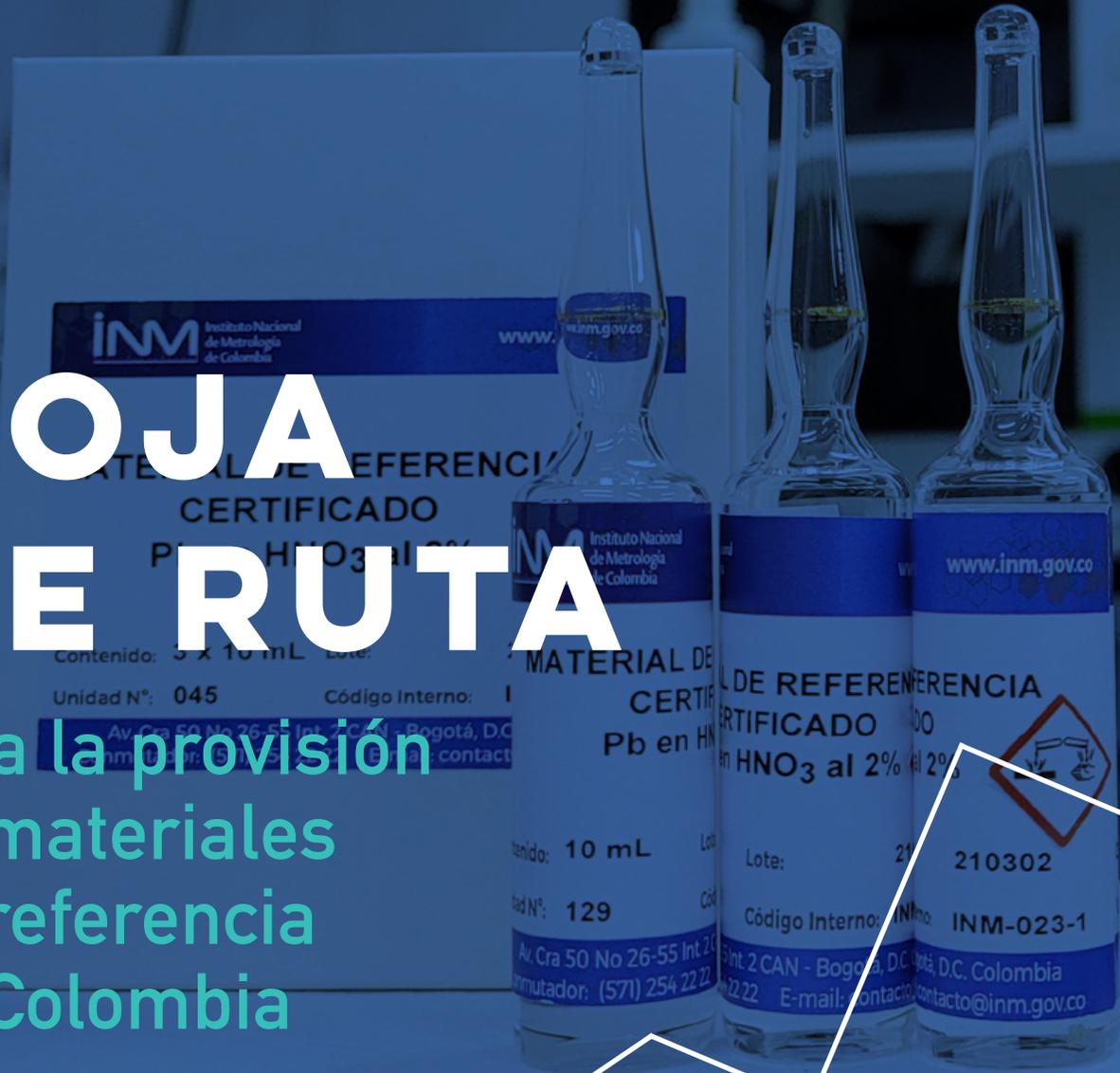


# HOJA DE RUTA

para la provisión de materiales de referencia en Colombia



## MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO

---

**Maria Ximena Lombana Villalba**

*Ministra de Comercio, Industria y Turismo*

## INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA

---

**Edwin Arvey Cristancho Pinilla**

*Director General*

**Rodolfo Manuel Gómez Rodríguez**

*Secretario General*

**Adriana Montenegro**

*Jefe de la Oficina Asesora de planeación*

**José Alvaro Bermúdez**

*Asesor de la dirección general*

**Erika Bibiana Pedraza Guevara**

*Subdirectora de servicios Metrológicos y atención al ciudadano*

**Álvaro Bermúdez**

*Subdirector de Metrología Física*

**Diego Alejandro Ahumada Forigua**

*Subdirector de Metrología Química y Biología*

## GQSP COLOMBIA: PROGRAMA DE CALIDAD PARA LA CADENA QUÍMICA

### Supervisión y Coordinación

---

**Juan Pablo Díaz-Castillo**

*Gerente de Proyecto y Oficial de Desarrollo Industrial de la ONUDI*

**Helen Jhoana Mier Giraldo**

*Coordinadora Técnica Nacional*

**Javier Francisco Fernández Rodríguez**

*Especialista Nacional de Calidad*

## EDICIÓN Y REDACCIÓN

---

Diego A. Ahumada F., Milena C. Cepeda, Javier F. Fernández R., Paula L. Sánchez, Juliana Serna S.

## DIAGRAMACIÓN

---

Subliminal Estudio de diseño

---

Para mayor información , contacte a:

Instituto Nacional de Metrología

Av. Cra. 50 No. 26 – 55 Int. 2 CAN

Bogotá D.C – Colombia

Tel: +57 1 254 22 22

[www.inm.gov.co](http://www.inm.gov.co)

2021

ISBN: 978-958-52871-9-8

# PRESENTACIÓN

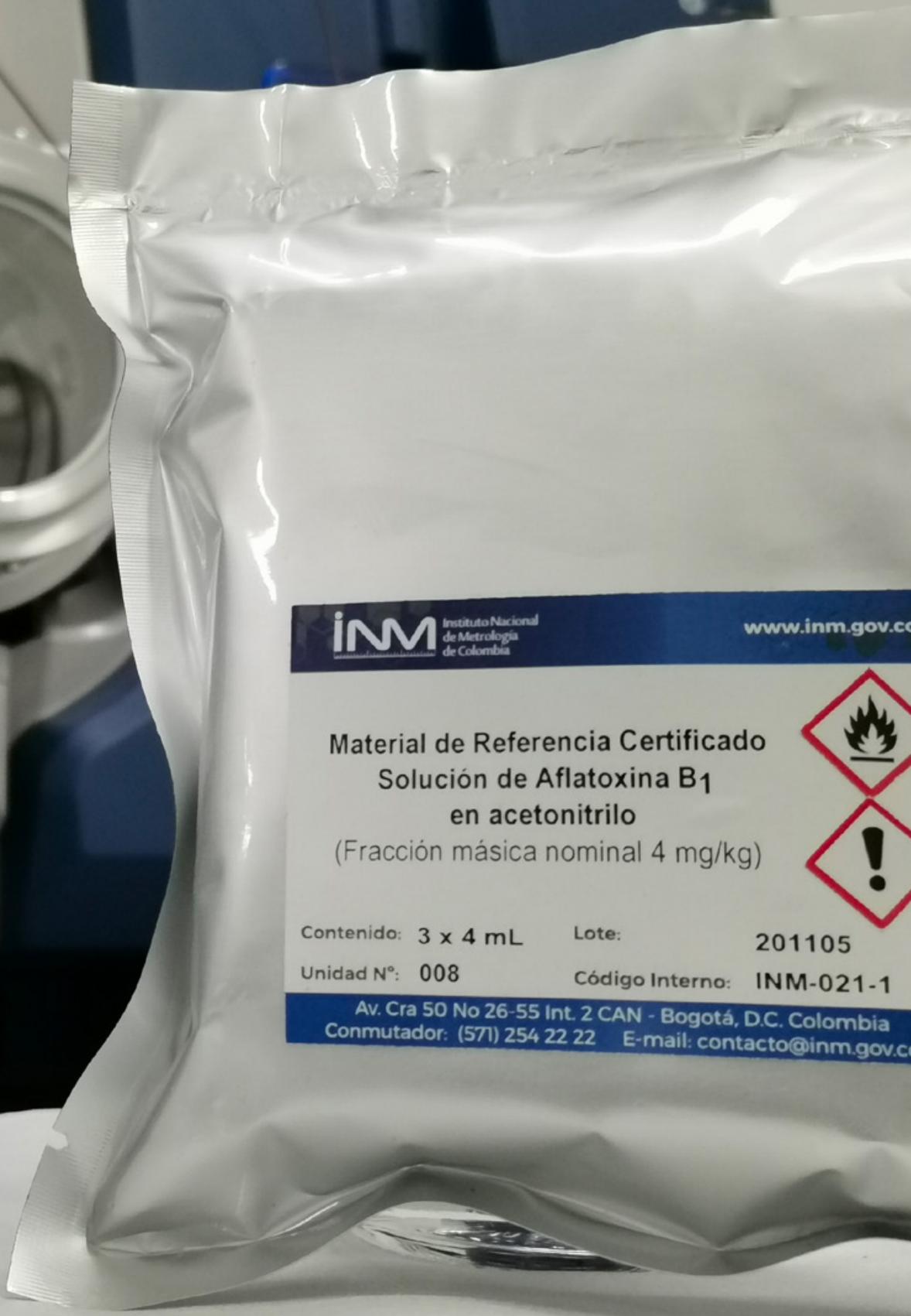
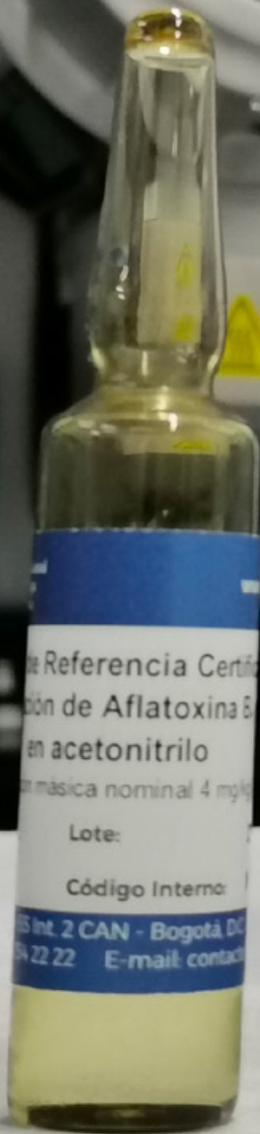
---

En el Instituto Nacional de Metrología (INM) nos hemos propuesto como objetivo desarrollar nuevos productos y servicios que contribuyan a mejorar la productividad y competitividad del país, y que a su vez, fomenten una producción sostenible que conlleve al bienestar de la población en general. Lo anterior, en concordancia con las necesidades nacionales y siempre buscando la satisfacción de nuestros clientes. Es por esto que, entendiendo la importancia de las mediciones en los procesos productivos, en la sofisticación de bienes y en la generación de valor agregado a los productos nacionales, desde el INM se ha venido trabajando en la búsqueda de nuevos mecanismos que permitan no solo el establecimiento de cadenas de trazabilidad, sino el desarrollo y mejora de nuevos métodos de medición. Sumado a lo anterior, entendemos que con el rápido avance que se viene dando en el campo de la ciencia y la tecnología, se requiere un Instituto Nacional de Metrología que atienda la demanda de nuevos métodos de medición, nuevas referencias de medición y que tenga una mayor velocidad de respuesta para atender las necesidades nacionales.

En diversos sectores económicos, la calidad de los resultados de medición se garantiza mediante el uso de materiales de referencia certificados, ya que estos proporcionan a nivel mundial un patrón de medición que asegura la entrega de resultados exactos, confiables y comparables. Por esta razón, con el propósito de contribuir al aseguramiento de la calidad y proporcionar trazabilidad a las mediciones químicas y biológicas realizadas en el país, hemos puesto a disposición de nuestros clientes diferentes materiales de referencia certificados, producidos con los más altos estándares de calidad y siguiendo todos los requerimientos internacionales. Sin embargo, conscientes de la diversidad en las demandas relacionadas con los temas de metrología, por parte de los diferentes sectores, entendemos que se debe establecer una estrategia que le permita al INM satisfacer las necesidades que tiene el país en lo que se refiere a este tema.

