responsable y competitiva de estos insumos para el sector (Cámara de la Industria Cosmética y de Aseo -ANDI-, 2013b).

Por su parte, la gestión ambiental ha avanzado en varios sentidos, por ejemplo en: los empaques, el uso adecuado de los recursos naturales y la gestión de los residuos peligrosos. Respecto a los empaques, se presenta una tendencia hacia el uso de empaques ecológicos (biodegradables, termocongelables, empaques primarios más pequeños) y de materiales compatibles que no requieran ser reempacados. Por el lado de la utilización de los recursos, la tendencia va hacia el ahorro y uso adecuado del agua y la energía (Cámara de la Industria Cosmética y de Aseo -ANDI-, 2013b).

Otras de las preferencias del sector están asociadas a los precios de los productos. Por ejemplo, se encuentra la tendencia *austeric chic*, en la que los productos de belleza tienen un aspecto lujoso pero se comercializan a precios asequibles, dada la situación económica a nivel mundial (ProColombia, 2016a). Así mismo, la transparencia, la trazabilidad y la información para los consumidores se convierten en ideas para la innovación; esto demanda nuevos y mejores canales de comunicación, para educar e informar a los consumidores, así como etiquetas claras y sencillas (Cámara de la Industria Cosmética y de Aseo -ANDI-, 2013a).

Respecto a las tendencias tecnológicas, analizadas a partir de las solicitudes de patente, para 2013 las tecnologías más protegidas se referían a: preparaciones de uso médico, dental o para el aseo; uso específico de cosméticos o de preparaciones similares para el aseo; actividad terapéutica específica de compuestos químicos o de preparaciones medicinales; alimentos, productos alimenticios químicos o de preparaciones medicinales; conservación de cuerpos humanos, animales o vegetales o de partes de ellos; composiciones detergentes, utilización de una sola sustancia como detergente, jabón o su fabricación, jabones de resina, recuperación de glicerina; y artículos para el peinado o afeitado, cuidado de las manos u otros tratamientos cosméticos (Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia -SIC-, 2013).

Conclusiones

El sector de cosméticos en Colombia ha tenido un crecimiento significativo en los últimos años gracias a los planes que se realizaron en la década anterior, tanto por parte del Gobierno como por las empresas involucradas.

Las empresas pequeñas y medianas son fuertes en la adquisición de tecnología incorporada al capital, mientras que las empresas grandes se fortalecen en la adquisición de tecnologías no incorporadas al capital. Es necesario incentivar el fortalecimiento de las empresas pequeñas y medianas en el desarrollo de estrategias y capacidades para ingreso a nuevos mercados intensificando la vigilancia tecnológica.

Además, es imperativo que la industria cosmética, que quiere desarrollar productos con base en ingredientes naturales, cumpla con las reglamentaciones internacionales, efectúe las pruebas de eficacia e invierta en buenas

prácticas e innovación, para poder ingresar a los mercados internacionales y así fortalecer sus ventajas competitivas.

Las empresas del sector cosmético deben establecer un programa de propiedad industrial en el que inviertan en el desarrollo de nuevos productos basados en la información de patentes y, así mismo, en el que se protejan esos desarrollos y aumenten sus indicadores de patentes e innovación.

Finalmente, el sector cosmético debe reconocer la información tecnológica como un intangible muy valioso para el buen desempeño de las empresas, y que se refleja en aumento de utilidades, generación de nuevas oportunidades de negocio y mejoras en sus procesos productivos.

Referencias

- Ainia Centro Tecnológico. (2015). *Innovaciones que marcan tendencia en el sector cosmético*. Obtenido de <http://tecnoalimentalia.ainia.es/web/tecnoalimentalia/consumidor-y-nuevos-productos/-/articulos/rT64/content/innovaciones-que-marcan-tendencia-en-el-sector-cosmetico>
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (29 de abril de 2016). *Portal Sector Belleza*. Obtenido de <http://www.saludcapital.gov.co/sitios/SectorBelleza/Paginas/comite.aspx>
- BIO Solutions Engineers. (2016). *Biocosmética*. Obtenido de http://tlc-eeuu.procolombia.co/sites/default/files/1._hugo_puerta_-_bio-cosmeticos.pdf
- Cámara de la Industria Cosmética y de Aseo -ANDI-. (2013a). *La industria de cosmética y aseo. Informe de sostenibilidad 2013: Nuestro compromiso con la sostenibilidad y la innovación*. Bogotá: Asociación Nacional de Empresarios de Colombia -ANDI-.
- Cámara de la Industria Cosmética y de Aseo -ANDI-. (2013b). *Industria de Cosmética y de Aseo en Colombia. Responsabilidad social: experiencias y retos para convertirse en un sector de clase mundial*. Obtenido de http://enlazacolombia.org/web/wp-content/uploads/2013/08/andi_informe_final.pdf
- Cámara de la Industria Cosmética y de Aseo -ANDI-. (2015). *Documento general*. Bogotá: Asociación Nacional de Empresarios -ANDI-.
- Comunidad Andina de Naciones -CAN-. (2002). *Decisión 516 de 2002: Armonización de Legislaciones en materia de Productos Cosméticos*. Lima: CAN.

- Comunidad Andina de Naciones -CAN-. (2004). *Resolución 797 de 2004*. Lima: CAN.
- Comunidad Andina de Naciones -CAN-. (2008). *Decisión 705 de 2008*. Lima: CAN.
- Comunidad Andina de Naciones -CAN-. (2011). *Resolución 1418 de 2011*. Lima: CAN.
- Comunidad Andina de Naciones -CAN-. (2012a). *Decisión 777 de 2012*. Lima: CAN.
- Comunidad Andina de Naciones -CAN-. (2012b). *Resolución 1482 de 2012*. Lima: CAN.
- Comunidad Andina de Naciones -CAN-. (2013). *Decisión 783 de 2013*. Lima: CAN.
- Congreso de la República de Colombia. (2001). *Ley 711 de 2001*. Bogotá.
- Consejo Privado de Competitividad. (s.f.). *Informe Nacional de Competitividad 2012 - 2013*. Obtenido de <http://www.compitem.com.co/site/wp-content/uploads/2012/11/INC-2012-2013.pdf>
- Cruz Porras, Y. P. (2015). *Definición de indicadores para la caracterización de la innovación en el sector cosméticos colombiano*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- De Groot, R., Brekermans, P., Herremans, J., & Meulenbelt, J. (2010). The changes in hazard classification and product notification procedures of the new European CLP and Cosmetics Regulations. *Clin Toxicol (Phila)*, 48, 28-33.
- Departamento Nacional de Planeación -DNP-. (2003). *Cosméticos y Aseo*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Empresarial/Cosmeticos.pdf>
- European Union. (2009). *Priority reforms harmonizing Japanese and European regulations and standards*. Obtenido de http://eeas.europa.eu/japan/docs/2009_eu_rrd_proposals_en.pdf
- Gobierno de España. (2 de mayo de 2016). *Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado*. Obtenido de <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2009-82517>
- Granada, U. m. (2008).
- Innosupport. (s.f.). *Guía de innovación*. Obtenido de <http://www.innosupport.net/index.php?id=7&L=6>

- Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos -INVIMA-. (2003). *Resolución 24596 de 2003*. Bogotá.
- Liang, B., & Hartman, K. (1999). Its only skin Deep: FDA regulation of skin care cosmetics and care. *Cornell Journal of Law and Public Policy*, 8, 249-280.
- Mildau, G., & Huber, B. (2010). The New EC Cosmetics Regulation. Contents and First Explanations. *SOFW-Journal*, 3, 40-59.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2009). *Plan de negocios Cosméticos y Aseo*. Bogotá.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo -MinCIT-. (27 de enero de 2016). *Cosméticos Colombianos a base de ingredientes naturales conquistan más mercados*. Obtenido de <http://www.mincit.gov.co/publicaciones.php?id=35660>
- Ministerio de la Protección Social de Colombia. (2004a). *Resolución 3773 de 2004*. Bogotá.
- Ministerio de la Protección Social de Colombia. (2004b). *Resolución 3774 de 2004*. Bogotá.
- Ministerio de la Protección Social de Colombia. (2013). *Resolución 785 de 2013*. Bogotá.
- Ministerio de Salud de Colombia. (1995a). *Resolución 2511 de 1995*. Bogotá.
- Ministerio de Salud de Colombia. (1995b). *Resolución 2512 de 1995*. Bogotá.
- Ministerio de Salud de Colombia. (1998a). *Decreto número 219 de 1998*. Bogotá.
- Ministerio de Salud de Colombia. (1998b). *Resolución 3112 de 1998*. Bogotá.
- Ministerio de Salud de Colombia. (2000). *Decreto 612 de 2000*. Bogotá.
- Montenegro, C. A. (Noviembre de 2015). *Estudio del marco legal del sector cosméticos y subsistema de calidad. Comparación internacional*. Obtenido de <https://www.ptp.com.co/documentos/Estudio%20del%20marco%20legal%20sector%20cosmeticos.pdf>
- ProColombia. (2016a). *Actualidad internacional: Entró En Vigor Nuevo Reglamento Para Cosméticos En La Unión Europea*. Obtenido de <http://www.procolombia.co/actualidad-internacional/cosm%C3%A9ticos-y-aseo-personal/entro-en-vigor-nuevo-reglamento-para-cosmeticos-en-la-union-europea>

- ProColombia. (28 de abril de 2016b). *Inversión en el sector Cosméticos y Productos de Aseo en Colombia*. Obtenido de <http://inviertaencolombia.com.co/sectores/manufacturas/cosmeticos-y-productos-de-aseo.html>
- Sectorial. (2015). *Informe sector Cosmético*. Obtenido de <https://www.sectorial.co/cosmetico-y-aseo>
- Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia -SIC-. (2013). *Alerta tecnológica: Cosméticos capilares a partir de materias primas naturales de origen vegetal*. Bogotá: SIC.
- Universidad Militar Nueva Granada. (2008). *Caracterización de la cadena productiva de esmaltes y líquidos de manicure y pedicure en la región Bogotá - Cundinamarca*. Obtenido de http://www.umng.edu.co/documents/10162/745273/V1N1_3.pdf
- Vallejo D., B. M. (Julio - diciembre de 2007). *Desarrollo tecnológico del sector farmacéutico industrial asociado a procesos de transformación de materiales*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-40042007000200008

Capítulo 5

El sector autopartes: una perspectiva metrológica

Clara Inés Pardo*
Maria Paula Garavito**
Daniel Felipe Garzón***

Resumen

En este capítulo, se describe el sector autopartes desde las ópticas de la cadena de valor, el análisis de capacidades, normativas y requerimientos de medición, las necesidades metrológicas y sus perspectivas. Entre los aportes de este documento, se resalta la comprensión de la cadena de valor desde el punto de vista de la relevancia de la productividad y la competitividad del sector en términos científicos y tecnológicos, de los que se da cuenta a partir del análisis de las capacidades y las necesidades metrológicas del sector.

