



# Guía para productores

Importancia, selección  
de proveedores y uso  
de las mediciones

# Guía para productores

Importancia, selección de proveedores y uso de las mediciones



INSTITUTO NACIONAL  
DE METROLOGÍA

Director general

**Edwin Arvey Cristancho Pinilla**

Secretario general

**Rodolfo Manuel Gómez Rodríguez**

Subdirectora de Innovación  
y Servicios Tecnológicos

**Erika Bibiana Pedraza Guevara**

Subdirector de Metrología Física

**Álvaro Bermúdez Coronel**

Subdirector de Metrología

Química y Biomedicina

**Diego Alejandro Ahumada Forigua**

Jefe de Oficina Asesora  
de Planeación

**Adriana Montenegro Bernal**

EMBAJADA DE SUIZA  
COOPERACIÓN ECONÓMICA  
Y DESARROLLO (SECO)

Embajadora de Suiza

**S.E. Yvonne Baumann**

Jefe de la Cooperación Económica  
y Desarrollo

**Christian Brändli**

SWISSCONTACT

Representante legal para Colombia

**Cecilia Rivera del Piélagó**

Programa Colombia+Competitiva

Coordinadora general del Programa  
Colombia+Competitiva

**Claudia Sepúlveda**

Coordinador de Agricultura  
Sostenible

**Miguel Ángel Pérez**

Consultora

**Claudia Jimena Cuervo**

EDICIÓN Y REDACCIÓN

**Diego A. Ahumada F.**

**Carlos A. España S.**

**Johanna P. Abella G.**

**Henry Torres Q.**

FOTOGRAFÍAS

**Andrés M. Castillo F.**

**Luisa J. Bernal R**

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

**.Puntoaparte Editores**

Coordinación editorial

**Andrés Barragán**

Dirección de arte y diseño

**Andrés Álvarez**

[www.puntoaparte.com.co](http://www.puntoaparte.com.co)

...

Ilustración

Shutterstock.com

...

Para más información y solicitud  
de copias, contacte a:

Instituto Nacional de Metrología

Av. Cra. 50 # 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 (digital): 978-958-56773-4-0

## AGRADECIMIENTOS

Esta guía es el resultado del trabajo conjunto entre el Instituto Nacional de Metrología de Colombia (INM), y miembros de la Red Colombiana de Metrología (RCM).

La elaboración de este documento fue posible gracias al apoyo de Claudia J. Cuervo, Claudia J. Sepúlveda y Miguel A. Pérez de Swisscontact Colombia; y de Estefanía Rodríguez S. y Yeni Rodríguez G. de Agrosavia.

El equipo de trabajo extiende sus sinceros agradecimientos a Colombia Productiva, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, así como todas las entidades, instituciones y empresas que participaron y cuyo grano de arena, permite hoy entregar el presente documento.



# Guía para productores

Importancia, selección  
de proveedores y uso  
de las mediciones



Esta guía es desarrollada en el marco del convenio especial de cooperación entre la Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico–Swisscontact y el Instituto Nacional de Metrología de Colombia (INM), dentro de las actividades del proyecto “Contribución en la medición de cadmio para la producción de cacao en Colombia”.

Esta obra es una contribución a la Estrategia Nacional de Cacao capítulo inocuidad, desarrollada en el marco del Programa Colombia + Competitiva, una iniciativa conjunta de la Embajada de Suiza en Colombia - Cooperación Económica y Desarrollo (SECO) y el Gobierno Nacional. La Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico - Swisscontact es el facilitador nacional del Programa.

# Tabla de contenido

	Glosario de términos .....	6
<b>1</b>	Introducción.....	7
<b>2</b>	Importancia de las mediciones para la toma de decisiones .....	8
<b>3</b>	Generalidades sobre la red de laboratorios.....	12
<b>4</b>	Recomendaciones para la solicitud de ofertas a los laboratorios por el productor .....	16
<b>5</b>	Criterios para la selección de laboratorios .....	18
<b>6</b>	Toma de decisiones a partir de los resultados .....	22
	Bibliografía.....	26

# Glosario de términos



## Medición

Proceso para obtener experimentalmente uno o más valores que son atribuidos a una propiedad que se desea conocer.