El propósito fundamental de este documento es presentar una hoja de ruta que permita proveer los materiales de referencia que requiere el país, asegurando de esta manera que los recursos públicos contribuyan a superar las deficiencias del mercado nacional, y a su vez, incentiven al sector privado a producir los materiales requeridos por la industria y a entidades gubernamentales a producir los materiales de referencia que requieran los diferentes sectores, de acuerdo con las demandas del aparato productivo nacional y las exigencias de los mercados internacionales.

Esta publicación, así como la colaboración efectiva entre el INM y otros productores de materiales de referencia, ha sido posible gracias al papel que ha tenido la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial - ONUDI en Colombia, la cual a partir de su Programa de Calidad para la Cadena de Químicos- GQSP Colombia, financiado por la Secretaría de Estado para Asuntos Económicos de la confederación Suiza y por el Ministerio de Comercio a través de Colombia Productiva, ha buscado la consolidación y el trabajo articulado con los productores nacionales de materiales de referencia, distribuidores y otros actores indispensables en el suministro de estos para el país.



**INM**

Instituto Nacional  
de Metrología  
de Colombia

[www.inm.gov.co](http://www.inm.gov.co)

**Material de Referencia Certificado**  
**Solución de Aflatoxina B<sub>1</sub>**  
**en acetonitrilo**  
(Fracción másica nominal 4 mg/kg)



Contenido: 3 x 4 mL

Lote:

201105

Unidad N°: 008

Código Interno:

INM-021-1

Av. Cra 50 No 26-55 Int. 2 CAN - Bogotá, D.C. Colombia  
Conmutador: (571) 254 22 22 E-mail: [contacto@inm.gov.co](mailto:contacto@inm.gov.co)

Material de Referencia Certificado  
Solución de Aflatoxina B<sub>1</sub>  
en acetonitrilo  
(Fracción másica nominal 4 mg/kg)  
Lote:  
Código Interno:  
INM-021-1  
Av. Cra 50 No 26-55 Int. 2 CAN - Bogotá, D.C.  
(571) 254 22 22 E-mail: [contacto@inm.gov.co](mailto:contacto@inm.gov.co)

# TABLA DE CONTENIDO

<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>1</b>
<b>ABREVIATURAS Y SIMBOLOS</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>8</b>
<b>CONTEXTO NACIONAL</b>	<b>13</b>
ACERCA DEL INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA (INM)	
EXPERIENCIAS DEL INM EN LA PRODUCCIÓN DE MATERIALES DE REFERENCIA	
DESCRIPCIÓN DE PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LA SMQB	
PARTICIPACIÓN EN COMPARACIONES CLAVE	
OFERTA DE MR	
PRIORIZACIÓN DE NECESIDADES EN METROLOGÍA	
DINÁMICA DE COMERCIALIZACIÓN DE MATERIALES DE REFERENCIA A NIVEL NACIONAL	
RETOS EN LA PRODUCCIÓN DE MATERIALES DE REFERENCIA	
<b>EXPERIENCIAS INTERNACIONALES</b>	<b>39</b>
ASPECTOS GENERALES EN LA PRODUCCIÓN DE MATERIALES DE REFERENCIA	
DESAFÍOS EN LA PRODUCCIÓN DE MATERIALES DE REFERENCIA	
<b>HOJA DE RUTA</b>	<b>47</b>
LÍNEAS DE TRABAJO	
ALISTAMIENTO INSTITUCIONAL	
IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES EN METROLOGÍA	
PRIORIZACIÓN DE NECESIDADES	
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>61</b>

# ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

<b>BIPM</b>	Oficina Internacional de Pesas y Medidas
<b>CCQM</b>	Comité Consultivo de Cantidad de Sustancia del BIPM
<b>CE</b>	Conductividad electrolítica
<b>CENAM</b>	Centro Nacional de Metrología de México
<b>CMC</b>	Capacidades de Medición y Calibración
<b>DANE</b>	Departamento Nacional de Estadística
<b>EA</b>	Ensayos de aptitud
<b>EPA</b>	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos
<b>GQSP</b>	Global Quality and Standards Programme
<b>IDEAM</b>	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
<b>INM</b>	Instituto Nacional de Metrología de Colombia
<b>JRC</b>	Joint Research Centre
<b>MR</b>	Material de Referencia
<b>MRC</b>	Material de Referencia Certificado
<b>MRA</b>	Acuerdo de Reconocimiento Mutuo
<b>NIH</b>	National Institute of Health
<b>NIST</b>	National Institute of Standards of Technology
<b>NRC</b>	National Research Council
<b>ONAC</b>	Organismo Nacional de Acreditación
<b>ONUUDI</b>	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
<b>PTB</b>	Physikalisch-Technische Bundesanstalt (Instituto Nacional de Metrología de Alemania)
<b>RCM</b>	Red Colombiana de Metrología
<b>SI</b>	Sistema Internacional de Unidades
<b>SIM</b>	Sistema Interamericano de Metrología
<b>SSM</b>	Subdirección de Servicios Metroológicos y Relación con el Ciudadano
<b>SMF</b>	Subdirección de Metrología Física
<b>SMQB</b>	Subdirección de Metrología Química y Biología



1

# INTRODUCCIÓN

HOJA DE RUTA PARA LA PROVISIÓN  
DE MATERIALES DE REFERENCIA  
EN COLOMBIA



El Sistema Internacional de Unidades (SI) y el Acuerdo de Reconocimiento Mutuo del Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM-MRA, de sus siglas en inglés) determinan varios aspectos relacionados con el comercio mundial de bienes y servicios y la regulación asociada a éstos, en especial aquellos aspectos que dependen fundamentalmente de la existencia de referencias de medición reconocidas internacionalmente, la aceptación global de los resultados de medición, así como la trazabilidad metrológica de estas mediciones en los diferentes países. El desarrollo de estas referencias de medición y la trazabilidad de las mediciones al Sistema Internacional de Unidades se logra a través de la metrología, la cual es una ciencia que brinda herramientas que permiten soportar procesos de investigación, desarrollo e innovación; de igual manera, también soporta la competitividad industrial y, a través de su área de metrología industrial, contribuye al desarrollo y mejora de productos y procesos. Sumado a lo anterior, y producto de los diferentes avances científicos en algunos campos, como la nanotecnología, la biotecnología y en general las ciencias naturales e ingeniería, se requiere el desarrollo de metrología altamente sofisticada que pueda ofrecer patrones de medición confiables a técnicas cada vez más especializadas.

La metrología, no sólo apoya la fabricación y el comercio de diferentes productos, sino que tiene diversos campos de acción, como, por ejemplo, el soporte al sector salud o al medio ambiente con procesos que van desde la calibración de termómetros médicos, hasta el desarrollo de materiales de referencia para el diagnóstico de enfermedades, así como la medición de contaminantes atmosféricos. Se ha evidenciado ampliamente que la metrología contribuye notablemente en la mejora de los diagnósticos médicos, los procesos industriales y la evaluación de contaminantes ambientales, entre otros, a través de la obtención de resultados más exactos y confiables y mediante

mecanismos que permiten soportar la comparabilidad de las mediciones y el aseguramiento de la calidad. Es de mencionar, que lo anterior se ha logrado a través del desarrollo y provisión de procedimientos de medición primarios (o de referencia), materiales de referencia (certificados o no certificados) y servicios que brindan trazabilidad metrológica a estándares primarios o nacionales.

Dentro de los diversos campos de esta ciencia, la metrología en química es tal vez uno de los que presenta mayor crecimiento en los últimos años. Esto se debe a varios factores como: (i) las crecientes necesidades sociales, ambientales e industriales que demandan cada día una mayor calidad en las mediciones de este campo; (ii) una mayor dinámica en la regulación que se ha desarrollado en torno a la protección del consumidor y la producción sostenible y (iii) los tratados de libre comercio que se han venido suscribiendo a nivel mundial. De otra parte, al igual que en la metrología física, uno de los principales objetivos de la metrología química es establecer una red internacional de instituciones que se conviertan en la fuente de trazabilidad metrológica primaria, con el propósito de asegurar la comparabilidad, calidad y coherencia de los resultados de medición, tanto en el campo de la química, como en el de la biología.

Dentro de la metrología química, es bien conocido que los materiales de referencia son la principal herramienta para asegurar la comparabilidad de las mediciones, por parte de las organizaciones académicas, gubernamentales, industriales, de evaluación de la conformidad y en general, cualquier organización nacional que realice mediciones químicas, ayudando así a garantizar la protección del consumidor<sup>1</sup>, dando trazabilidad a las mediciones

---

<sup>1</sup> Artículo 5 de la Ley 1480 de 2011. Consumidor o usuario. Toda persona natural o jurídica que, como destinatario final, adquiera, disfrute o utilice un determinado producto, cualquiera que sea su naturaleza para la satisfacción de una necesidad propia, privada, familiar o doméstica y empresarial cuando no esté ligada intrínsecamente a su actividad económica. Se entenderá incluido en el concepto de consumidor el de usuario. ón de las mediciones químicas que se realizan a nivel mundial, se observan diferencias marcadas

y evaluando las capacidades de medición del país, entre otros. Como consecuencia, ante el mayor reconocimiento y aceptación de las mediciones químicas a nivel mundial, se observan diferencias marcadas en el acceso a mercados entre países, con lo cual se ha hecho evidente, la importancia de fortalecer la metrología química, tendencia que se ha replicado en el país.

A pesar de que a nivel global se cuenta actualmente con una amplia gama de materiales de referencia en matriz o de alta pureza que pueden proporcionar trazabilidad al SI para diferentes tipos de mediciones químicas, la oferta sigue siendo insuficiente, razón por la cual, los institutos nacionales de metrología (INMs) siguen desarrollando día a día nuevas referencias o mejorando las existentes. De otra parte, el desarrollo y producción de MR requiere una importante inversión en infraestructura, instrumentación analítica, así como el fortalecimiento del talento humano, en particular, en procesos de investigación. Por tanto, conscientes de la diversidad en las demandas en materia de metrología que requieren los diferentes sectores económicos, el INM de Colombia considera relevante establecer una estrategia que le permita satisfacer las necesidades del país en todo lo relacionado con la producción y provisión de materiales de referencia, en concordancia con lo establecido en la Estrategia Nacional de Metrología<sup>2</sup> y el CONPES 3957 de 2019.

A través de esta publicación, el INM propone una hoja de ruta que permita proveer los materiales de referencia que requiera el país, para lo cual se ha basado en la experiencia de otros institutos de metrología, respecto a la priorización y producción de estos productos metrológicos, así como en su propia experiencia.

En consecuencia, el presente documento se encuentra estructurado en tres capítulos. En el primero, se describe el entorno nacional en lo que se refiere a los avances del INM en la producción de materiales de referencia, la oferta nacional de estos y la adquisición de MR por parte de los laboratorios.

---

<sup>2</sup> Estrategia Nacional de Metrología. Disponible en la web

En el segundo capítulo, se pretende plasmar el contexto internacional para identificar las dificultades y las estrategias que otros institutos de metrología han tenido para establecer cuáles son las necesidades que se presentan en materia de metrología y de producción de los materiales de referencia requeridos en su país. Con este fin, se llevaron a cabo una serie de entrevistas a diferentes institutos nacionales de metrología y productores de materiales de referencia de otros países.

El último componente de este documento, tiene como objetivo establecer una serie de líneas estratégicas, las cuales conforman la hoja de ruta que le permitirá al Instituto Nacional de Metrología asegurar que las diferentes organizaciones responsables de realizar mediciones químicas cuenten con los materiales de referencia requeridos, garantizando así que los recursos públicos contribuyan a superar las deficiencias del mercado nacional y que a su vez incentiven al sector privado y a entidades gubernamentales a producir los materiales de referencia necesarios para el país.

2

# CONTEXTO NACIONAL

**M** Instituto Nacional  
de Metrología  
de Colombia

Material de Referencia  
Solución de Aft  
en acetoni

(Fracción másica nom

4 mL

Lote:

011

Código

HOJA DE RUTA PARA LA PROVISIÓN  
DE MATERIALES DE REFERENCIA  
EN COLOMBIA

# Acerca del Instituto Nacional de Metrología (INM)

El Instituto Nacional de Metrología (INM) fue creado en 2011 a través del Decreto 4175, y tiene por objetivo la coordinación nacional de la metrología científica e industrial, y la ejecución de actividades que permitan la innovación y soporten el desarrollo económico, científico y tecnológico del país, mediante la investigación, la prestación de servicios metrológicos, el apoyo a las actividades de control metrológico y la diseminación de mediciones trazables al Sistema Internacional de unidades (SI).