El sector autopartes es diverso, teniendo en cuenta la gama de productos que maneja, como son los sistemas de suspensión, dirección, escape, transmisión de movimiento y los sistemas de refrigeración, entre otros. El sector está enmarcado en el Programa de Transformación Productiva (PTP), que busca la fabricación y exportación de tecnologías especializadas hacia diferentes mercados, y tiene el desafío de cumplir las exigencias internacionales con relación a los reglamentos técnicos y aquellas normas

* Email: cparado@ocyt.org.co

** Email: mgaravito@ocyt.org.co

*** Email: dgarzon@ocyt.org.co

de carácter voluntario donde se involucra toda la cadena (proveedores, ensambladores, distribuidores, financiadores y jugadores post-venta). Estos elementos son fundamentales en la medida que el mercado nacional busca tener más presencia en los mercados internacionales (por ejemplo: Estados Unidos, Canadá, Japón y Alemania, entre otros), en los que se ofrecen productos de un alto valor agregado y compiten empresas líderes a nivel mundial, además de que exigen una mayor sofisticación tecnológica. Por lo tanto, el sector autopartista colombiano debe garantizar el cumplimiento de estándares e inspecciones rigurosas de producto que le permitan ser competitivo y lograr la consolidación internacional, donde la metrología juega un papel fundamental y donde el país ha realizado grandes esfuerzos para el desarrollo de reglamentos propios, especialmente, para frenos, llantas, cinturones de seguridad y vidrios. No obstante, el sector se enfrenta a retos en términos de necesidades metrológicas que es importante solventar y que, de acuerdo con representantes del gremio, son perentorios para satisfacer los requerimientos nacionales y las exigencias del mercado internacional, de tal manera que se optimice la cadena productiva.

Palabras claves: autopartes, necesidades metrológicas, reglamentos técnicos, cadena de valor, laboratorios

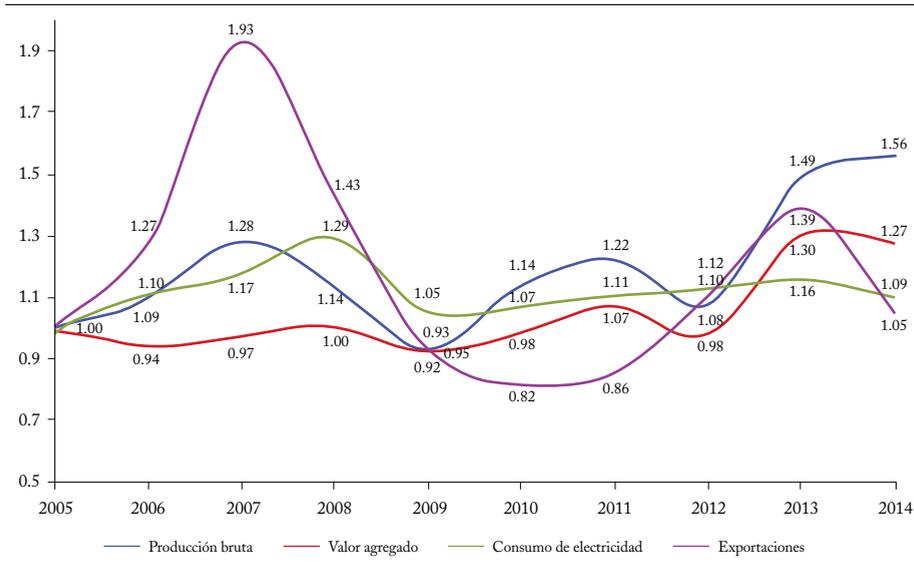
1. Introducción

En Colombia, el sector de autopartes pertenece a uno de los 16 sectores económicos del Programa de Transformación Productiva (PTP) del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia, que busca mejorar la productividad y la competitividad, y se ha caracterizado por ofrecer productos y/o servicios de acuerdo con los estándares de calidad y las nuevas tecnologías.

Para el sector autopartes, de acuerdo con la Encuesta Anual de Manufactura del DANE, se evidencia una tendencia variable en los principales indicadores de actividad. En los años 2007 y 2013 se observan los crecimientos más importantes del sector, especialmente, en producción y exportación, mientras que el consumo de electricidad se ha mantenido relativamente estable durante el período de estudio (ver Figura 1). Estas tendencias evidencian las dinámicas de este sector; pero, con la firma de

diferentes tratados económicos y las características particulares de la economía colombiana, se pueden afectar sus indicadores. Sin embargo, vale la pena subrayar que el sector ha logrado consolidarse y proyectarse como un área de la economía con gran potencial en temas de empleo, productividad e innovación.

Figura 1. Tendencias de los indicadores de actividad del sector autopartes en Colombia



Fuente: Basado en la encuesta anual de manufactura del DANE

Conocer la estructura básica del sector automotor colombiano facilita la identificación de las posibles limitaciones existentes en el mercado para adaptarse a las exigencias de los consumidores (Cortes et al., 2015), con ello se pretende hacer un acercamiento a la cadena de valor del sector, en la cual se identifiquen sus principales actores: proveedores, ensambladores, distribuidores, financiero y jugadores post-venta (MinCIT, 2009), que abarque todas las actividades relacionadas con este, de tal manera que sea posible realizar un análisis en donde la producción, la distribución y el consumo estén delineados por interacciones y relaciones socioeconómicas y tecnológicas.

Adicionalmente, la ventaja competitiva que genera establecer estrategias orientadas al mejoramiento de los procesos y los productos del sector, se ve reflejada en el aumento de la producción y en las dinámicas del mercado

de autopartes. En términos de cadena de valor, se hace necesario incluir el componente investigativo dentro del proceso productivo, que propenda por la mejora, eficacia y efectividad de los productos, donde la innovación juega un papel importante en el desarrollo de nuevas autopartes de acuerdo a los requerimientos de mercado.

La caracterización del sector autopartes en Colombia presentada en este documento se hace mediante la búsqueda de información en fuentes secundarias, para comprender la cadena de valor y realizar un análisis de capacidades del sector en el ámbito científico y tecnológico, que dé cuenta de la importancia que tiene para el desarrollo económico del país. También se pretenden identificar las estrategias que han sido adoptadas en Colombia para garantizar la competitividad del sector ante la llegada de vehículos y autopartes del exterior (Cortes et al., 2015).

2. Descripción de la Cadena de Valor del Sector Autopartes

Según Kaplinsky (2000), la cadena de valor hace referencia a los procesos y actividades que se requieren para llevar a cabo un producto o servicio, por medio de fases de producción que incluyen, desde el proceso de transformación hasta la entrega final a los consumidores. Cuando se habla de cadena de valor, se hace referencia no sólo a las estrategias usadas por un sector, sino también a la inclusión de agentes innovadores (Chesbrough, 2006) que propendan por el desarrollo y la investigación.

De acuerdo con lo anterior, el sector de autopartes en Colombia ha sido un escenario propicio para la fabricación y el ensamble de vehículos. Según la Encuesta Anual Manufacturera (EAM), realizada por el DANE en el año 2015, este sector representó el 4,0% del PIB. El proceso productivo del sector automotor en Colombia comprende las actividades de ensamble de vehículos, camiones, buses y autopartes.

Por su parte, la cadena de valor del sector autopartes está orientada a establecer mecanismos que le permitan diferenciarse en el mercado por medio de la productividad y mejora de la calidad como valor agregado, con el objetivo de aumentar la competitividad y la sostenibilidad (Herrera & Quesada, 2013). Es por ello que la articulación de diferentes actores en el sector es vital para el desarrollo en términos productivos enfocados a la producción por medio de la innovación.

En Colombia, se producen diferentes tipos de autopartes, tales como: sistemas de suspensión (amortiguación), sistemas de dirección, sistemas de escape, sistemas de transmisión de potencia, sistemas de refrigeración, material de fricción, partes eléctricas como baterías y cableados, productos químicos, rines, llantas, filtros para aire, combustible y aceite, lubricantes y combustibles, tapicerías en tela, cuero y otros materiales, vidrios templados, laminados y para diferentes grados de blindaje de vehículos, bastidores para chasis, partes del chasis, aires acondicionados, empaquetaduras, frenos y accesorios, entre otros.

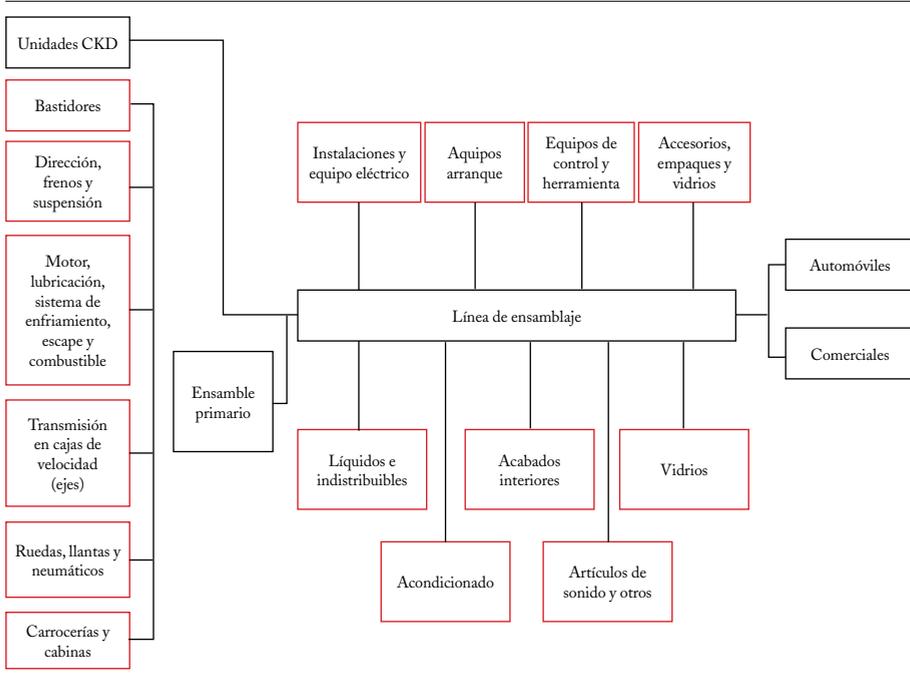
Para realizar una aproximación a la cadena de valor del sector, en primer lugar, es importante tener en cuenta su proceso productivo; para ello se considera la línea de ensamblaje como el eje transversal dentro del proceso de producción del sector de autopartes, el cual cuenta con una fase primaria compuesta por partes de automotores como: bastidores para el chasis, sistemas de dirección, frenos y suspensión, motor, sistemas de escape, lubricación, sistemas de refrigeración, alimentación de combustible, sistema de transmisión de potencia, cajas de cambios, llantas, neumáticos y rines, carrocerías y cabinas (todo ello se considera la materia prima en el proceso de ensamblaje); la fase secundaria del ensamblaje corresponde a instalaciones de equipo electrónico y eléctrico y sus conexiones correspondientes, equipos de control y herramienta, empaquetaduras, alimentación de fluidos, acabados interiores, vidrios, aire acondicionado y artículos de sonido (ver Figura 2).