## Intervalo de medición

Intervalo en el cual el laboratorio ha determinado que la aplicación de un método proporciona resultados con exactitud conocida.



## Laboratorio acreditado

Es un laboratorio que cuenta con un reconocimiento dado por un ente acreditador, el cual ha verificado que es una organización competente para realizar actividades de medición, calibración y/o muestreo.



## Regla de decisión

Aplica para evaluación de conformidad o declaración de cumplimiento frente a un requisito. Regla de decisión es cómo se va a aplicar la incertidumbre de medición del laboratorio para emitir un concepto de cumplimiento o incumplimiento de acuerdo a un requisito normativo.

# 1

# Introducción

**E**n virtud de las nuevas regulaciones formuladas para el sector productivo de alimentos, es necesario que los productores conozcan los beneficios que las mediciones de diferentes propiedades tienen para el desarrollo óptimo de sus cultivos; de tal manera que su producto no pierda calidad y se mantenga competitivo en el mercado. En este marco, se ha desarrollado esta guía, la cual busca que los productores identifiquen la importancia de las mediciones para la toma de decisiones relacionadas con sus actividades productivas. Para esto, se presentan diferentes ítems dentro de los cuales se encuentra la importancia de las mediciones, generalidades de la red de laboratorios para la búsqueda de proveedores de servicios de medición, recomendaciones para la solicitud de

ofertas, criterios de selección de los laboratorios y consideraciones generales para la toma de decisiones a partir de los informes de los resultados de medición.

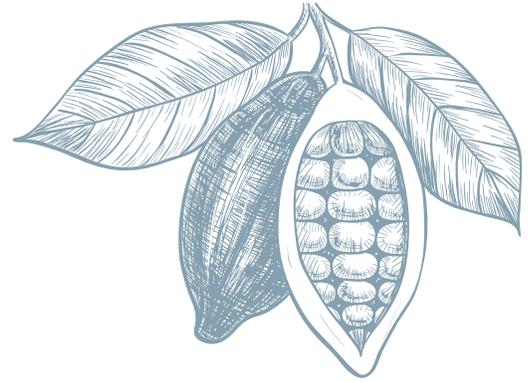
Esta guía está dirigida a productores y personal técnico relacionado con cadenas productivas, que han tenido contacto con laboratorios de ensayo y cuentan con alguna experiencia en la solicitud de servicios de medición. Se espera que esta guía se convierta en un instrumento de orientación para los productores de diferentes cadenas, de tal manera que les permita identificar la importancia que tienen las mediciones para la toma de decisiones dentro de sus procesos productivos, haciendo uso de las herramientas presentadas en este documento.

# 2

## Importancia de las mediciones para la toma de decisiones

La importancia de las mediciones se identifica en los diferentes requisitos normativos y legales que en la actualidad deben cumplir los productores en el desarrollo de las cadenas productivas. Un ejemplo de esto son las Buenas Prácticas Agrícolas o BPA, las cuales son un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas aplicables a la producción, procesamiento y transporte de alimentos, con las cuales se pretende orientar a los productores en el desarrollo de las actividades agrícolas, mejorando las condiciones de producción, manteniendo la inocuidad de los alimentos, la competitividad en el mercado y promoviendo el desarrollo sostenible.

Considerando lo anterior, y teniendo en cuenta que las decisiones que se toman frente a cualquier proceso productivo, en sus diferentes etapas, deberían estar basadas en los resultados de medición para realizar una evaluación objetiva del proceso, se considera que los procesos de medición contribuyen a:



**Establecer una selección adecuada de la materia prima para el desarrollo de los cultivos:**

identificar si las semillas cuentan con las características para el crecimiento del cultivo según la planificación previa.



**Identificar fuentes hídricas para el manejo del cultivo:**

es importante realizar la medición a las aguas de riego con el fin de evaluar las propiedades fisicoquímicas.