El INM es un organismo gubernamental que depende de los recursos del Gobierno Nacional para desarrollar sus funciones y cuenta con la siguiente estructura organizacional:



# Estructura administrativa

Figura 1.  
Organigrama del Instituto Nacional de Metrología



DECRETO 062  
DEL 2021-01-21



GRUPO DE GESTIÓN  
SERVICIOS  
ADMINISTRATIVOS

GRUPO DE GESTIÓN  
JURÍDICA  
CONTRACTUAL Y DE  
INVESTIGACIONES DE  
CARÁCTER DISCIPLINARIO



# Secretaría General

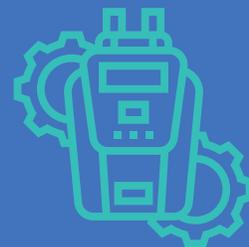
GRUPO DE GESTIÓN  
DEL TALENTO  
HUMANO

GRUPO DE GESTIÓN  
FINANCIERA

DECRETO 062  
DEL 2021-01-21

RESOLUCIÓN 043  
DEL 2021-02-25

# Subdirección de Metrología Física



## GRUPO DE MASA Y MAGNITUDES RELACIONADAS

---

Laboratorio de Masa

Laboratorio de Volumen

Laboratorio de Densidad

Laboratorio de Viscosidad

Laboratorio de Flujo de Gas

## GRUPO DE MECÁNICA E INGENIERÍA

---

Corriente Continua y alterna

Laboratorio de Temperatura y Humedad

Laboratorio de Potencia y Energía

Laboratorio de Calidad de Energía

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

## GRUPO DE ELECTRICIDAD, TERMODINÁMICA, TIEMPO Y FRECUENCIA

---

Laboratorio de Fuerza

Laboratorio de Par Torsional

Laboratorio de Longitud

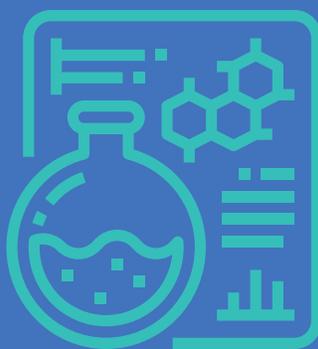
Laboratorio de Dureza

## GRUPO DE I+D+I EN METROLOGÍA FÍSICA

---

GRUPO DE  
METROLOGÍA  
EN ANÁLISIS  
INÓRGANICO

GRUPO DE  
METROLOGÍA EN  
ANÁLISIS ORGÁNICO



## Subdirección de Metrología Química y Biología

GRUPO DE METROLOGÍA  
EN BIOANÁLISIS

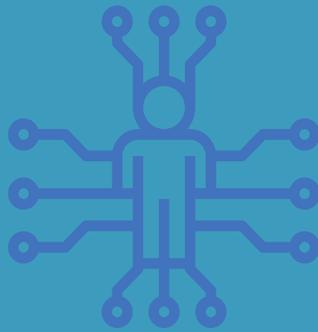
GRUPO DE METROLOGÍA  
EN ANÁLISIS QUÍMICO DE  
MATERIALES

DECRETO 062  
DEL 2021-01-21

RESOLUCIÓN 043  
DEL 2021-02-25

GRUPO DE GESTIÓN  
DE SERVICIOS  
METROLÓGICOS

GRUPO DE GESTIÓN DE  
I+D+I Y ASISTENCIA  
TÉCNICA



## Subdirección de Servicios Metrológicos y Relación con el Ciudadano

GRUPO DE GESTIÓN DE  
COMUNICACIONES  
Y RELACIÓN  
CON EL CIUDADANO

GRUPO DE GESTIÓN DE  
ENSAYOS DE APTITUD  
Y RED COLOMBIANA  
DE METROLOGÍA

La Subdirección de Metrología Física (SMF) del INM cuenta con una amplia experiencia, lo cual se evidencia en la extensa oferta de servicios de calibración en magnitudes como masa, tiempo y frecuencia, corriente eléctrica, entre otras. Por otro lado, la Subdirección de Servicios Metrológicos y Relación con el Ciudadano (SSM) está encargada de coordinar los servicios del Instituto, los procesos de investigación y de liderar el servicio de ensayos de aptitud. Además, es responsable de la custodia y comercialización de los materiales de referencia producidos, entre otras actividades.

Por su parte, la Subdirección de Metrología Química y Biología (SMQB) tiene como funciones la producción de materiales de referencia<sup>3</sup>. Esta subdirección, junto con la de Servicios Metrológicos y Relación con el Ciudadano, iniciaron sus actividades a partir de la creación del Instituto Nacional de Metrología<sup>4</sup>. En el periodo comprendido entre el 2013 y el 2016 se inició la construcción y dotación de los laboratorios de metrología química, para lo cual se adecuaron cerca de 400 m<sup>2</sup> de la sede del INM. En la actualidad se cuenta con laboratorios para:



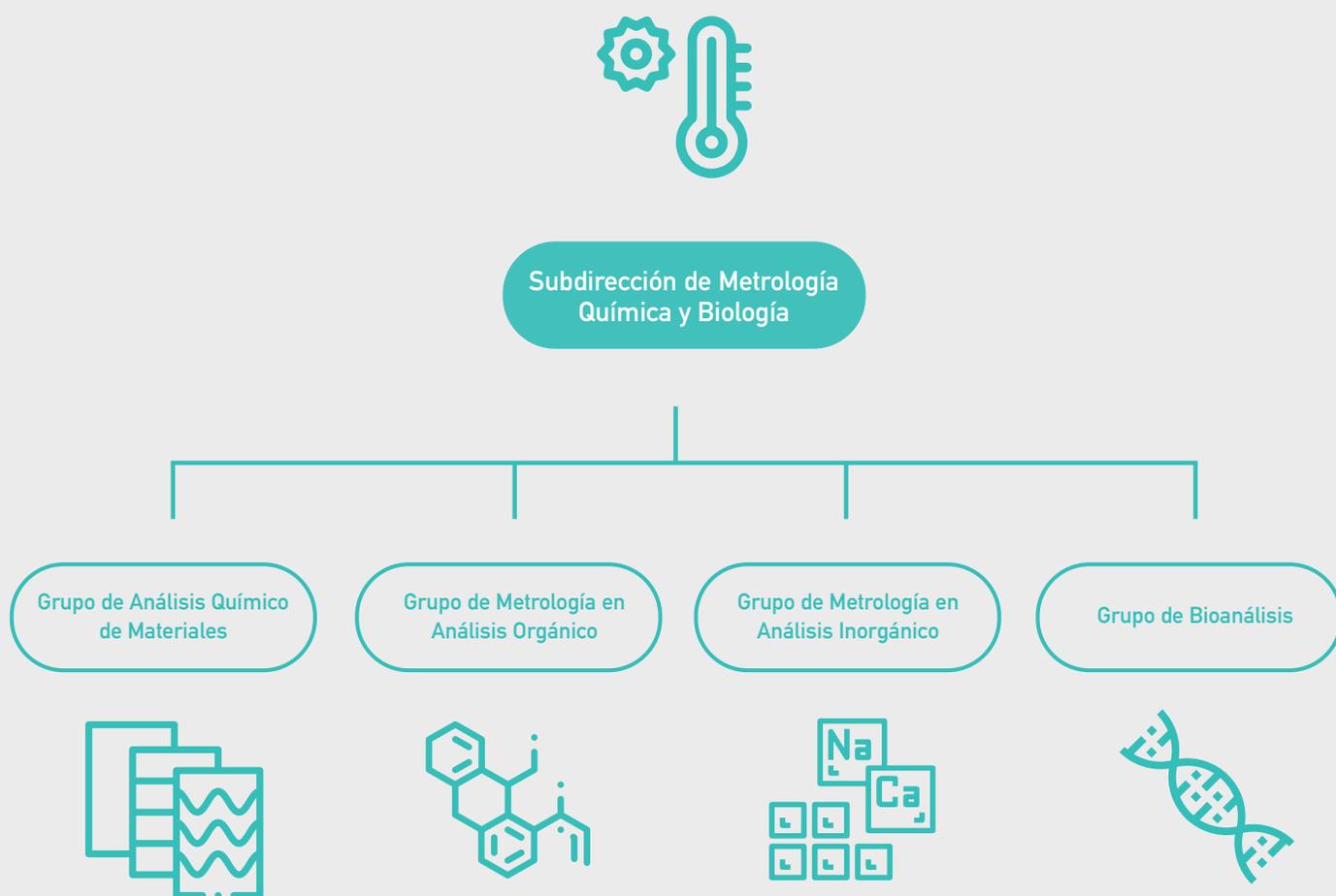
- Preparación y pretratamiento de muestras (Área: 96 m<sup>2</sup>)
- Análisis instrumental (laboratorios de cromatografía de gases, cromatografía líquida, ICPMS, espectrofotometría, AA, PCR, pH y Conductividad electrolítica) (Área 240 m<sup>2</sup>)
- Cuarto limpio (Área: 33 m<sup>2</sup>)
- Laboratorios de balanzas (Área: 27 m<sup>2</sup>)

<sup>3</sup> De acuerdo al Decreto 062 de 2021.

<sup>4</sup> La Subdirección de Metrología Física, tiene una trayectoria de cerca de 50 años realizando sus actividades a través de la Superintendencia de Industria y Comercio.

La Subdirección de Metrología Química y Biología tiene la siguiente estructura organizacional:

■ **Figura 2.**  
Grupos de trabajo  
de la SMQB



Los grupos de Metrología en Análisis Orgánico, Análisis Inorgánico y Bioanálisis tienen como función el desarrollo de materiales de referencia, métodos de medición, la prestación de servicios de asistencia técnica, el desarrollo de cursos de capacitación, la participación en las comparaciones internacionales y la medición de las propiedades de los materiales de referencia que se produzcan en el INM. Por su parte, el grupo denominado Análisis Químico de Materiales, es el grupo más reciente de la Subdirección y adicional a desarrollar capacidades de medición en temas relacionados con caracterización de superficies, es el responsable de coordinar los programas de producción de los MR, preparar o gestionar la obtención de los candidatos a MR y coordinar el sistema de gestión de calidad en todo lo referente a esta materia. Adicionalmente, una vez producidos los materiales de referencia, este grupo tiene como responsabilidad la cadena de custodia de éstos y el trabajo coordinado con la Subdirección de Servicios Metroológicos y Relación con el Ciudadano en lo referente a los procesos de comercialización de estos.