Colombia se caracteriza por producir autopartes en sistemas de suspensión, de dirección, de escape, de transmisión de potencia, de refrigeración, materiales de fricción, partes eléctricas como baterías y cableados, rines, llantas, filtros para aire, combustible y aceite, lubricantes y combustibles, tapicerías en tela, cuero y otros materiales, vidrios templados, laminados y para blindaje, bastidores de chasis, aires acondicionados, partes de caucho, metal y accesorios, entre otros (ANDI, 2009 y FIDUCOLDEX, 2012).

De acuerdo con la cadena productiva existente, se han planteado estrategias para la consolidación y generación de valor agregado en el sector de autopartes. Una de ellas es la propuesta por la Superintendencia de Industria y Comercio, denominada Programa de Transformación Productiva (PTP), que tiene como propósito la fabricación y exportación de autopartes

de tecnología especializada hacia mercados como Centroamérica, Brasil, Argentina y Estados Unidos.

Figura 2. Cadena productiva de la industria automotriz colombiana



Fuente: ANDI, 2009

Tanto a nivel internacional como nacional, cada uno de los actores aporta y genera valor adicional al proceso desarrollado, para que el producto final cuente con las especificaciones requeridas y además pueda ser parte de un mercado competitivo. Los actores de la cadena de valor de autopartes son (ver Figura 3):

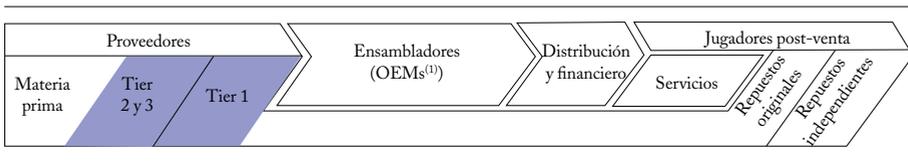
- Proveedor: como su nombre lo indica, es quien posee la materia prima que será utilizada para su transformación. Para el caso del sector de autopartes esta materia prima se divide en *Tier*¹ 1, que compone los sistemas y módulos como el motor, el sistema de frenos,

¹ Tier hace referencia al nivel de transformación que han tenido algunos elementos que componen materias primas dentro del proceso de producción del sector automotriz.

etc. y *Tier 2 y 3*, que incluye los elementos como espejos, pistones y sellos, entre otros. A nivel mundial los principales proveedores en este sector son: Delphi, Bosch, Lear, Denso, Visteon y Johnson Controls.

- **Ensamblador:** este actor, además del ensamble en sentido estricto, se dedica al diseño, la ingeniería y el mercadeo del sector. A nivel mundial las principales ensambladoras son: General Motors, Ford, Toyota, Volkswagen, Renault, Fiat, PSA y Daimler Chrysler.
- **Distribución y financiación:** este actor se encarga de la distribución de artículos, nuevos y usados, ofreciendo además servicios financieros, seguros y alquiler. En este renglón, se encuentran diferentes compañías locales que ofrecen estos productos y servicios.
- **Jugadores post-venta:** incluye actores dedicados a los servicios relacionados con el mercado de repuestos originales y repuestos independientes. De igual forma, pueden considerarse los proveedores del servicio de mantenimiento.

Figura 3. Cadena de valor del sector de autopartes



Fuente: McKinsey & Company, citado en *Desarrollando sectores de clase mundial en Colombia. Informe final sector autopartes*, 2009

De manera general, el mercado de autopartes está compuesto de cinco segmentos: i) tren automotriz, conformado por el motor y sus componentes, transmisión, refrigeración del motor y sistemas de combustible; ii) chasis y estructura, compuesto por ejes, suspensión, dirección, frenos, ruedas, llantas y sistema de escape; iii) exterior, comprende todas las partes externas y los vidrios; iv) eléctrico y electrónico, compuesto por los principales sistemas eléctricos, arranque, electrobombas, medidores de temperatura, audio y entretenimiento; v) interior, conformado por paneles, asientos, tapizado y cinturones de seguridad.

2.1. Sector autopartes a nivel mundial

A nivel mundial el sector de autopartes, con su segmento del tren motriz, es el más grande. Los principales fabricantes son BorgWarner (Estados Unidos), Magna (Canadá), Aisin Seiki (Japón), Denso (Japón) y Bosch (Alemania). Todos ellos se han enfocado en productos con un alto valor agregado, mejorando la investigación y desarrollo en sus modelos de producción. Para el año 2007, según el estudio “*Desarrollando sectores de clase mundial en Colombia*” realizado por el MinCIT (2009), las ventas del mercado OEM² del sector autopartes fueron de 968 millones de dólares, de los cuales el tren automotriz participó con el 31% de las ventas.

A nivel mundial, los principales factores de crecimiento, que han ayudado a fortalecer el mercado de autopartes, han estado enfocados en las innovaciones tecnológicas basadas en eficiencia de combustible, así como en el entretenimiento y la información. Cada uno de los principales actores del sector automotriz a nivel mundial ha realizado modelaciones productivas, no solo para generar valor agregado a sus productos, sino además para que el producto final tenga las condiciones óptimas que el mercado necesita (ver Tabla 1).

Parte de los desarrollos que han tenido algunas de las empresas más grandes en el sector de autopartes a nivel mundial, se debe en gran medida al enfoque hacia la innovación de productos, mezclando el valor agregado para obtener mayores niveles de sofisticación. También, los avances en el sector se deben al uso de economías a escala, lo cual permite apalancar inversiones para obtener mayor utilización de sus capacidades. Otro factor importante en el mercado ha sido la competitividad de costos en materias primas, y el desarrollo tecnológico, incluyendo las inversiones en I+D y el recurso humano.

2.2. Sector autopartes en Colombia

En Colombia, las ventas y exportaciones del sector de autopartes están lideradas por el segmento del chasis (frenos, dirección, suspensión, tubos de escape, llantas y ruedas), y sus principales actores son: Fábrica Colombiana de Automotores S.A (Colmotores), Compañía Colombiana Automotriz (CCA), Hino y Sociedad de Fabricación de Automotores S.A (Sofasa).

² Original Equipment Manufacturer. Fabricante de equipos originales.

Tabla 1. Valor agregado en el sector autopartes a nivel mundial

Actor	Enfoque
	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnología de vehículos eléctricos a través de la innovación. • Producción masiva de baterías híbridas. • Liderar el desarrollo de baterías de litio.
	<ul style="list-style-type: none"> • Estableció una alianza tecnológica con PSA Peugeot Citroën para el desarrollo de tecnología híbrida diesel. • Su portafolio de autopartes incluye sistemas de combustible, sistemas de control de chasis, frenos, motores, arranques, multimedia, sistemas electrónicos y sistemas de dirección. • Realizó una alianza con Samsung SDI para desarrollar, fabricar y vender baterías de litio-ion para aplicaciones automotrices.
	<ul style="list-style-type: none"> • Se especializa en el desarrollo de partes de climatización para vehículos híbridos. • Fabricante número uno a nivel mundial de compresores eléctricos, pues desarrolló un compresor eléctrico con inductor incorporado. • Innovación en la gestión de motor, desarrollo del primer caudalímetro del mundo de conexión directa, insertado en el tubo de admisión de aire, lo que reduce el tamaño y el peso.

Fuente: McKinsey & Company (2009) y elaboración propia

Según la Asociación Colombiana de Fabricantes de Autopartes (ACOLFA), para el año 2014, el total de exportaciones de autopartes fue de USD FOB \$364.671.155, de ellas se tiene que las tres primeras empresas concentran el 98% de la producción, en términos de unidades (ACOLFA, 2012).

La informalidad en el sector se presenta más en la venta de repuestos que en la fabricación de las partes. Siguiendo la cadena de valor (ver Figura 2), la oferta de repuestos viene de empresas formales con estándares de calidad, los cuales les permiten ser competitivos en la industria. Esta es la razón por la que la competencia de insumos informales y de mercados negros es muy limitada, ya que adicionalmente se requiere personal calificado para la obtención y el mantenimiento de las certificaciones de calidad.

Por su parte, las ensambladoras presentan una alta sofisticación tecnológica, lo que, unido a la consolidación del sector, hace imposible la informalidad empresarial; así, el tiempo de operación de las empresas existentes ha derivado en la obtención y el mantenimiento de altos estándares de calidad, lo cual conlleva a la formalidad laboral en el ensamble. En cuanto a la distribución de autopartes, se presentan condiciones de informalidad en el mercado, pero se considera que su impacto es muy bajo.

El último actor de la cadena, los jugadores post-venta, comprende los servicios relacionados con el mercado de repuestos, tanto nuevos como usados. Aquí se identifica un mercado de contrabando que afecta al sector de autopartes, según ACOLFA, en el año 2009, se estimó que el mercado negro podría superar los USD\$ 2 mil millones.

En cuanto a la inversión realizada, de acuerdo con ACOLFA, esta ha estado centrada en el sector eléctrico y en la fabricación y el ensamblaje de chasis a través de: la capacidad instalada, que está relacionada con el desarrollo de herramientas y estrategias para la producción de nuevas partes; la calidad, enfocada en la implementación de nuevos procesos para el cumplimiento de requisitos de calidad y alianzas tecnológicas; el acceso a nuevos mercados, por medio de la compra de plantas de producción y el licenciamiento de marcas con presencia local.

Según el informe realizado por el MinCIT (2009), las principales causas que afectan la productividad del sector de autopartes en Colombia son: oferta de productos de menor valor agregado, menor capacidad instalada, desventajas en la estructura de costos y menor intensidad de capital. Este mismo informe asegura que las partes que Colombia produce no tienen un alto grado de sofisticación; también alude a que el sector debería enfocarse en segmentos específicos para lograr integrarlos por medio de investigación, desarrollo e innovación.

2.3. Consideraciones

En el informe entregado por el MinCIT, sobre la situación del sector de autopartes, se identificaron oportunidades de mejora para lograr que el sector tenga un crecimiento constante y que incursione y se mantenga en el mercado internacional:

- Aprovechamiento de PROCOLOMBIA³ para acceder a mercados externos.
- Desarrollar habilidades de inteligencia en mercados del sector autopartes.
- Racionalizar los modelos de desarrollo de componentes estándar.

³ PROCOLOMBIA es una entidad que promueve las exportaciones colombianas, por medio de apoyo y asesoría a empresarios nacionales en el mercado internacional, a través del diseño y ejecución de planes exportadores.