# Experiencias del INM en la producción de materiales de referencia



**Figura 3.**  
Aspectos relevantes  
relacionados con la  
producción de<sup>o</sup> MR  
en el INM.

Adecuación  
de los laboratorios  
de pH y CE

Desarrollo de MRC  
pH y CE

3 valores nominales  
de pH

3 Valores nominales  
de CE

2013

Adecuación  
de los laboratorios  
finalizada

Implementación de  
la guía ISO 34

Desarrollo de MR  
etanol en agua

2015

Desarrollo de  
MR- Calibrantes-  
inorgánicos

Soluciones de Na, K,  
Ca, Mg, Zn y Fe

Solución calibrante  
de óxido de holmio

2016

Desarrollo de MR de  
elementos en agua  
potable

Primer MR en matriz  
producido por el  
INM, certificado en  
aniones y cationes

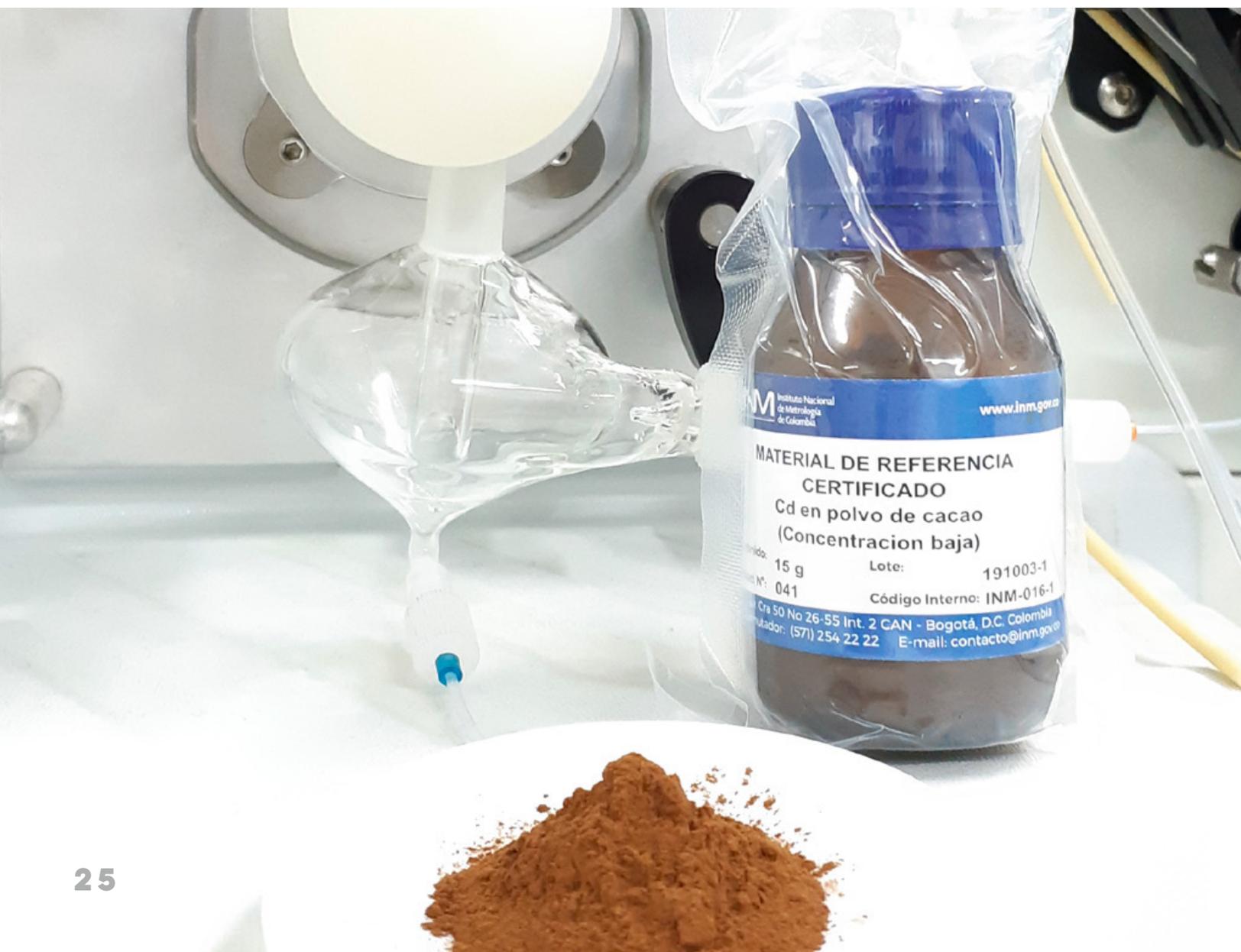
Obtención de CMC  
para pH y CE

2017

La mayor parte de los materiales de referencia que a la fecha ha producido la SMQB han tenido su origen a partir del análisis de información proveniente de la *“Encuesta de Demanda Metrológica en la Industria Colombiana 2011”* realizada por el Departamento Nacional de Estadística (DANE) durante el año 2011. En un primer procesamiento de la información brindada por esta encuesta, se identificó que las mediciones más relevantes correspondían a las de pH y conductividad electrolítica, por lo cual en el año 2013 se inició el desarrollo de los primeros materiales de referencia en estas magnitudes. Posteriormente, basados en esta misma encuesta se desarrollaron materiales en otras magnitudes. La Figura 3, muestra una línea de tiempo que resume la experiencia en la producción de materiales de referencia por parte del INM de Colombia.

Vale la pena señalar que todos los materiales de referencia producidos por la SMQB son elaborados en concordancia con los requisitos establecidos en la norma ISO 17034 "Requisitos generales para la competencia de los productores de materiales de referencia", cumpliendo con los estándares de calidad exigidos.

En la actualidad, el INM cuenta con Capacidades de Medición y Calibración reconocidas internacionalmente ante el BIPM para pH y Conductividad electrolítica y se encuentra en proceso de reconocimiento de nuevas CMC de elementos en aguas.



## Descripción de proceso de producción en la SMQB

Un material de referencia producido por la SMQB puede estar destinado a: (i) uso interno o estudios de estabilidad y homogeneidad, (ii) comercialización o, (iii) ítem de ensayo para comparaciones interlaboratorio (ensayos de aptitud). Es importante mencionar que el desarrollo de estudios de preparación, de estabilidad y de homogeneidad, tradicionalmente se realizan a través de proyectos de investigación, de financiación interna o externa, con lo cual se trata de asegurar la formación de nuevo personal, la vinculación de la academia u otras entidades que apoyen en alguna instancia de la elaboración o medición de estos materiales. Es de destacar que los estudios para la producción de un material de referencia han tardado entre 2 y 3 años, lo que evidencia que este proceso requiere tiempo.

La producción de un material de referencia, independiente de su destino, involucra las siguientes etapas:



Figura 4. Etapas principales en la producción de Materiales de Referencia en la SMQB

Por otro lado, las responsabilidades en la comercialización de materiales de referencia se encuentran compartidas con la Subdirección de Servicios Metrológicos y Relación con el Ciudadano (SSM), la cual cuenta con un grupo denominado Gestión de Servicios Tecnológicos, quién tiene la responsabilidad de coordinar las acciones necesarias para asegurar el acceso de los clientes a los servicios brindados por la institución, desarrollar estrategias de mercadeo, así como establecer estrategias y mecanismos para la comercialización y ventas de los servicios.

En el marco de estas funciones, desde el año 2019, la SSM ha venido estableciendo mecanismos de acercamiento a las empresas de distribución de materiales y reactivos químicos, ha incrementado la actividad en redes sociales y la divulgación de los servicios prestados del INM con el propósito de aumentar su reconocimiento como proveedor de servicios.

## Participación en comparaciones clave.

Con el fin de soportar y dar confiabilidad en las mediciones realizadas en el INM y en los materiales de referencia producidos, la SMQB participa de manera constante en diferentes comparaciones clave y suplementarias<sup>5</sup> a nivel de los Comités consultivos del BIPM y del Sistema Interamericano de Metrología (SIM), a través de las cuales el INM ha demostrado su capacidad técnica para realizar mediciones de diferentes analitos tanto en matriz como en solución. En la siguiente figura se muestran las comparaciones en las que ha participado la SMQB, en las cuales se ha tenido un desempeño satisfactorio.

---

<sup>5</sup> Las comparaciones clave son una modalidad de comparaciones interlaboratorios, en las cuales sólo participan institutos nacionales de metrología o sus designados, y buscan asegurar la equivalencia internacional de las mediciones entre ellos. Los institutos se encuentran en la obligación de participar en estas comparaciones clave (KC) que, para el caso de mediciones químicas, son organizadas por el propio Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) a través del correspondiente Comité Consultivo de Cantidad de Sustancia (CCQM), o por una o varias organizaciones metrológicas regionales. Los resultados de estas comparaciones son públicos y accesibles a través del enlace <http://kcdb.bipm.org/>.



Figura 5. Dinámica de participación en comparaciones clave y suplementarias de la SMQB.

## Oferta de MR

En la actualidad, el INM tiene capacidad para la producción de los materiales de referencia que se presentan en las Figuras 6 y 7.



Oxido de Holmio para calibración de espectrofotómetros



Solución acuosa de etanol al 25% (fracción másica)



Soluciones monoelementales a 1000 mg/kg (Na, K, Ca, Mg, Zn, Fe y Cd)



Soluciones de pH (4, 7, 9 y 10)



Soluciones de conductividad electrolítica



Calibrante de Aflatoxina B1

Figura 6. Materiales de referencia para la calibración.

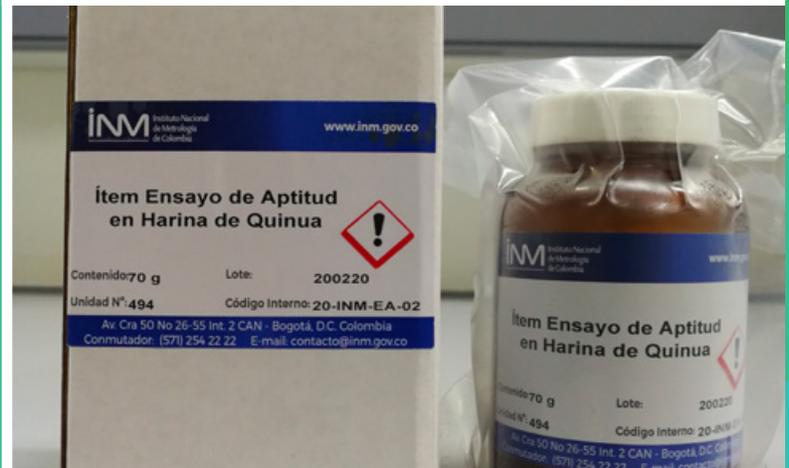
## Cadmio en cacao



## Elementos en aguas superficiales



## Próximas en quinua



## Elementos en agua potable



Figura 7. Materiales de referencia en matriz.

Actualmente, la SMQB está trabajando en el desarrollo de nuevos MR que han sido identificados como esenciales para soportar mediciones asociadas a inocuidad alimentaria, calidad de alimentos, entre otras. Estos nuevos materiales de referencia se realizan con recursos externos e internos y corresponden a (i) Mercurio en peces, (ii) residuos de plaguicidas en aguacate, (iii) harina de trigo y leche en polvo, (iv) solución calibrante de aflatoxina B1.

## Priorización de necesidades en metrología

A la fecha, el INM cuenta con diversos mecanismos para identificar necesidades en lo referente a materiales de referencia, como son: (i) la elaboración de encuestas y entrevistas a laboratorios y empresas; (ii) una metodología formulada por el INM denominada "Identificación de brechas metrológicas", la cual se aplica a sectores de interés; y (iii) la participación en mesas de trabajo con algunos sectores o entidades en el marco de la Red Colombiana de Metrología (RCM). No obstante, una vez se identifican estas necesidades, el INM no cuenta con una herramienta que permita priorizar los desarrollos de los materiales. En este sentido, y conscientes de las complejidades del desarrollo de materiales de referencia, como son las limitaciones en infraestructura y personal de la entidad, los costos de inversión asociados y los tiempos que se requieren, desde 2019, junto con el proyecto GQSP – Programa de Calidad para la Cadena de Químicos liderado por la ONUDI, se elaboró una propuesta de priorización. Esta metodología se basa en el método del "criterio analítico completo" y prioriza considerando aspectos que se presentan en la Figura 8.

A continuación, se describe cada uno de los criterios de evaluación:

### 1) Alineación a políticas nacionales y regulación

Dentro de este componente se establecen criterios para priorizar el desarrollo de un material de referencia, en función del grado de alineación a los requisitos regulatorios, los planes estratégicos del sector industria y comercio, el plan nacional de desarrollo y los documentos CONPES.

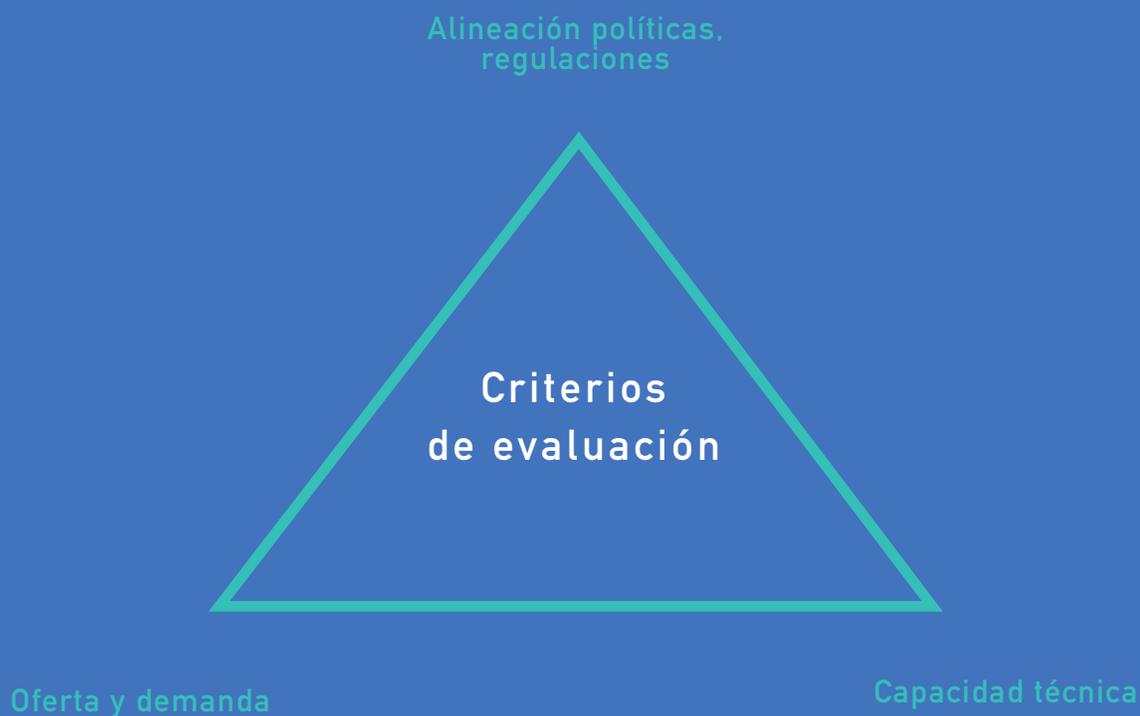


Figura 8. Componentes de la metodología de priorización.

## 2) Análisis de la oferta y la demanda

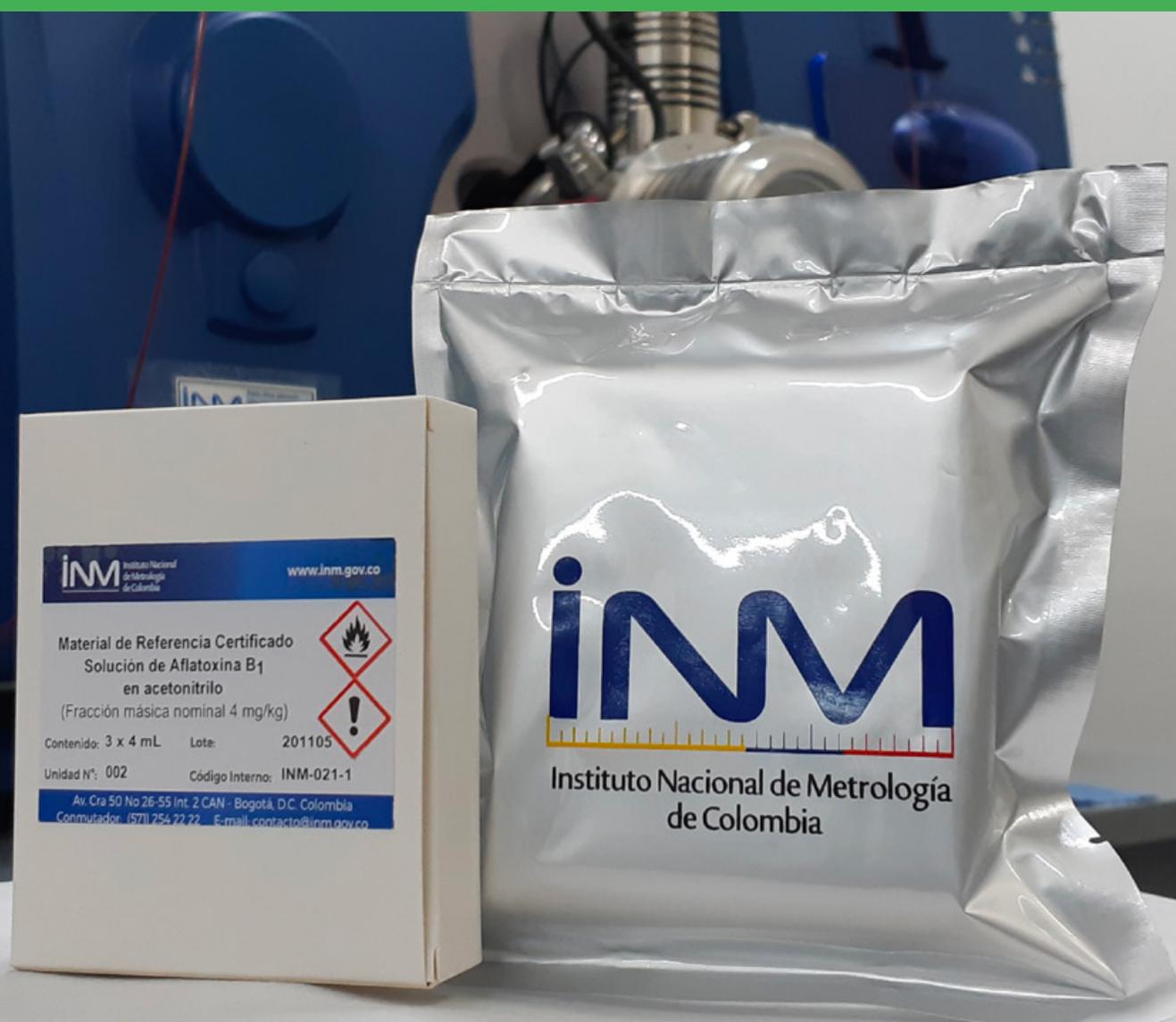
Este aspecto busca establecer criterios para la priorización relacionados con la oferta y la demanda, existente o potencial, de materiales de referencia en el país. Así mismo, busca determinar la ventaja de producir o adquirir el MRC.

## 3) Análisis de la capacidad técnica

Los criterios incluidos en este componente buscan evaluar cuál es la capacidad técnica de la SMQB, con respecto a un posible proyecto; en este sentido, se tienen en cuenta temas como materiales, equipos, métodos de medición, personal, entre otros.

Esta metodología se encuentra en una fase de desarrollo, por lo que actualmente se está trabajando en su perfeccionamiento y posterior aplicación.

# Dinámica de comercialización de materiales de referencia a nivel nacional



A nivel nacional, la adquisición de materiales de referencia por parte de los laboratorios, empresas y entidades gubernamentales, se realiza principalmente a través de : (i) otros institutos de metrología que los producen; (ii) empresas multinacionales productoras, que pueden tener presencia en el país; (iii) empresas nacionales distribuidoras de MR (no los producen pero los importan de otros proveedores); (iv) proveedores de ensayos de aptitud, que posteriormente ofrecen los ítems como materiales de referencia; (v) productores de MR en el país (sólo existen dos empresas); y (vi) el INM de Colombia. Las primeras cuatro opciones están sujetas a procesos de intermediación, importación, entre otros, lo cual se traduce en sobrecostos para los usuarios y demoras en la adquisición, ocasionadas por los procesos de importación.

Con el fin de conocer la perspectiva frente a la dinámica de comercialización por parte de productores y distribuidores nacionales de MR, se realizó una serie de entrevistas en las cuales se identificaron los siguientes aspectos:

- Los principales usuarios de materiales de referencia certificados son los laboratorios de ensayo que tienen acreditación según la norma ISO/IEC 17025
- No es sencillo identificar las necesidades en cuanto a materiales de referencia.
- Los materiales de referencia se emplean principalmente para la validación de métodos y calibración de instrumentos de medición.
- El mayor incentivo para el uso de MRC es la regulación.
- Los distribuidores evitan manejar inventario de MRC debido a que tienen baja demanda.
- Los clientes deben esperar largos periodos asociados a la importación.

Así mismo, para conocer la percepción de los usuarios de MR, se realizó una encuesta virtual, a través de la cual mencionan que el limitado uso de materiales de referencia se encuentra asociado a dificultades en los procesos de adquisición y oferta, lo cual atribuyen a:

### 1) Acceso limitado a MRC:

Los usuarios coinciden en que los costos asociados a los MRC y la oferta limitada a nivel mundial de los mismos restringen su acceso debido a que, en muchas ocasiones, el precio normal de un MRC se ve incrementado por el costo del transporte, importación y en fluctuaciones en las tasas de cambio.

### 2) Restricciones en la aduana:

Los materiales de referencia de naturaleza biológica, o que contengan sustancias restringidas, requieren de tramites adicionales de importación, lo cual origina sobrecostos, mayores tiempos de entrega y en algunos casos, la disminución del tiempo de vida útil de los materiales.

### 3) Tiempos de entrega:

Algunos materiales de referencia están sujetos a procesos de importación, por lo que los laboratorios deben esperar un tiempo prolongado para la entrega del material, debido a que los distribuidores no los mantienen en su inventario.



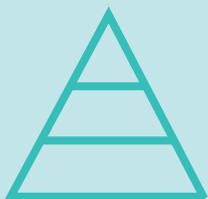
## Retos en la producción de materiales de referencia.

La producción y el mantenimiento de la oferta de materiales de referencia, que tiene la SMQB en la actualidad, ha afrontado distintos retos desde su creación, algunos de los cuales se relacionan a continuación:



### Talento humano:

El desarrollo de competencias y habilidades del personal para la producción de materiales de referencia requiere un tiempo e inversión considerable.



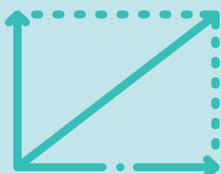
### Conocimiento acerca de trazabilidad en las mediciones:

Existe falta de conocimiento, con respecto al concepto de trazabilidad metrológica en las mediciones químicas y/o biológicas por parte del público en general.



### Modalidad de servicio:

El INM cuenta con un único mecanismo para proveer materiales de referencia en el país, el cual consiste en producir anualmente todos los MR que están dentro de su oferta y a la vez, hacerse responsable de la comercialización de estos.



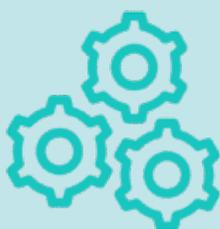
### Demanda de los materiales:

No es sencillo establecer la posible demanda que se requerirá de materiales de referencia.



### **Equipos de medición:**

Si bien la SMQB cuenta con varios instrumentos de medición, también es cierto que no tiene equipos de respaldo, lo cual puede afectar la continuidad en la línea de producción de los materiales.



### **Mantenimiento de la oferta de materiales:**

teniendo en cuenta que hay un incremento en la oferta de materiales de referencia, se hace importante establecer un mecanismo que garantice los recursos, tanto para mantener la oferta, como para el desarrollo de nuevos materiales de referencia.



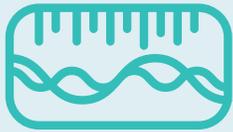
### **Subcontratación y relacionamiento:**

La falta de competencias en la producción de materiales de referencia en algunos aliados dificulta acceder a esquemas de subcontratación, por lo menos a nivel nacional.



### **Procesos de compra entre entidades públicas:**

La adquisición de materiales de referencia producidos por el INM, por parte de entidades estatales, conlleva procesos administrativos complejos que se ejecutan por medio de convenios interinstitucionales que deben ser renovados anualmente en caso de que la entidad estatal interesada requiera con frecuencia los servicios del INM.



### **Entrega de materiales:**

Actualmente, la entrega los materiales de referencia adquiridos por los clientes es hecha directamente en las instalaciones del INM.



### **Conocimiento acerca de materiales de referencia:**

Se hace necesario dar a conocer más información sobre la importancia y uso de los materiales de referencia al nicho de mercado, con el propósito de ser más asertivos en los desarrollos de nuevos servicios en el INM.



### **Revisión de la oferta de materiales de referencia:**

En cuanto a la producción de materiales de referencia, para el INM es importante realizar un análisis de mercado, más allá del técnico-económico; ya que es posible que el nuevo servicio a desarrollar pueda estar en el mercado a un costo inferior y con un acceso más ágil en concordancia con las necesidades de los clientes.



### **Estrategias de mercadeo:**

Posicionamiento de la oferta de materiales de referencia producidos por el INM, por medio del fortalecimiento de las estrategias de mercadeo que permitan mayor visibilidad y reconocimiento de la entidad.