- Realizar inversiones conjuntas en I+D.
- Desarrollar capacidades de diseño local de productos.
- Optimizar los márgenes de distribución y reducir la informalidad en la postventa.
- Minimizar los costos logísticos por demoras.
- Realizar la coordinación general en compra de materia prima.

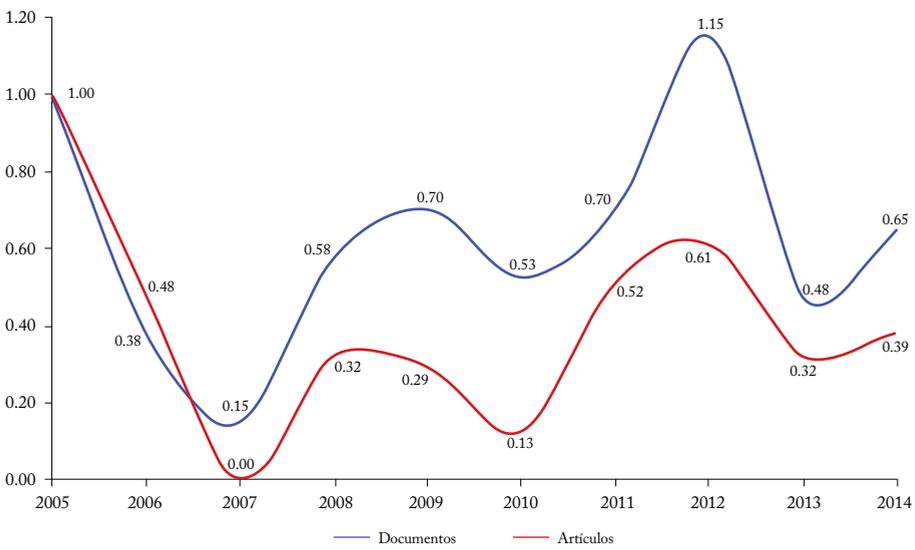
El sector de autopartes en Colombia tiene grandes retos en el mercado internacional para convertirse en líder o por lo menos llegar a ser más competitivo. Este debe enfocarse en la fabricación de piezas de alta calidad, reconocer nuevas tecnologías en sus procesos productivos e invertir más en investigación para el desarrollo de innovaciones.

3. Análisis de las Capacidades en Ciencia y Tecnología del Sector Autopartes

El sector autopartes muestra una producción variable de artículos y documentos como resultado de las investigaciones realizadas durante el período 2005-2014, siendo el año 2012 el de mayor producción (ver Figura 4) con un total de 646 documentos, de los cuales 431 son artículos, con un porcentaje de colaboración internacional en el 50,93% de los documentos. Las instituciones que evidencian una mayor producción en Colombia son la Universidad de Antioquia, la Universidad Nacional y la Universidad Pontificia Bolivariana. En cuanto a áreas del conocimiento, estas son diversas. En el caso colombiano, se destacan las ciencias de los materiales (polímeros, revestimientos, películas y multidisciplinarios, entre otros), la metalurgia, la ingeniería mecánica, la ingeniería de manufactura y la investigación de operaciones y gestión, lo que indica que la investigación que se produce en el país para el sector de autopartes es variada y brinda grandes posibilidades para continuar fortaleciéndolo.

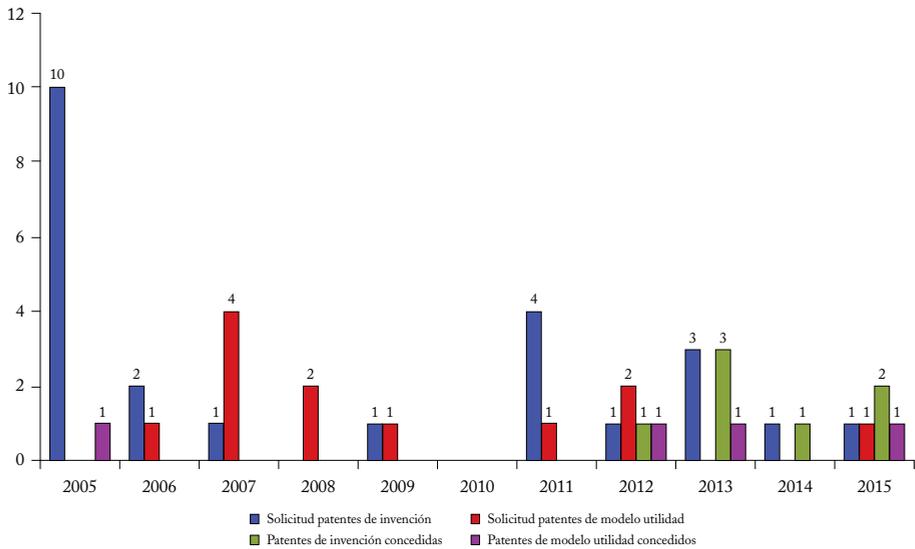
Para este sector, en el país, entre los años 2005-2015, la solicitud y el otorgamiento de patentes ha sido limitado, teniendo en cuenta el sector B60 que incluye principalmente ruedas (B60B), frenos (B60T), calefacción y refrigeración (B60H), conexiones (B60D) y suspensión (B60G). El sector cuenta con 24 solicitudes de patentes y modelos de utilidad, se le han otorgado 7 patentes de invención y 4 modelos de utilidad en el período de tiempo estudiado (ver Figura 5). Estas cifras evidencian que en este sector

Figura 4. Tendencia de los productos resultados de investigación en el sector autopartes de Colombia, 2005-2014



Fuente: Elaboración propia a partir de consultas en WoS y Scopus

Figura 5. Patentes y modelos de utilidad solicitadas y concedidas en el sector autopartes de Colombia, 2005-2014

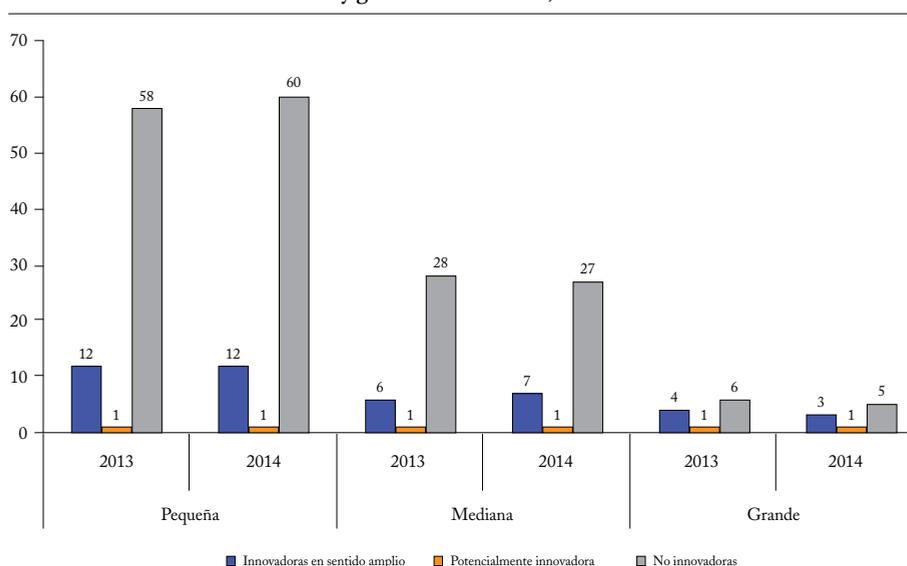


Fuente: Elaboración propia a partir de consultas en la Superintendencia de Industria y Comercio

se requiere fortalecer la investigación para viabilizar la generación de invenciones que sean útiles, especialmente, encaminadas a obtener mejoras de la productividad y la calidad de sus productos.

Las encuestas de innovación del DANE reflejan que existe un interés por las capacidades de innovación del sector de autopartes, en la medida en que aumentaron las inversiones: durante el año 2013, estas fueron de 755 millones de pesos, aproximadamente, mientras que, en el 2014, de 3.500 millones de pesos. Dichas inversiones se focalizaron en la adquisición de maquinaria y equipos y de tecnologías de la información y la comunicación, así mismo en asistencia técnica y consultoría. De esta manera, se introdujeron 40 innovaciones en bienes o servicios nuevos únicamente para la empresa (ya existían en el mercado nacional y/o en el internacional) y 14 innovaciones de bienes o servicios significativamente mejorados para la empresa (ya existían en el mercado nacional y/o en el internacional). Este sector no cuenta con empresas innovadoras en sentido estricto, priman las empresas que no lo son y se observa interés de las pequeñas empresas por realizar innovaciones (ver Figura 6).

Figura 6. Distribución de empresas del sector autopartes por tamaño y grado de innovación, 2013-2014



Fuente: Basado en Dane, EDIT VII

El sector cuenta con 25 certificaciones de proceso y 5 de producto. Los impactos de la innovación que resalta el sector autopartes están relacionados con mejoras en la calidad de bienes o servicios, aumento de la productividad y ampliación de la gama de bienes o servicios. Se considera que la escasez de recursos propios, la facilidad de imitación por terceros, la baja rentabilidad de la innovación y la incertidumbre frente a la demanda de bienes y servicios novedosos son los mayores obstáculos para la innovación del sector. Todos estos elementos evidencian la importancia de establecer lineamientos y estrategias adecuados a los requerimientos del sector en el tema de innovación, de tal manera que se logre aumentar su desarrollo, esto especialmente en la pequeña y la mediana empresa.

4. Normativa y requerimientos de medición en el sector autopartes

En esta sección se realiza una síntesis de los reglamentos técnicos de obligatorio cumplimiento y de las normativas técnicas colombianas no obligatorias y/o voluntarias en el sector de autopartes. El cumplimiento de estas normativas, principalmente por parte de los fabricantes y los demás eslabones de la cadena de valor, permite el desarrollo y fortalecimiento del sector, encaminado a la calidad, la productividad y la innovación en la elaboración de autopartes con estándares mínimos de fabricación.

4.1. Reglamentos técnicos de obligatorio cumplimiento

En el sector de autopartes, los reglamentos técnicos de obligatorio cumplimiento son legislados por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Estos tienen como propósito asegurar la calidad de sus exportaciones, la protección de la salud y la vida de las personas, la protección del medio ambiente y/o la prevención de prácticas que pueden inducir al error. A la fecha, sólo están reglamentados los frenos, las llantas, los cinturones de seguridad y los vidrios. Los reglamentos técnicos de obligatorio cumplimiento para este sector son los siguientes:

Resolución 481 – 4 de marzo (2009): por la cual se expide el Reglamento Técnico para llantas neumáticas que se fabriquen, importen, reencachen y comercialicen para uso en vehículos automotores y sus remolques. Su objetivo es prevenir o minimizar riesgos para la vida e integridad de las personas, ocasionados por fallas en las llantas, tanto nuevas como

reencauchadas, así como la prevención de prácticas que puedan inducir a error a los consumidores.

Resolución 4983 – 13 de diciembre (2011): por la cual se expide el reglamento técnico aplicable a sistemas de frenos o sus componentes para uso en vehículos automotores o en sus remolques, que se importen o se fabriquen nacionalmente para su utilización o comercialización en Colombia. Su objetivo es propender por la seguridad de los sistemas de frenos y algunos de sus componentes para uso en vehículos automotores o en sus remolques, con el fin de proteger a los peatones, el conductor y los pasajeros, así como para prevenir prácticas que puedan inducir a error a los usuarios o consumidores que los adquieran o empleen.

Resolución 1949 – 17 de julio (2009): por la cual se expide el reglamento técnico aplicable a cinturones de seguridad para uso en vehículos automotores, que se fabriquen, importen o comercialicen en Colombia. Su objetivo es establecer medidas tendientes a prevenir o minimizar riesgos para la vida e integridad de las personas que ocupan vehículos automotores, en caso de accidentes, aceleración o desaceleración abrupta del vehículo, a través del cumplimiento de requisitos técnicos de desempeño de los cinturones de seguridad, así como prevenir prácticas que puedan inducir a error a los consumidores.

Resolución 322 – 19 de abril (2002): por la cual se expide el Reglamento Técnico para acristalamientos de seguridad que se fabriquen, importen o comercialicen para uso en vehículos automotores y sus remolques, que circulen en Colombia. Sus objetivos son: a) minimizar o prevenir riesgos para la vida y la salud humana, reduciendo los riesgos de accidente corporal resultante de un impacto con una superficie acristalada, asegurar la transparencia de parabrisas y ventanas del vehículo y de sus remolques para la visibilidad del conductor y minimizar la posibilidad de que los ocupantes del vehículo pasen a través de parabrisas y ventanas en caso de colisión. b) Prevenir prácticas que puedan inducir a error a los consumidores.

Resolución 934 – 21 de abril (2008): por la cual se expide el Reglamento Técnico para acristalamientos de seguridad resistentes a las balas para uso en vehículos automotores y sus remolques, tanto de fabricación nacional como importados, para su comercialización en Colombia. Sus objetivos son: a) minimizar o prevenir riesgos para la vida y la salud humana y b) prevenir prácticas que puedan inducir a error a los consumidores.

4.2. Normativas técnicas

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC) tiene como propósito, en su campo de normalización, promover, desarrollar y guiar la aplicación de Normas Técnicas Colombianas y demás documentos normativos para la obtención de una economía óptima de conjunto, el mejoramiento de la calidad y facilitar las relaciones cliente-proveedor a nivel empresarial, nacional o internacional. (Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC), 2016). Las Normas Técnicas para el sector autopartes se describen en la Tabla 2.

Tabla 2. Normativa Técnica colombiana sector autopartes

Norma	Resumen	Fecha de ratificación
NTC 1012	Se ocupa de las dimensiones estándar, las tolerancias y los métodos de medida de las poleas y correas en v, en los mecanismos de transmisión automotriz que emplean ese tipo de correas.	1993/06/16
NTC 1021	Establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben someterse los tubos de acero de doble pared para usos generales en vehículos automotores.	1981/08/19
NTC 1059	Establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben someterse las lámparas exteriores.	1975/11/19
NTC 1090	Establece los requisitos que deben cumplir las chupas moldeadas con un diámetro de 51 mm (2 pulgadas) e inferior.	2015/10/15
NTC 1098	Establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben someterse las mangueras flexibles no metálicas.	1996/10/23
NTC 1139	Establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben someterse las ruedas destinadas al uso de automóviles de pasajeros.	1976/09/22
NTC 1298	Establece los métodos de ensayo para las bobinas de encendido que se usan en sistemas de ignición.	2001/09/26
NTC 1390	Especifica las bujías de encendido usadas para los motores de combustión interna.	1997/09/17
NTC 1392	Establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben someterse las campanas (tambores) en fundición gris, empleadas en los sistemas de frenos para vehículos de carretera.	2008/04/30
NTC 1408	Establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben someterse los pasadores utilizados en el sistema de dirección de vehículos automotores.	1978/06/14
NTC 1441	Establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben someterse los filtros de aceite de flujo completo para uso en automotores, tanto de cartucho como de unidad sellada.	2003/10/22

Continúa

Norma	Resumen	Fecha de ratificación
NTC 1467	Contiene definiciones, generalidades, especímenes que deben ensayarse sobre materiales para vidrio - acristalamiento - de seguridad, utilizados en vehículos de seguridad y en equipos para vehículos automotores que operan en carreteras.	2001/11/28
NTC 1501	Especifica tanto el contenido como la estructura de un signo o señal con el fin de establecer, sobre una base mundial, la identificación de los fabricantes de vehículos de carretera.	2008/12/10
NTC 1526	Establece los requisitos mínimos de comportamiento y los ensayos tipo a los cuales debe someterse el sistema de frenos para automotores.	1979/11/28
NTC 1570	Disposiciones uniformes respecto a cinturones de seguridad y sistemas de retención para ocupantes de vehículos automotores.	2003/04/23
NTC 1705	Establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben someterse los semiejes traseros empleados en vehículos automotores hasta de un peso bruto vehicular de 6000 kgf.	1981/12/02
NTC 1710	Establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben someterse las grapas (pernos u) empleadas(os) como elementos de fijación de los resortes de suspensión de los vehículos automotores.	1982/02/17
NTC 1711	Especifica los amortiguadores telescópicos utilizados en sistemas de suspensión de todo tipo de vehículo automotor de carretera.	2008/12/10
NTC 1765	Establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben someterse las barras de acero empleadas en la fabricación de resortes helicoidales de suspensión para vehículos automotores.	1982/09/01
NTC 1783	Establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben someterse los discos empleados en los sistemas de frenos de los vehículos de carretera.	2008/04/30
NTC 1815	Establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben someterse las bocinas eléctricas empleadas en los vehículos automotores.	1982/12/01
NTC 2181	Establece características dimensionales de tuercas planas de fijación de ruedas.	1996/10/23
NTC 2406	Especifica un método de ensayo y medición de la deformación por compresión de las bandas de freno o conjuntos de pastillas de freno debido a carga y temperatura, también proporciona un método de ensayo para evaluar el hinchamiento y el crecimiento del material de fricción.	2011/08/17
NTC 2430	Esta norma tiene por objeto establecer los métodos de ensayo a los que se deben someter las prensas de embrague tipo seco y placa simple.	1988/06/01
NTC 2583	Contiene materiales y procesos, características del acero, requisitos mecánicos y de desempeño y rotulado para pernos de ruedas.	1990/08/15
NTC 2762	Esta norma tiene por objeto evaluar las características de rendimiento de los filtros de combustibles para motores mediante pruebas de bancos.	1990/09/05

Continúa

Norma	Resumen	Fecha de ratificación
NTC 2859	Brinda criterios de diseño y sugiere proporciones dimensionales, las cuales pueden ser usadas para pernos de bola.	1991/03/06
NTC 2919*	Aplica a los dispositivos de seguridad destinados para niños e instalados en vehículos automotores de tres ruedas o más.	1991/08/21
NTC 2923	Especifica las características principales de las correas sin fin para transmisiones sincrónicas automotrices, tal como la del árbol de levas, cigüeñal. Incluye: dimensiones nominales de los dientes, paso, tolerancias del ancho, tolerancias de la longitud primitiva, especificaciones para las mediciones de la longitud primitiva.	1991/08/21
NTC 2924	Especifica las características de las poleas para aplicaciones en automotores de transmisiones sincrónicas con correa sin fin.	1999/04/28
NTC 3964	Presenta los requisitos de funcionamiento para los sistemas de frenos de vehículos de motor destinados para uso en carreteras.	1996/10/23
NTC 3990	Especifica el contenido y la estructura de un código con el fin de establecer, sobre una base mundial, la identificación de los fabricantes de partes para vehículos de carretera.	1996/10/23
NTC 4177	Establece un procedimiento de laboratorio para evaluar las propiedades de colisión, ante un impacto axial contra la orilla de un andén, de una rueda fabricada total o parcialmente de aleaciones livianas.	1997/07/23
NTC 4210	Define los requisitos y características de los bancos de prueba necesarios para asegurar resultados uniformes en bombas de inyección de combustible. Contiene definiciones, requisitos dinámicos y clasificación del producto.	1997/08/27
NTC 4322	Especifica métodos de ensayo relacionados con los requisitos de seguridad para todos los materiales de vidrio de seguridad en un vehículo de carretera.	1997/11/26
NTC 4430	Especifica tres métodos de laboratorio para el ensayo de algunas características de resistencia esenciales de las ruedas de disco, ruedas de radio y rines.	1998/07/22
NTC 4459	Especifica las características principales de las bujías de encendido m18 x 1,5 con asiento plano y alojamiento para la cabeza del cilindro, para uso en motores de encendido con bujía.	1998/08/26
NTC 906	Esta norma tiene por objeto establecer un método para determinar el rendimiento de los filtros de aceite de los motores de combustión interna.	1998/08/26
NTC 964	Establece la nomenclatura, la designación, el rotulado y las unidades de medición de ruedas y rines.	1998/10/28
NTC 2098	Especifica las propiedades mecánicas de los pernos, tornillos y bulones fabricados de acero al carbono y de acero aleado cuando se ensayan a un intervalo de temperatura ambiente de 10° a 35°C.	2006/12/22
NTC 2502-1	Cubre los requisitos químicos metalúrgicos y mecánicos para dos tipos de pernos de ruedas de vehículos de pasajeros y carga.	2005/12/22

Continúa

Norma	Resumen	Fecha de ratificación
NTC 2502-2	Cubre los requisitos químicos, metalúrgicos y mecánicos para dos tipos de pernos de ruedas de vehículos de pasajeros y carga.	2005/12/22
NTC 5789	Describe un procedimiento de ensayo para evaluar la influencia de la presión, la temperatura y la velocidad lineal en el coeficiente de fricción de un material específico (rotor o tambor).	2010/10/20
NTC 5964	Especifica las pruebas y los requisitos metroológicos y técnicos para instrumentos de medición que sirven para determinar las fracciones de volumen de ciertos componentes de los gases de escape que emanan de los vehículos a motor.	2012/12/12
NTC – ISO 16949	Especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad cuando una organización necesita demostrar su capacidad para proporcionar regularmente productos que satisfagan los requerimientos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables. Además, aspira a aumentar la satisfacción del cliente a través de la aplicación eficaz del sistema, incluidos los procesos para la mejora continua del sistema y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables.	2009/11/18

Fuente: Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC), 2016.