# 3

## EXPERIENCIAS INTERNACIONALES

# Aspectos generales en la producción de materiales de referencia

Con el propósito de realizar una evaluación comparativa de la producción de materiales de referencia certificados, con referentes internacionales, se llevaron a cabo una serie de entrevistas con expertos de varias organizaciones. En la Tabla 1, se relacionan las entidades y los colaboradores que participaron de las entrevistas o facilitaron información relacionada.

Entidad	País/Región	Representante	Cargo
NIST	Estados Unidos	Steven Choquette, PhD	Director de la Oficina de Materiales de Referencia
NIH	Estados Unidos	Stephen A. Wise, PhD	Consultor científico de la Oficina de Suplementos Dietarios
JRC	Europa	Thomas Linsinger PhD, MBA	Director oficina de Salud, Consumidores y Materiales de Referencia
NRC	Canadá	Pearse McCarron, PhD	Líder de Equipo – Metrología de Biotóxicas
CENAM	México	Alejandro Pérez Castorena	Coordinador científico – Área metrología de materiales
INMETRO	Brasil	Janaína Marques Rodrigues, Dr.Sc.	Coordinadora del comité técnico multidisciplinar de Materiales de Referencia

Tabla 1. Instituciones Internacionales entrevistadas acerca de MRC.

Teniendo en cuenta que en el mercado existen cientos de MRC, los cuales son fabricados tanto por instituciones públicas como privadas, se revisó la oferta que tiene el INM de Colombia y se comparó con la de las instituciones entrevistadas. En la Figura 9, se aprecia el número de materiales de referencia certificados que cada país/región tiene en su portafolio.

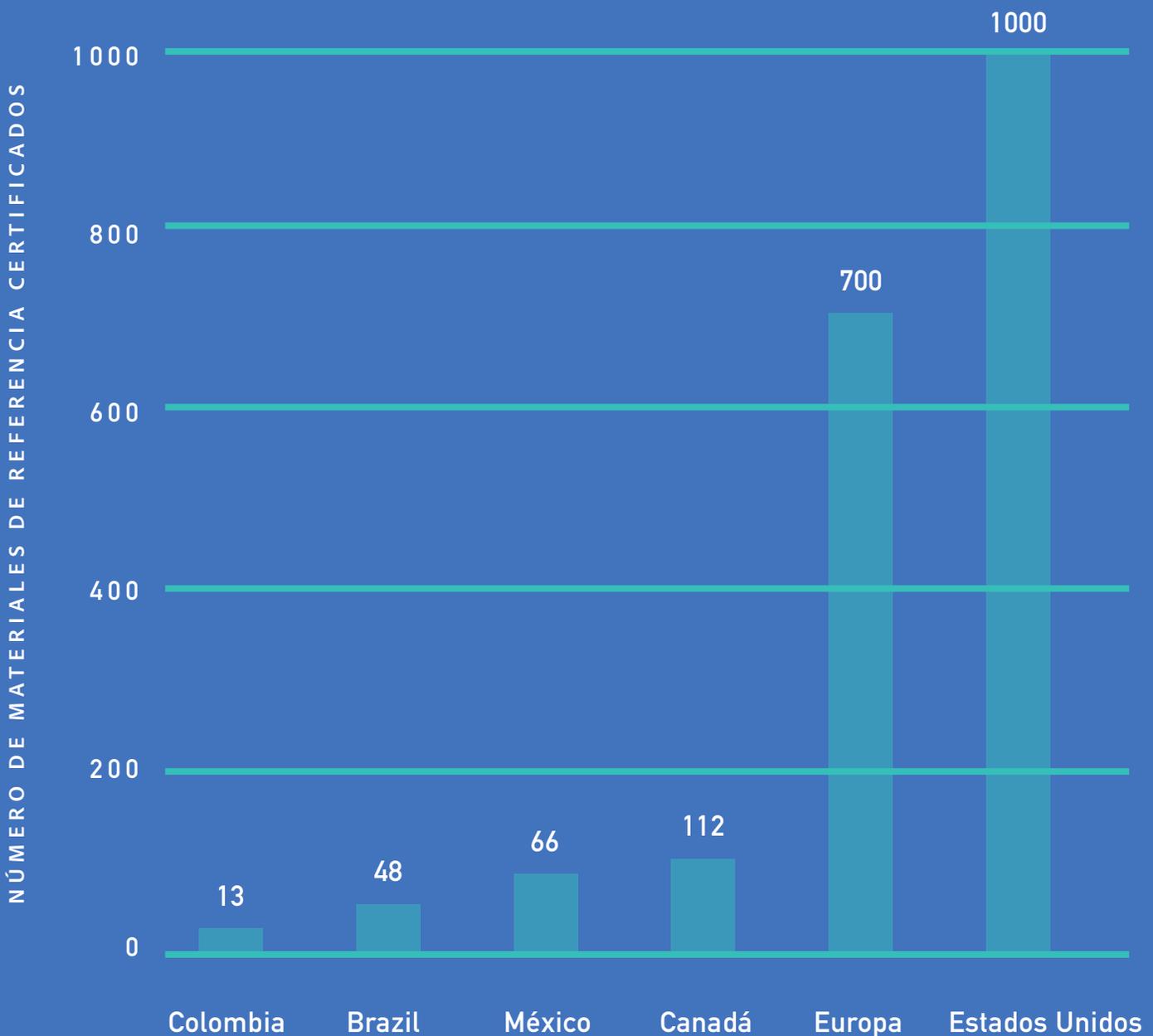


Figura 9. Número de MRC producidos por los INM de cada país/región

Según la gráfica anterior, es evidente que Estados Unidos a través del NIST y Europa por medio del JRC, son los líderes en el desarrollo y producción de MRC. De hecho, esos institutos suplen una gran parte de la demanda de sus respectivos países, pues muchos distribuidores los adquieren para luego venderlos a los laboratorios y a la industria. Como se aprecia en la **Figura 9**, Colombia tiene la menor oferta y esto se debe en gran medida a que el INM es un instituto joven que hasta ahora se está fortaleciendo y, por tanto, requiere revisar los mecanismos que tienen otros países con mayor madurez, para crecer a una velocidad apropiada.

Las seis (6) instituciones consultadas coinciden en que la principal fuente de información, para saber si el mercado requiere un MRC, es el trabajo conjunto con organismos reguladores, pues es allí donde se observa la necesidad de controlar algún parámetro para garantizar la calidad de un producto.

En algunos casos, los institutos realizan un estudio de factibilidad técnica y económica, con la intención de obtener un volumen aproximado de las ventas y poder determinar los recursos necesarios para el desarrollo, esto debido a que reciben una gran variedad de solicitudes y no todas son viables de realizar. La decisión que se toma frente a la producción no depende de las ventas proyectadas, ya que los institutos nacionales de metrología no tienen como principal motivación la maximización de las utilidades económicas, sino la de suplir una necesidad presente en el país.

De acuerdo con la información brindada por las diferentes instituciones entrevistadas, se puede mencionar, de forma abreviada, que todo el proceso para ofertar al público un nuevo MRC puede tomar hasta 6 años y éste se puede resumir en tres fases generales : (i) revisión de necesidades, (ii) evaluación de la viabilidad y (iii) desarrollo del material.

# Desafíos en la producción de materiales de referencia.

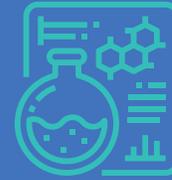
Los institutos nacionales de metrología y productores de materiales de referencia deben afrontar retos técnicos y económicos para desarrollar los materiales de referencia certificados, dentro de los que se destacan:





### Recursos:

Tienen que invertir una gran cantidad de recursos en investigación y contar con equipos de alta tecnología.



### Redes de laboratorios:

Eficiencia de redes de laboratorios locales para confirmar la caracterización de los materiales.



### Talento humano:

Escaso talento humano con la formación en metrología y largos tiempos de capacitación para contar con personal suficiente y competente.



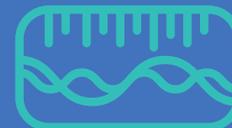
### Materiales inadecuados:

Problemas de estabilidad y homogeneidad en algunos materiales.



### Infraestructura:

Se debe contar con laboratorios adecuados y bien equipados para la producción y la medición de las propiedades de interés.



### Métodos de medición:

La obtención de mediciones exactas es un reto, lo cual es más difícil para sustancias a nivel de trazas y en matrices.

Debido a que el proceso de investigación y desarrollo de un nuevo MRC requiere la inversión de recursos económicos bastante considerables, todas las instituciones entrevistadas indicaron que reciben financiación del gobierno, ya que con la venta de los materiales de referencia certificados no es posible recuperar dicha inversión. Los Institutos Nacionales de Metrología explicaron que, para determinar el precio de venta del MRC, suman todos los costos relacionados (personal, equipos, suministros, indirectos) y los dividen en el número de unidades producidas; no obstante, si el precio es muy alto, deben disminuirlo porque de nada sirve tener un MRC al que nadie pueda acceder.

En algunas ocasiones, los institutos nacionales de metrología establecen convenios con otras entidades gubernamentales para usar insumos y/o equipos entre ellas y así poder disminuir los costos de su desarrollo. Por ejemplo, INMETRO menciona que ha sido fundamental el establecimiento de asociaciones con otras entidades gubernamentales para las etapas de procesamiento de nuevos materiales de referencia en matrices complejas e incluso para la realización de los estudios de certificación de estos.

Estas instituciones también son conscientes que algunos de los MRC que producen, son comprados por organismos para ser usados como base para el desarrollo de estándares secundarios, los cuales luego salen al mercado a costos más bajos, especialmente porque tienen incertidumbres más altas, haciendo que las ventas del material de referencia certificado disminuyan. Sin embargo, existen casos en los que los laboratorios y compañías prefieren el uso de materiales de referencia de INMs, por lo cual las ventas no necesariamente decrecen. En la Figura 10, se presenta el comportamiento típico de comercialización de un MRC fabricado por un INM.

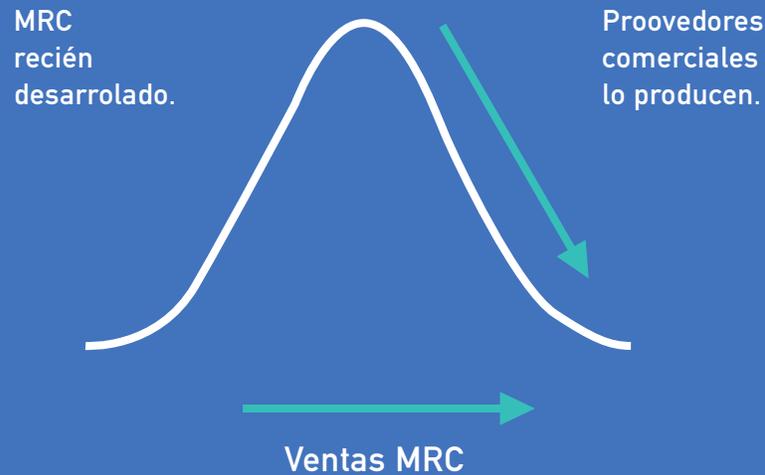


Figura 10. Comportamiento de ventas de un instituto de metrología

Además de la variable precio, este comportamiento puede deberse a que los clientes de los MRC aún no son totalmente conscientes de que, al hacer uso de estándares secundarios, están aumentando la incertidumbre en sus mediciones, o simplemente porque el intervalo de medición de un método particular no justifica el uso de materiales de referencia certificados con incertidumbres mínimas. Así mismo, existe confusión o desconocimiento por parte de los usuarios, pues algunos asumen que si el fabricante tiene acreditación en la norma ISO 17034 – Requisitos generales para la competencia de los productores de materiales de referencia, es porque todos los MR que produce son certificados y no verifican en detalle la información de cada material.

Si bien los institutos nacionales de metrología conocen de manera general el comportamiento de venta de un MRC, se presentan casos extremos en los que, por un lado, un material tiene una comercialización muy exitosa, teniendo que fabricar nuevos lotes en corto tiempo; y por el otro lado, hay materiales que no tienen salida y se quedan en la estantería. Por esta razón, no es posible manejar un inventario mínimo de MRC, y esto dependerá de cada material en particular.