5. Necesidades Metroológicas del sector Autopartes

Esta sección identifica las necesidades metroológicas básicas del sector de autopartes en Colombia. La Organización Nacional de Acreditación (ONAC) es la encargada de avalar los laboratorios en Colombia para realizar las pruebas de calidad de las autopartes importadas y/o producidas en el país, de acuerdo con lo establecido por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. A la fecha, en el sector se encuentran reglamentados frenos, llantas, cinturones de seguridad y vidrios. Para ello, a continuación, se presentan las necesidades identificadas en cada una de las partes reglamentadas.

i) Sistema de frenos o sus componentes, importados, fabricados o comercializados en Colombia

En el país, el laboratorio acreditado para la realización de pruebas del sistema de frenos y sus componentes para vehículos automotores es Incolbest⁴. En este laboratorio se realizan pruebas de resistencia de materiales, se verifica el funcionamiento de pistones y cilindros, operación del sistema de frenos en humedad, durabilidad a alta temperatura y resistencia a la

⁴ Incolbest S.A. es la empresa número uno en la producción y comercialización de materiales de fricción y sistemas de frenos en la Región Andina, con reconocimiento internacional.

corrosión, entre otros. Los componentes del sistema de frenos, a los que es necesario realizarle pruebas, y las necesidades que estos deben satisfacer se describen en la Tabla 3.

Tabla 3. Necesidades metroológicas de componentes del sistema de frenos

Componente	Necesidades metroológicas
Líquidos para frenos utilizados en sistemas de frenos hidráulicos.	<ul style="list-style-type: none"> • Aspecto general del líquido. • Punto de ebullición con reflujo. • Viscosidad Cinemática a -40 y 100 °C. • Valor de pH. • Estabilidad del líquido a alta temperatura. • Corrosión. • Fluidez y aspecto a altas temperaturas (-40 y -50 °C). • Evaporación. • Tolerancia al agua (-40°C y a 60°C). • Compatibilidad (-40°C y a 60°C). • Resistencia a la oxidación. • Efectos sobre las chupas. • Prueba de funcionamiento (Servicio simulado). • Color del líquido.
Mangueras ensambladas para sistemas de frenos hidráulicos, que usan líquido para frenos no derivados del petróleo.	<ul style="list-style-type: none"> • Presión hidrostática. • Constricción. • Expansión. • Resistencia al estallido. • Compatibilidad del líquido para frenos. • Conexión flexible. • Resistencia a la tracción o tensión. • Absorción de agua. • Doblado en frío. • Resistencia al ozono bajo condiciones dinámicas. • Resistencia al impulso en caliente. • Cámara salina.
Chupas para cilindros de accionamiento hidráulico.	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a los fluidos a temperatura elevada. • Precipitación. • Ciclado con presión y calor en el cilindro de rueda. • Ciclado con presión y calor en el cilindro maestro. • Funcionamiento a baja temperatura. • Envejecimiento en horno. • Resistencia a la corrosión. • Resistencia a la corrosión en almacenaje.
Sellos de caucho para cilindros de sistemas de frenos hidráulicos de disco.	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia al líquido a temperatura elevada – estabilidad física. • Resistencia al líquido a temperatura elevada. • Características de precipitación. • Resistencia a temperaturas en aire seco. • Carrera del pistón a temperatura ambiente. • Carrera del pistón a alta temperatura. • Fugas a baja temperatura. • Ciclado en almacenamiento con humedad para corrosión.

Continúa

Componente	Necesidades metroológicas
Material de fricción para sistemas de frenos (bandas, bloques y pastillas).	<ul style="list-style-type: none"> • Hinchamiento y crecimiento. • Coeficiente de fricción. • Resistencia al corte. • Compresibilidad. • Resistencia al cizallamiento.
Campanas (Tambores) en fundición gris.	<ul style="list-style-type: none"> • Dureza. • Resistencia a la tracción • Excentricidad (Run – Out). • Desbalanceo. • Acabado superficial del área de frenado.
Cilindros maestros de sistemas de frenado hidráulico.	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación y liberación sin restricción. • Orificio de compensación. • Válvula de presión residual. • Estanqueidad hidráulica. • Desplazamiento del líquido. • Recarga. • Resistencia física. • Operación en humedad. • Durabilidad a alta temperatura. • Fuga estática. • Resistencia a la corrosión en almacenamiento. • Capacidad del depósito. • Agotamiento del líquido en el depósito.
Cilindros de rueda para sistemas de frenado hidráulico de frenos de campana.	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de retorno del pistón. • Resistencia al ozono. • Estanqueidad hidráulica. • Resistencia física. • Operación en humedad. • Durabilidad a alta temperatura. • Resistencia a la corrosión durante el almacenamiento. • Fuga estática. • Inspección final.
Discos en fundición gris	<ul style="list-style-type: none"> • Dureza. • Resistencia a la tracción • Acabado superficial del área de frenado. • Alabeo (Run — Out). • Paralelismo entre caras. • Desbalanceo.

Fuente: Basado en la Resolución 4938, 2011 del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

ii) Llantas neumáticas nuevas de fabricación nacional, importadas y que se rencauchen en Colombia

Actualmente, dos laboratorios se encuentran acreditados para la realización de pruebas de llantas neumáticas para vehículos automotores, estos

son Testing & Tire⁵ y LASEV S.A.S. En el laboratorio Testing & Tire se hacen pruebas de resistencia, penetración, desgaste y desempeño a alta velocidad, en llantas para vehículos livianos; mientras que Lasev se encarga de verificar los neumáticos para buses y camiones con pruebas de penetración, resistencia, desempeño y carga. Las necesidades metrológicas que se identificaron para las llantas neumáticas nuevas y reencauchadas se describen en la Tabla 4.

Tabla 4. Necesidades metrológicas llantas neumáticas

Tipo de llanta	Necesidades metrológicas
Llanta nueva	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la velocidad. • Resistencia a la penetración. • Aguante. • Resistencia del desasentamiento de la pestaña.
Llanta reencauchada	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la velocidad. • Aguante. • Proceso de reencauche.

Fuente: Basado en la Resolución 0481, 2009 del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

Según la Resolución 0481 (2009), elaborada por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, la definición de las necesidades metrológicas que se evidencian en llantas neumáticas se presenta a continuación.

- Resistencia a la velocidad: las llantas neumáticas nuevas deben estar en capacidad de soportar los límites máximos de velocidad para los cuales fueron diseñadas.
- Resistencia a la penetración: la energía de penetración que debe resistir la llanta neumática nueva no deberá ser menor a las consideradas en el ensayo correspondiente.
- Aguante: las llantas neumáticas nuevas no deben mostrar separación de sus lonas, de la banda de rodamiento, ni de la pestaña cuando se sometan a una carga determinada, en un periodo específico de tiempo.

⁵ Testing & Tire es la empresa acreditada por la Organización Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC) para la realización de pruebas de calidad de llantas y neumáticos.

- Resistencia del desasentamiento de la pestaña: la llanta debe soportar una mínima carga lateral sin desacomodarse de la pestaña del rin y así prevenir pérdida de aire.

iii) Cinturones de seguridad, fabricados, importados o comercializados para uso en vehículos automotores en Colombia

Para la realización de pruebas de calidad de cinturones de seguridad usados en vehículos automotores en el país, aún no existe un laboratorio acreditado por la Asociación Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC). La Tabla 5 describe las necesidades metroológicas que deben cumplir los cinturones de seguridad.

Tabla 5. Necesidades metroológicas en cinturones de seguridad

	Necesidades metroológicas
Cinturones de seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la corrosión. • Micro deslizamiento. • Acondicionamiento de las cintas por luz. • Acondicionamiento de las cintas por temperatura y humedad. • Acondicionamiento de las cintas en frío. • Acondicionamiento de las cintas en calor. • Acondicionamiento por abrasión. • Resistencia a la rotura (estática). • Resistencia al polvo. • Durabilidad del mecanismo de retracción. • Fuerzas ejercidas en mecanismo de retracción.

Fuente: Basado en la NTC 1570. Tercera actualización del ICONTEC

iv) Acristalamientos de seguridad fabricados, importados o comercializados para uso en vehículos automotores en Colombia

En Colombia, las pruebas de calidad para acristalamientos laminados y templados son realizadas por Vitro Colombia⁶. En sus laboratorios se llevan a cabo pruebas en donde se verifica la transmisión y estabilidad luminosa, la resistencia a la humedad y la alta temperatura; además, se desarrollan distintas pruebas de impacto y fragmentación, visibilidad y

⁶ Vitro Colombia es la única empresa que cuenta con un laboratorio acreditado para vidrio de seguridad en Colombia, donde se realizan las pruebas necesarias para poder certificar que los productos cumplan con los requisitos y estándares de calidad para su comercialización en Colombia y otros países del mundo.

distorsión óptica, entre otras. Las necesidades metroológicas identificadas en los acristalamientos de seguridad se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Necesidades metroológicas en acristalamientos de seguridad

	Necesidades metroológicas
Acristalamientos de seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilidad luminosa. • Transmisión luminosa. • Resistencia a la humedad. • Resistencia a la temperatura. • Resistencia mecánica. • Calidad óptica. • Resistencia al medio ambiente. • Resistencia a la abrasión. • Resistencia química. • Resistencia a la inflamabilidad. • Resistencia a los cambios de temperatura.

Fuente: Basado en la Resolución 0322, 2002 del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

Según la Resolución 0322 del 2008 del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, la definición de las necesidades metroológicas que se evidencian en acristalamientos de seguridad son las siguientes:

- Estabilidad luminosa: la propiedad de transmisión luminosa del acristalamiento de seguridad no deberá reducirse en más de un cierto límite de su valor original, tras una exposición prolongada a la radiación.
- Transmisión luminosa: los acristalamientos de seguridad destinados al uso en automotores deben permitir la visibilidad correcta del conductor.
- Resistencia a la humedad: los acristalamientos de seguridad deben soportar adecuadamente la exposición prolongada a la humedad atmosférica.
- Resistencia a la temperatura: los acristalamientos de seguridad deben resistir con éxito la exposición prolongada a la humedad atmosférica.
- Resistencia mecánica: los acristalamientos de seguridad deben tener una mínima resistencia para soportar el impacto de proyectiles desde el exterior o para evitar, en el caso de un choque, que

los ocupantes del vehículo pasen a través de ellos. Además, deben minimizar los riesgos y las heridas graves de los ocupantes.

- Calidad óptica: los acristalamientos de seguridad no deben provocar deformación y/o desviaciones notables de los objetos vistos a través del parabrisas.
- Resistencia al medio ambiente: los acristalamientos de seguridad deben superar con éxito una exposición prolongada a la intemperie.
- Resistencia a la abrasión: los acristalamientos de seguridad, una vez montados en el vehículo, deben ofrecer resistencia a la abrasión.
- Resistencia química: los acristalamientos de seguridad deben ofrecer un mínimo de resistencia química a los productos químicos utilizados para fines de limpieza.
- Resistencia al fuego: los acristalamientos de seguridad en plástico o vidrio-plástico deben ofrecer un efecto retardante al fuego.
- Resistencia a los cambios de temperatura: los acristalamientos de seguridad deben estar en capacidad de resistir cambios de temperatura sin sufrir ningún deterioro.

6. Desarrollo y Perspectivas del sector autopartes

Para el sector de autopartes en Colombia, es importante tener un punto de referencia entre la producción, el comercio, la academia y la investigación, que permita visualizar sus necesidades metroológicas, con el fin de formular estrategias y políticas que apoyen a las empresas del sector productivo a optimizar su desempeño (Rueda & Velasco, 2006). Para ello, a continuación, se presentan necesidades básicas del sector a partir de entrevistas realizadas a: la Asociación Colombiana de Fabricantes de Autopartes (ACOLFA), la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI) y el Centro de Desarrollo Tecnológico de la Industria Automotriz Colombia (TECNNA).

6.1. Identificación de necesidades

El rol que juegan las organizaciones en la cadena productiva del sector autopartes es de vital importancia, en la medida que generan valor al proceso productivo. ACOLFA es la asociación representante de los empresarios. Agremia 45 empresas del sector y vela por sus intereses; también se ha encargado de la promoción y el desarrollo de la industria del sector a través de foros, capacitaciones y talleres. TECNNA, por su parte, como centro

de desarrollo tecnológico, ubicado en Cali, se encarga de certificaciones (homologación y pruebas) para la industria colombiana. Actualmente, se busca crear un centro para que los vehículos automotores sean validados y homologados; se aspira a que este sea el primer laboratorio acreditado por el Organismo Nacional de Acreditación (ONAC).

i) Mercados hacia donde se encuentra orientada la línea de producción del sector Automotor

En Colombia, el mercado ha estado orientado a ofrecer productos a nivel nacional, ciñéndose a las especificaciones técnicas requeridas para cada parte de un vehículo. Adicionalmente, se está trabajado en cumplir con especificaciones internacionales con el fin de dar valor agregado a los productos que se promocionan. Es importante mencionar que la oferta del sector está enfocada en cumplir con las necesidades que dispongan las grandes ensambladoras, como COLMOTORES, Sociedad de Fabricación de Automotores (SOFASA), Fotón, Autotécnica Colombiana (AUTECO), Yamaha Motor, Honda Motor Ltda. y Suzuki Motor.

El mercado de las empresas cuenta con mecanismos de transferencia tecnológica a nivel nacional, así como alianzas con casas matrices internacionales, con el fin de ampliar el negocio. Además, se ha evidenciado la compra de compañías nacionales por parte de empresas extranjeras.

Se puede asegurar que, si bien la orientación del sector autopartes es el mercado internacional, podrían desarrollarse mecanismos que propendan al fortalecimiento de la industria nacional, a través de la inclusión de experiencias innovadoras en sus procesos.

ii) Estrategias para incentivar la competitividad

Como mecanismo para el fomento de la productividad y competitividad a nivel nacional, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, por medio de su Programa de Transformación Productiva (PTP), ha brindado sostenibilidad al sector, logrando articular las empresas, el gremio y el gobierno, con el fin de dar institucionalidad productiva.

Así mismo, se ve la necesidad de mejorar más en los procesos que en los productos, pues el gremio afirma que las especificaciones técnicas en cuanto a la pieza final se encuentran dadas, bien sea por las normas técnicas que así lo establecen o por las necesidades propias de los clientes. Las inno-

vaciones en los procesos podrían beneficiar a las empresas ya que mejoran sus niveles de producción; sin embargo, estas corresponden a necesidades particulares de nuevos clientes.

Es importante mencionar que, como estrategia de competitividad, se está creando un Centro con el apoyo de Colciencias, con el objeto de identificar proyectos de investigación, desarrollo e innovación para el fortalecimiento del sector automotriz en Colombia (TECNNA).

iii) Valor agregado de la aplicación de Normas Técnicas

En cuanto a las normas técnicas, el sector de autopartes aplica de forma obligatoria aquellas relacionadas con la producción y certificación de frenos, llantas, vidrios y cinturones de seguridad. Las instituciones encargadas del cumplimiento y la certificación de las normas son: el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificaciones (ICONTEC), el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC) y la Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE), por sus siglas en inglés. Sin embargo, las normas para las partes que no se mencionaron anteriormente son de cumplimiento voluntario.

Para el sector de autopartes, el cumplimiento de las normas técnicas, tanto nacionales como internacionales, garantiza el mantenimiento de los clientes, ya que la calidad del producto ofrecido genera confianza y una imagen positiva en el mercado. Aunque existen diferencias entre las normas americanas y europeas, usualmente el sector prioriza las necesidades del cliente.

El valor agregado que genera la aplicación de normas hace que, en general, el sector pueda realizar procesos de producción más económicos, así como también pruebas de calidad encaminadas a garantizar a sus clientes productos certificados bajo las normas establecidas.

De acuerdo con los resultados de las entrevistas realizadas, se logró identificar, como necesidad prioritaria, la creación de laboratorios de pruebas, ya que estos permitirían optimizar la medición de los procesos. Los inventarios de pruebas y laboratorios, que se usan en el sector de autopartes, ayudarían a realizar el mapeo de las pruebas técnicas y de calidad que se llevan a cabo a nivel nacional, con el fin de disminuir los costos de pruebas que se realizan a nivel internacional.

iv) Otras necesidades y oportunidades del sector de autopartes

El sector autopartes enfrenta necesidades y oportunidades en términos de:

- Control y vigilancia: se debe propender por el cumplimiento de las normas y la Ley. Además, es importante generar una cultura del mantenimiento, por lo que se requiere contar con una infraestructura adecuada, en especial con una metrología de verificación.
- Infraestructura: se realizan pruebas al prototipo del modelo (proceso de calidad en línea); sin embargo, hacen falta más laboratorios.
- Requisitos técnicos: se debe avanzar en estudios de impacto relacionados con la infraestructura del sector.
- Demostración de la conformidad: los certificadores tienen poco alcance. Si no existen convenios internacionales para certificar, se deben realizar nuevamente las pruebas a nivel nacional o, incluso, exterior, situación que aumenta los costos. Adicionalmente, el reconocimiento mutuo de países se debe dar por sectores y no por países.
- Personal técnico: el talento humano encargado de velar por la salud y la seguridad no cuenta con expertos en producto y reglamentos.

Conclusiones

Este estudio analizó la cadena de valor del sector autopartes en Colombia, evidenciando logros que han permitido promover y mantener su competitividad y productividad al adoptar diferentes medidas, como son los reglamentos técnicos de obligatorio cumplimiento y las normativas técnicas colombianas no obligatorias y/o voluntarias, que han viabilizado la posibilidad de estandarización de los procesos y productos y que, además, permiten contar con productos de calidad, confiables y seguros.

Cada día, la cadena de valor del sector autopartes en Colombia enfrenta un mayor nivel de exigencia, debido a la existencia de empresas reconocidas a nivel mundial, que han logrado consolidarse en el tiempo al fomentar las buenas prácticas de producción, sustentadas en reglamentos técnicos y con el soporte de certificaciones con reconocimiento a nivel mundial, los cuales les han permitido la normalización de los procesos y el aumento de los requerimientos a nivel metrológico.

En Colombia, en el sector de autopartes se están realizando esfuerzos. Actualmente, se cuenta con laboratorios acreditados para realizar las pruebas de diferentes productos como llantas, vidrios y frenos, entre otros. De manera adicional, se está tomando conciencia en relación con la necesidad de aplicar diferentes reglamentos y normativas, que a pesar de ser voluntarias han sido aceptadas por el sector, y se ha formulado el programa de transformación productiva, permitiendo que este sector pueda incursionar en otros mercados, manteniendo su ventaja competitiva a nivel nacional.

Es importante seguir fortaleciendo la metrología que requiere el sector autopartes en Colombia, enfocándose en consolidar procesos más competitivos en calidad y precio, que le permitan incursionar con éxito en nuevos mercados a nivel internacional.

Por otra parte, el sector debe esforzarse para lograr satisfacer la demanda interna del mercado de autopartes, ofreciendo productos que cumplan con los estándares internacionales de calidad, minimizando los tiempos de respuesta a las necesidades específicas de los clientes, buscando como objetivo final la consolidación de nuevos procesos tecnológicos e innovadores en un sector dinámico y de cambio constante.

Es importante tener en cuenta que las empresas de autopartes en Colombia tienen una trayectoria corta en relación con aquellas que son líderes a nivel mundial. Sin embargo, se están realizando esfuerzos significativos para lograr cumplir con los estándares internacionales y que permitan ofrecer productos de calidad. Esto posibilita pensar en un crecimiento interno del sector, que a mediano plazo ayude a consolidar sus productos, tanto en el mercado local como en el internacional.

Referencias

- ACOLFA. (2015). *El sector automotor colombiano. Manual Estadístico # 35. 2015*. Bogotá: ACOLFA.
- Alles, M. (2005). *Dirección estratégica de Recursos Humanos Vol II-Casos*. Ediciones Granica.
- ANDI. (s. f.). Páginas - Inicio. Recuperado 16 de mayo de 2016, a partir de <http://www.andi.com.co/cinau>
- ANDI, & Fiducoldex. (2012). *Cámara de industria automotriz*.
- Chesbrough, H. W. (2006). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business Press.