# 4

## HOJA DE RUTA



## Líneas de trabajo

Como se ha mencionado anteriormente, con el establecimiento de la hoja de ruta para la provisión de materiales de referencia, el INM busca proponer un esquema de trabajo a corto y mediano plazo que permita ampliar la oferta y utilización de estos materiales en Colombia, incentivando la producción de éstos por parte de entidades públicas y de empresas privadas, con la finalidad de satisfacer las necesidades crecientes de los diversos sectores económicos.

Con este fin, para el establecimiento de la hoja de ruta, se consideraron algunos de los aspectos presentados en las secciones anteriores, en especial aquellos relacionados con los aprendizajes que han tenido otros institutos nacionales de metrología en su proceso de incentivar la utilización y provisión de materiales de referencia para las mediciones en química.

La hoja de ruta se ha definido a través de seis líneas de trabajo complementarias, cada una de ellas dando relevancia a un aspecto en particular que requiere consolidación. Para cada una se han establecido estrategias y actividades en relación con su desarrollo y ejecución. A continuación, se presenta una breve descripción de cada una de estas estrategias:

### **Alistamiento institucional:**

Tiene como objetivo ajustar y fortalecer la gestión técnico – administrativa de la entidad para desarrollar nuevos servicios y esquemas para proveer materiales de referencia.

### **Identificación de necesidades:**

Busca consolidar las herramientas que permitan establecer mesas de trabajo y articular los resultados de ejercicios y metodologías que se realizan para la identificación de necesidades del país en materia de metrología.

**Priorización:**

Tiene como objetivo ajustar, optimizar y consolidar la metodología de priorización de provisión de materiales de referencia que tiene el INM.<sup>1</sup>

**Relacionamiento:**

Tiene como objetivo la generación de alianzas con centros de investigación, reguladores, entidades gubernamentales y el sector privado para aumentar la capacidad de producción de materiales de referencia.

**Gestión y asignación de recursos:**

Busca establecer, gestionar, asegurar y asignar los recursos para el desarrollo de los materiales de referencia.

**Mejoramiento de oferta de MR:**

Busca fortalecer la capacidad de producción del INM, las estrategias de marketing y mejoramiento del servicio al cliente.

La figura 11 presenta la hoja de ruta propuesta. Por su parte, los siguientes apartes detallan, para cada una de las líneas de trabajo, estrategias y actividades planteadas.

---

<sup>6</sup> Desde 2019, y en el marco del CONPES 3957, el INM viene trabajando en una metodología de priorización de materiales de referencia, la cual se presentó al Comité Técnico Mixto de la Política de Desarrollo Productivo (PDP) en 2020 y se encuentra en actualización.

- Desarrollo de nuevos servicios
- Adecuación de procesos de aduanas
- Documentación de procesos legales

## ALISTAMIENTO INSTITUCIONAL

## IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES

- Mesas de trabajo con reguladores y entidades promotoras del desarrollo empresarial y su inserción en los mercados internacionales.
- Talleres y eventos.
- Estudios de brechas metrológicas.
- Estudios colaborativos.

- Políticas nacionales e internacionales
- Necesidades sectoriales
- Análisis de oferta y demanda
- Mecanismo de satisfacción de la demanda

## PRIORIZACIÓN

## CREACIÓN DE ALIANZAS

- INMs
- Centros de investigación
- Universidades
- Entidades nacionales

- Optimización de recursos
- Recursos externos
- Gestión de recursos públicos (formulación de los proyectos de inversión)

## GESTIÓN Y ASIGNACIÓN DE RECURSOS

## MEJORAMIENTO DE OFERTA

- Fortalecimiento técnico
- Marketing y posicionamiento
- Alianzas comerciales

Figura 11. Hoja de ruta propuesta para la provisión de materiales de referencia a nivel nacional.

# Alistamiento institucional

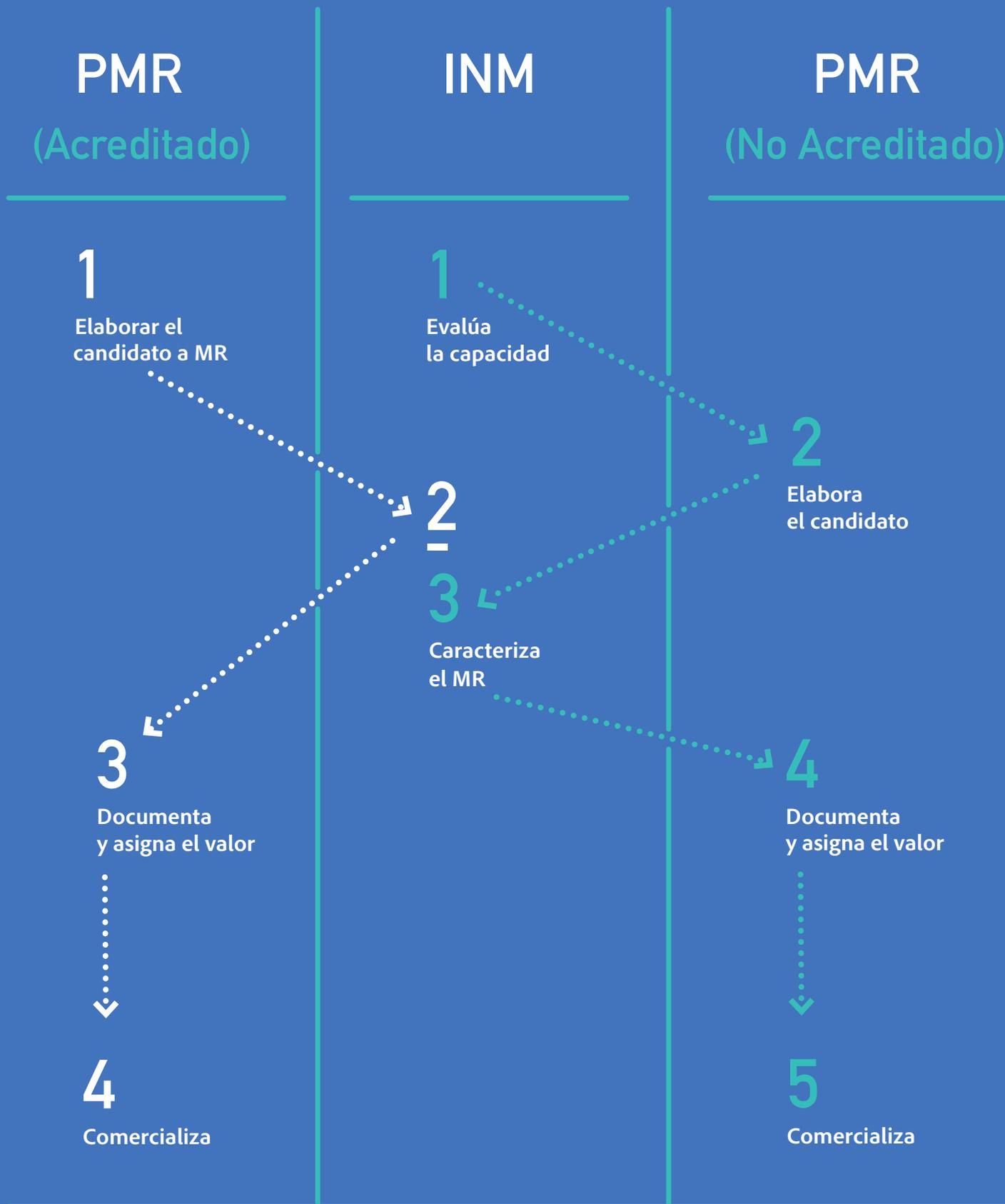
Dentro de esta línea de trabajo se contemplan las siguientes actividades y estrategias:

## Creación de un nuevo servicio de certificación de materiales de referencia:

De igual manera que el NIST y el CENAM, es necesario crear un mecanismo que incentive y apoye la producción de materiales de referencia por parte de diferentes productores a nivel nacional, asegurando la trazabilidad metrológica. La Figura 12 presenta un esquema propuesto de las etapas asociadas a este nuevo servicio.

La creación del nuevo servicio de certificación de materiales de referencia, implica la realización de diferentes actividades, dentro de las que se encuentran, entre otras, las siguientes: (i) diseño del servicio; (ii) definición de mecanismos para la evaluación de la capacidad técnica PMR; (iii) establecimiento de costos asociados al servicio; (iv) adecuación del Sistema Integrado de Gestión de la entidad, (v) definición de mecanismos de aseguramiento de la trazabilidad metrológica; y (vi) establecimiento de diferentes modalidades de servicio, entre otros.

Es importante mencionar que la creación de este nuevo servicio se debe realizar de la mano con el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC), considerando que se debe propender porque estos nuevos productores de materiales de referencia demuestren su competencia, ya que en la actualidad, en el directorio de acreditación del ONAC no se encuentra ningún productor acreditado bajo la norma ISO 17034, pues el único productor nacional acreditado tiene su reconocimiento a través del organismo nacional de acreditación mexicano.



PMR: Productor de Material de Referencia

INM: Instituto nacional de Metrología

Figura 12. Propuesta de nuevo servicio de certificación de MR del INM

### Fortalecimiento interno:

El INM debe fortalecer sus procesos de adquisición y comercialización con el propósito de asegurar la disponibilidad de los insumos necesarios para los programas de producción de materiales de referencia y facilitar la adquisición de los materiales producidos, con celeridad, por parte de externos. Para lo cual debe:

- **Mejorar procesos de contratación y venta de materiales de referencia.**
- **Mejorar el servicio de atención al cliente.**
- **Fomentar una nueva regulación para la importación de MR con Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN)**
- **Aumentar su relacionamiento con otros INMs, para en lo posible, importar los MRs que requiera el país.**
- **Mejorar los procesos de planeación internos para la producción de materiales de referencia.**
- **Establecer una política de producción de MR que evite duplicar esfuerzos con otros INMs o productores.**
- **Optimizar la inversión de sus recursos, para tratar de invertir en instrumentos de medición que permitan certificar un mayor número de materiales y no sólo uno o dos.**

# Identificación de necesidades en metrología

Dentro de esta línea de trabajo se contemplan las siguientes estrategias:

## Fortalecimiento de los mecanismos de identificación de necesidades metrológicas del país:

Se creará un mecanismo que permita consolidar las diferentes necesidades relacionadas con metrología, pues en la actualidad, el INM cuenta con herramientas aisladas de identificación como son: la metodología de identificación de brechas metrológicas, encuestas y participación en mesas de trabajo con diferentes entidades dónde se pueden identificar estas necesidades.

## Uso de estudios colaborativos:

El empleo de interlaboratorios de tipo colaborativo, permite realizar una identificación rápida de necesidades actuales y próximas.

## Normalización y metrología:

Incluir dentro del plan de acción la participación de expertos en metrología en mesas de normalización, con el propósito de asegurar el uso de MRC.

## Mayor participación en los procesos de regulación técnica:

El INM deberá a aumentar la presencia en los procesos de regulación, a través de: talleres, participación en las mesas de regulación, entre otros mecanismos.

## Creación de mesas de trabajo:

De manera similar a la práctica del NIST, el INM debe liderar mesas de trabajo con reguladores, ONAC, productores de materiales de referencia, redes de laboratorios, industria y academia que permitan identificar las necesidades en materia de metrología.

# Priorización de necesidades

Las necesidades de producción de MR estarán basada en la propuesta de metodología de priorización mencionada en el capítulo anterior, la cual contiene las siguientes estrategias:

## Priorización flexible:

Se debe ajustar la metodología de priorización existente para que sea más fácil y rápida de aplicar.

## Consolidación y aplicación de la metodología:

Es necesario ajustar la metodología de priorización que desarrolló el INM, de acuerdo a las observaciones recibidas por parte del Comité Técnico Mixto de la Política de Desarrollo Productivo.

## Planeación estratégica:

Incluir la metodología de priorización como una entrada del proceso de planeación estratégica en el INM.