- Cortés, J. A. Z., Benítez, A. F. Á., & Moreno, S. R. (2015). Caracterización del sector autopartes-automotor en Colombia. *Escenarios: empresa y territorio*, 2(2), 227–240.
- Herrera, R., & Quesada, A. (2013). Determinantes de la cadena de valor y la gestión de la innovación en el sector metalmecánico en Costa Rica. *Dirección y Organización*, (51), 18–32.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas. (2016). ¿Qué es la normalización? Recuperado 16 de mayo, a partir de <http://www.icontec.org/Ser/Nor/Paginas/Nor.aspx>
- Kaplinsky, R. (2000). Globalisation and unequalisation: What can be learned from value chain analysis? *Journal of development studies*, 37(2), 117–146.
- Macías Osorio, A. (2016, mayo 18). Necesidades metrológicas del sector Autopartes [Presencial].
- Ministerio de Comercio Industria y Turismo (MinCIT). (2009, mayo). Desarrollando sectores de clase mundial en Colombia. Informe final: Sector autopartes. Recuperado 13 de mayo de 2016, a partir de <https://www.ptp.com.co/documentos/Plan%20de%20Negocios%20Autopartes.pdf>
- MinCIT. (s. f.). Programa de Transformación Productiva - Los 16 sectores del PTP impulsaron los sólidos resultados del MinCIT, en los tres primeros años de gobierno. Recuperado 13 de mayo de 2016, a partir de <https://www.ptp.com.co/contenido/contenido.aspx?conID=385&catID=1>
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia. (21 de abril de 2009). Artículo 2. [Resolución 0481 de 2009]. Recuperado 15 de mayo de 2016 a partir de www.mincit.gov.co/descargar.php?idFile=1110
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia. (13 de diciembre de 2011). Artículo 2. [Resolución 4983 de 2011]. Recuperado 15 de mayo de 2016 a partir de www.mincit.gov.co/descargar.php?id=66087
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia. (17 de julio de 2009). Artículo 2. [Resolución 1949 de 2009]. Recuperado 15 de mayo de 2016 a partir de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=37072>

- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia. (21 de abril de 2008). Artículo 2. [Resolución 0934 de 2008]. Recuperado 15 de mayo de 2016 a partir de http://www.sic.gov.co/recursos_user/documentos/normatividad/att_00403.pdf
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia. (21 de abril de 2008). Artículo 3. [Resolución 0933 de 2008]. Recuperado 26 de mayo de 2016 a partir de www.mincit.gov.co/descargar.php?id=61680.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia. (19 de abril de 2002). Artículo 1. [Resolución 0322 de 2002]. Recuperado 26 de mayo de 2016 a partir de www.mincit.gov.co/descargar.php?idFile=817
- Morillo Moreno, M. C., & Márquez Gavidia, A. M. (2014). Análisis de la cadena de valor en el sector alimentos y bebidas de los municipios Libertador y Campo Elías del estado Mérida, Venezuela. *Agroalimentaria*, 20 (38), 53.
- Rueda, M. E. P., & Velasco, J. C. C. (2006). Estudio de las necesidades metroológicas del sector productivo en la región del nororiente colombiano. *Revista UIS ingenierías*, 5(1). Recuperado a partir de <http://revistas.uis.edu.co/index.php/revistauisingenierias/article/view/1765>
- SIC. (2012). *Boletín Tecnológico. Autopartes. Diseño de componentes*.

Capítulo 6

Conclusiones y buenas prácticas metroológicas para los tres sectores: café, cosmético y autopartes

Clara Inés Pardo*
Sylvia Patricia Fletscher**

La infraestructura de la calidad resulta relevante para las economías nacionales, toda vez que ayuda al desarrollo del comercio mundial bajo estándares internacionales e impulsa el desarrollo de competencias técnicas que brindan seguridad a los consumidores, lo cual, en términos de innovación y competitividad, genera ventajas competitivas en las cadenas de valor de las economías domésticas. La Infraestructura Nacional de la Calidad comprende los siguientes pilares: estandarización, metrología, calibración y metrología legal, certificación, acreditación y ensayos. El componente de *Metrología, calibración y metrología legal* es la ciencia de las mediciones correctas y confiables. En consecuencia, su papel es fundamental en la infraestructura de la calidad, por lo que se debe destacar el rol del Instituto Nacional de Metrología, considerado como el custodio y verificador de los patrones nacionales de referencia, pues es el encargado de obtener, conservar, desarrollar y difundir las unidades básicas de medición, manteniendo el más alto nivel en cuanto a estándares de calibración se refiere.

* Email: cpardo@ocyt.org.co

** Email: sfletscher@ocyt.org.co

Bajo la perspectiva anterior, en el presente documento se analizaron y desarrollaron, para tres sectores diferentes y heterogéneos de la economía nacional (café, autopartes y cosmético), los elementos clave de la metrología. Con este propósito, la metodología que se empleó en el estudio de esos sectores combinó las técnicas de investigación cuantitativa y cualitativa, lo que permitió, para cada sector, elaborar un diagnóstico, definir los principales eslabones de la cadena de valor, determinar sus capacidades, examinar la normativa, estudiar sus necesidades metroológicas y sus posibilidades de desarrollo y proyección. Las principales herramientas utilizadas para el levantamiento de la información fueron las entrevistas a expertos y el análisis de indicadores para evaluar capacidades de los sectores objeto de estudio.

En términos de metrología, las prácticas adecuadas y efectivas que se evidenciaron en los distintos sectores resultan relevantes a la luz de la importancia que el tema reviste en cuanto a calidad, seguridad, protección al consumidor, competitividad nacional e internacional, ventaja competitiva, innovación y desarrollo económico. En este sentido, a continuación, se mencionan para cada sector las prácticas positivas implementadas en términos metroológicos.

En primera instancia, en el sector cafetero los caficultores han generado mecanismos que les permiten un mayor acercamiento a la calidad y a distintas formas de producción responsables con el medio ambiente. El perfeccionamiento de los procesos de producción, comercialización y, por ende, la captura de mayores márgenes de ganancias se deben respaldar en una infraestructura de la calidad presente en toda la cadena de valor. Entre algunas de las buenas prácticas del sector cabe resaltar:

- El método Fermaestro para la verificación del punto de lavado del café en el proceso de fermentación que, de acuerdo con los caficultores, evidencia ventajas representadas en su objetividad, facilidad de uso y obtención de un café de calidad.
- Las máquinas despulpadoras desarrolladas por Cenicafé, por ejemplo, la Gaviota 300.
- Los métodos ecológicos de lavado del grano que ayudan a evitar la contaminación generada por este procedimiento. El hidrociclón

es un aparato que permite lavar el café, retira los granos y residuos de la masa de café.

- La tecnología denominada Becolsub, que posibilita la disminución del consumo de agua y la prevención de la contaminación producida por la pulpa y el mucílago en las fuentes de agua.
- Los equipos para control de emisión de los secadores se consideran elementos fundamentales para reducir el impacto ambiental ocasionado en el proceso de secado del café (algunos equipos a considerar son las secadoras de columnas, las secadoras de cabaletes y las secadoras rotativas para café).
- La tecnología ECOMILL, como instrumento que permite lavar mecánicamente café con mucílago degradado en el proceso de fermentación.
- El desarrollo de nuevos equipos para realizar el proceso de tostado; por ejemplo, en el año 2013 Vittoria presentó la BTVR-3 (Mohican), tostadora orientada a pequeñas producciones, con una capacidad de 3 kg de café verde.
- Los estudios para el tratamiento del agua, como los Sistemas Modulares de Tratamiento Anaerobio (SMTA), considerados como plantas de tratamiento de aguas residuales de lavado del café, desarrollados por Cenicafé para el procesamiento anaerobio de las aguas.

En segunda instancia, el sector cosmético cuenta con grandes oportunidades para convertirse en un sector competitivo a nivel internacional en términos de biodiversidad, el clima favorable de negocios, los acuerdos comerciales (como la Alianza del Pacífico), la creación de entidades para el fortalecimiento de la calidad, la innovación y el valor agregado en los productos, entre otros aspectos. El sector debe desarrollar capacidades para aprovechar el potencial existente, así como los servicios metroológicos que deben ser ofertados, principalmente, por los laboratorios que atienden las demandas del sector empresarial a nivel nacional para su posicionamiento como un referente de productividad e innovación en la región.

La falta de conocimiento por parte de las empresas cosméticas hace que, todavía, la metrología en el sector cosmético sea muy informal. Por ejemplo, se contratan laboratorios no acreditados que venden servicios de

calibración, los cuales son aceptados por los profesionales involucrados como equivalentes. Con respecto a los patrones de verificación, generalmente, no se accede a ellos debido a su alto costo; por lo tanto, no se hacen verificaciones y, en consecuencia, los controles en los equipos no son posibles.

De otra parte, los resultados muestran que las pequeñas y medianas empresas son fuertes en la adquisición de tecnología incorporada al capital, mientras que las empresas grandes se fortalecen en la adquisición de tecnologías no incorporadas al capital.

En tercera y última instancia, el sector autopartes tiene como gran reto ser más competitivo a nivel internacional; debe enfocarse en la fabricación de piezas de alta calidad, reconocer nuevas tecnologías en sus procesos productivos e invertir más en investigación para el desarrollo de innovaciones. Así mismo, el sector debe esforzarse para lograr satisfacer la demanda interna del mercado de autopartes, ofreciendo productos que cumplan con los estándares internacionales de calidad, minimizando los tiempos de respuesta a las necesidades específicas de los clientes, buscando como objetivo final la consolidación de nuevos procesos tecnológicos e innovadores en un sector dinámico y de cambio constante. A continuación, se referencian algunas prácticas evidenciadas por empresas del sector:

- El laboratorio acreditado para la realización de pruebas del sistema de frenos y sus componentes para vehículos automotores es Incolbest S.A., que efectúa pruebas de resistencia de materiales, verifica el funcionamiento de pistones y cilindros, operación del sistema de frenos en humedad, durabilidad a alta temperatura y resistencia a la corrosión, entre otros.
- El laboratorio Testing & Tire realiza pruebas de resistencia, penetración, desgaste y desempeño a alta velocidad, en llantas para vehículos livianos. Además, se encarga de verificar los neumáticos para buses y camiones con pruebas de penetración, resistencia, desempeño y carga.
- Las pruebas de calidad para acristalamientos laminados y templados son realizadas por Vitro Colombia, empresa que en sus laboratorios lleva a cabo pruebas en donde se verifica la transmisión y estabilidad luminosa, la resistencia a la humedad y alta temperatura. De igual

manera, efectúa distintas pruebas de impacto y fragmentación, visibilidad y distorsión óptica, entre otras.

Finalmente, la cadena de valor de los tres sectores objeto de estudio (café, cosmético y autopartes) debe mantenerse en un proceso continuo de mejoramiento y, además, incorporar procesos de innovación que se multipliquen a lo largo de los diferentes eslabones de la cadena productiva, lo que requiere de estrategias que incentiven la innovación y que permitan agregar valor a los productos ofrecidos por los distintos sectores, siempre propendiendo por el cumplimiento de estándares metroológicos a nivel legal, científico e industrial. Todo lo anterior, sustentado en el fomento de una cultura metroológica en cada segmento de la cadena de valor, lo que conllevará a ventajas competitivas y al incremento de las fuentes de innovación sectorial.

Este libro fue compuesto en caracteres Adobe Caslon
11.5 puntos, impreso sobre papel propal de 70 gramos
y encuadernado con método *hot melt* en marzo de 2017,
en Bogotá, D. C., Colombia

El libro *Elementos claves de metrología en tres sectores: café, autopartes y cosmético* ofrece a sus lectores un conjunto de perspectivas analíticas sobre la metrología en los tres sectores en mención. Este libro es el resultado del esfuerzo conjunto del Instituto Nacional de Metrología (INM) y el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT) en el marco del proyecto de inversión C-520-200-2, denominado “Fortalecimiento Investigación y Desarrollo en Metrología Nacional”, teniendo como uno de los objetivos específicos el de “Conocer las capacidades metrológicas, alcance e incertidumbre de los laboratorios nacionales”. Esperamos que este libro apoye los procesos de apropiación y empoderamiento de la metrología en los sectores de café, autopartes y cosmético para que puedan trascender hacia cadenas de valor basadas en la competitividad, fuente de innovación.