## Creación de alianzas

Con el propósito de asegurar un mayor número de materiales de referencia en el país, el INM es consciente de la importancia de trabajar en redes de investigación y desarrollo, optimizando recursos y apoyándose en las fortalezas de otras entidades. Por lo anterior, es indispensable desarrollar las siguientes estrategias:

### Aliados estratégicos:

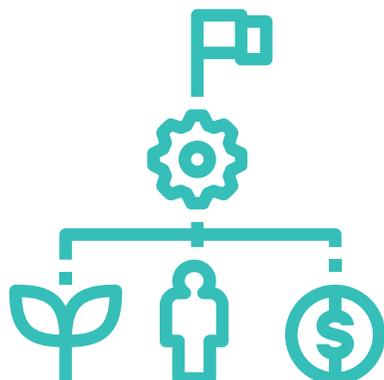
Para la creación de estas alianzas se identificarán las entidades, instituciones y universidades que pueden apoyar el desarrollo, producción y caracterización de materiales de referencia. De igual manera es importante establecer relaciones más estrechas con Ministerios con el propósito de incluir dentro de las agendas sectoriales temas en metrología, lo anterior con el propósito de asegurar recursos, en especial para el desarrollo de materiales de referencia de sectores diferentes al de industria y comercio.

### Formación de personal en la producción de MR:

Se diseñarán los perfiles requeridos para el personal que realiza la producción de materiales de referencia, los cuales se basarán en el conocimiento y la experiencia requerida y, a partir de éstos, se formularán programas de capacitación relacionados con la producción de materiales de referencia, de tal manera que los aliados adquieran o fortalezcan sus competencias en la producción de materiales de referencia.

### Consolidación de la red de productores de materiales de referencia:

Con la finalidad de fomentar la celebración de alianzas estratégicas sostenibles, se fortalecerán las herramientas con las que cuenta el INM, para asegurar el mantenimiento de la competencia técnica, el intercambio de información, la actualización en temas de metrología y la consecución de recursos de manera conjunta con laboratorios y productores de materiales de referencia.



## Gestión y asignación de recursos

Siendo conscientes de los costos asociados a la producción de materiales de referencia, es importante contar con políticas que prioricen y fomenten la obtención de recursos externos para asegurar la permanencia de estos proyectos. Para lo anterior se proponen las siguientes estrategias:

### **Fomento a la búsqueda de recursos de inversión externa:**

Se establecerán políticas que fomenten la búsqueda de recursos externos, por parte de los investigadores del INM, con el propósito de contar con otras fuentes de recursos que faciliten el desarrollo de estos materiales.

### **Reorientación de los recursos de inversión en la entidad:**

Considerando que la mayor parte de los gastos que se generan en el desarrollo de materiales de referencia están asociados a la compra de equipos de medición y que las adecuaciones relacionadas con infraestructura implican grandes costos, se propone establecer una estrategia diferente para la adquisición de éstos, en la cual, se aproveche la generación de alianzas con otras entidades. La Figura 13 presenta la estrategia propuesta:

# Identificación de la necesidad

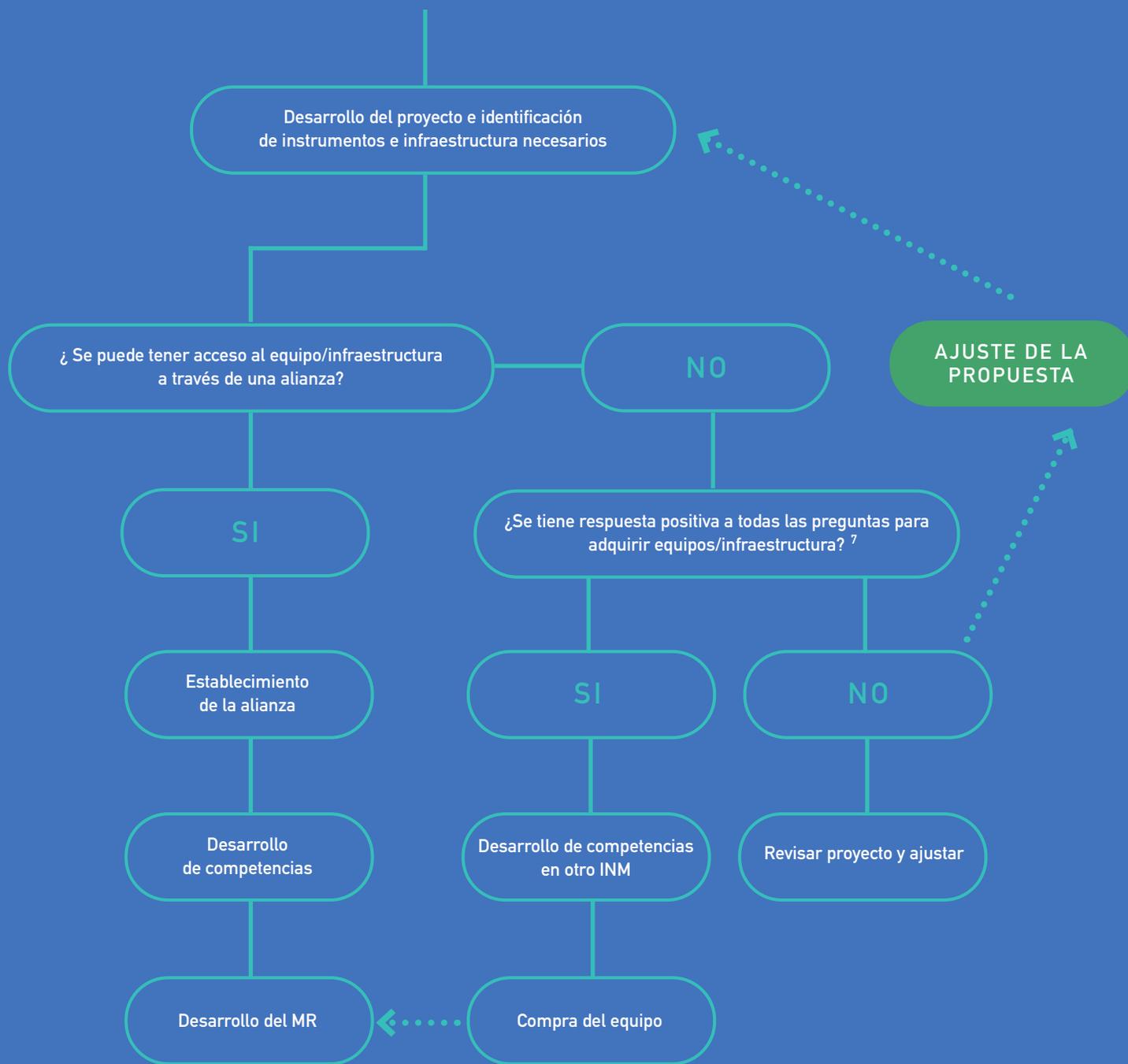


Figura 13. Propuesta para la inversión en instrumentación o infraestructura.

La anterior propuesta busca que se tenga como primera opción la creación de una alianza para disponer de un equipo de medición y evitar su compra cuando se considere que se podría llegar a subutilizar; con el fin de evitar el incremento en costos de mantenimiento anuales, mejorar la disponibilidad de tiempo del personal técnico, evitar largos tiempos de espera debido a procesos contractuales y de instalación de cada equipo.

## Mejoramiento de la oferta

**Fortalecimiento de talento humano para la producción de MR:** considerando que el acceso a instrumentos/infraestructura se puede realizar a través de alianzas, es importante hacer énfasis en contar con una mayor cantidad de personal que asesore, desarrolle y disemine los temas de metrología química. En este sentido, dentro de este fortalecimiento el INM debe concentrar sus esfuerzos en el desarrollo de competencias en tres niveles, los cuales se presentan en la Figura 14.

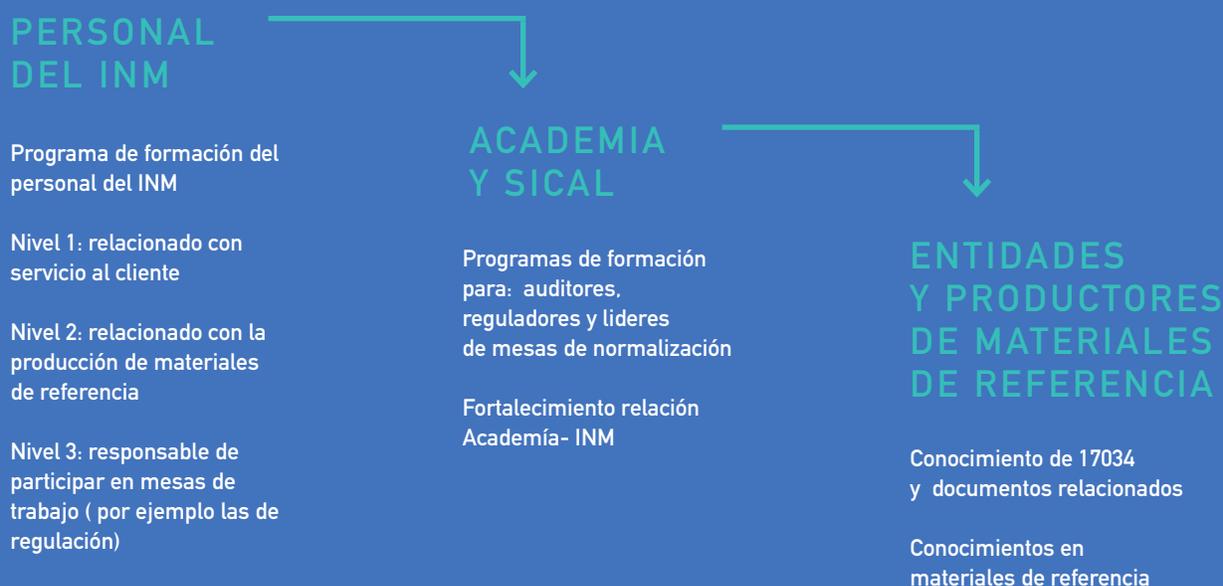
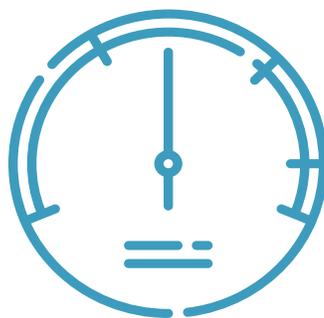


Figura 14. Grupos de acción para el fortalecimiento en la producción de materiales de referencia.



### **Materiales de Referencia estratégicos:**

Una vez compiladas las necesidades relacionadas con materiales de referencia, se establecerá un programa de producción de materiales de referencia a varios años, que considere las equivalencias en mediciones químicas y biológicas, de tal manera que se realice una producción de materiales de referencia más estratégica.



### **Posicionamiento de los MR en el mercado local:**

El INM establecerá una estrategia de marketing que se adecúe al mercado nacional de los laboratorios de ensayo. Dentro de esta estrategia se deben contemplar las siguientes actividades: (i) incentivos de fidelización a compradores frecuentes; (ii) campañas de pre-lanzamiento y lanzamiento de MR; (iii) posicionamiento del INM como marca de materiales de referencia; (iv) talleres y eventos que contribuyan con el conocimiento y la promoción de materiales de referencia; y (v) creación de videos tutoriales y mayor promoción en redes sociales, entre otros.



5

# AGRADECIMIENTOS

HOJA DE RUTA PARA LA PROVISIÓN  
DE MATERIALES DE REFERENCIA  
EN COLOMBIA



La elaboración de este documento no hubiera sido posible sin el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial - ONUDI en Colombia, la cual a partir de su Programa de Calidad para la Cadena de Químicos- GQSP Colombia financiado por la Secretaría de estado para asuntos económicos de la Confederación Suiza y el Ministerio de Comercio a través de Colombia Productiva, ha buscado la consolidación y el trabajo articulado con los productores nacionales de materiales de referencia, distribuidores y otros actores indispensables en el suministro de estos para el país.

Por otro lado, agradecemos a todos los colaboradores del Instituto que contribuyeron a la consolidación y mejora de este documento, en especial a: Erika Pedraza, Sandra Mendoza, Daisy Vásquez, Johanna Abella, Carlos España, Juliana Barrios, Ivonne González, María Mercedes Arias, Luisa Juana Bernal, Laura Morales y Diego Garzón.

Finalmente, queremos extender un especial agradecimiento a Jorge Koelliker del CENAM, Clemens Sanetra de PTB , Steven Choquette de NIST, Stephen A. Wise de NIH de Estados Unidos, Thomas Linsinger, MBA de JRC, Pearse McCarron, PhD de NRC, Alejandro Pérez Castorena de CENAM, Janaína Marques Rodrigues y Valnei Cunha de INMETRO.



# HOJA DE RUTA

para la provisión de materiales  
de referencia en Colombia