**Realizar una adecuada selección del terreno para el desarrollo del cultivo**

e identificar los nutrientes disponibles y contaminantes presentes en el suelo permite:

- Realizar un manejo adecuado del suelo antes, durante y después de la siembra, hacer un uso adecuado de fertilizantes a través de un plan de fertilización, optimizando recursos económicos y manteniendo las condiciones óptimas del suelo. Recuerde, el uso de fertilizantes en exceso no mejora la calidad del producto.
- Seleccionar el terreno que tenga menor cantidad de contaminantes que pueden afectar la calidad y competitividad del producto.
- Realizar una producción amigable con el ambiente.

**Recuerde que:**

- a** El agua por sí misma no es una fuente de elementos tóxicos, pero puede contaminarse, principalmente por la acción del hombre.
- b** El uso de agua no apta para riego puede contaminar el suelo, la cosecha y alterar la calidad e inocuidad del producto, generando una barrera para su ingreso al mercado.



**Evaluación de la calidad del producto cosechado:**

las mediciones de la cosecha permiten identificar la inocuidad y calidad del alimento en términos nutricionales, con el fin de identificar si es apto para el consumo y si cumple con los requisitos normativos vigentes para el ingreso al mercado, ya sea, nacional o internacional.



# Con base en los resultados obtenidos en los puntos mencionados, el productor puede:

- Optimizar sus métodos de producción en campo.
- Realizar un manejo adecuado del suelo.
- Implementar un plan de fertilización adecuado y mantener control sobre el mismo.
- Realizar un manejo adecuado de la producción en la etapa de poscosecha.
- Obtener productos con alto valor nutricional y que no superen los límites máximos permitidos.
- Mejorar la productividad del cultivo.
- Mantener la competitividad de los productos en el mercado.



# 3

## Generalidades sobre la red de laboratorios

En Colombia, existen laboratorios dedicados a la medición de diferentes propiedades en alimentos, suelos, aguas, tejido vegetal y fertilizantes, entre otros. En este sentido, a continuación se presentan las fuentes que el productor puede consultar según las necesidades que se hayan identificado relacionadas con la medición de propiedades en las diferentes etapas de la cadena productiva.



# Laboratorios acreditados

En Colombia, el ente acreditador es el Organismo Nacional de Acreditación (ONAC). En su página web <https://onac.org.co/>, el ONAC posee un buscador identificado como Directorio de Acreditación (<https://onac.org.co/directorio-de-acreditados>). En este sitio web, se pueden consultar los laboratorios que están acreditados por ONAC. En esta ventana se presentan 6 tipos de búsqueda:

- Buscar por nombre del organismo
- Acreditaciones suspendidas
- Buscar por esquema de acreditación
- Acreditaciones retiradas
- Buscar por palabra clave
- Confirmar estado de acreditación



Para la búsqueda de laboratorios acreditados se sugiere realizarla por esquema de acreditación en el siguiente link: <https://onac.org.co/directorio-de-acreditados/directorio-de-acreditacion-busqueda-por-esquema-de-acreditacion>. En este link, la búsqueda se realiza en función del esquema de acreditación (laboratorio de ensayo, laboratorio de calibración, entre otras opciones).

La búsqueda para laboratorios de ensayo se realiza de acuerdo al sector o área, según la lista desplegable de la página web. Una vez se seleccione esto, se despliega la opción tipo de ensayo (físicoquímicos y microbiológicos). Una vez se realice esta selección, los resultados podrán ser filtrados por estado de acreditación (acreditado, acreditado con suspensión, retirado, entre otros), o por ubicación geográfica (departamentos).

Luego de realizar el respectivo filtro de información, en un cuadro aparecerá la siguiente información: nombre de la razón social, NIT, dirección de sede principal, departamento, ciudad, teléfono fijo, correo electrónico y página web. Con esta consulta el productor puede realizar una selección previa según la información presentada.



## Laboratorios autorizados

Teniendo en cuenta que no todos los laboratorios que ofrecen sus servicios de medición en el mercado se encuentran acreditados. Resulta importante conocer que muchos laboratorios que prestan servicios para el sector agrícola se encuentran autorizados por el ICA.

Para realizar la búsqueda de estos laboratorios se puede consultar el link: <https://www.ica.gov.co/areas/laboratorios/laboratorios-registrados-ica.aspx>. Allí, la búsqueda se puede realizar por tipo de laboratorio de control de calidad (bioinsumos y extractos vegetales de uso agrícola, fertilizantes de uso agrícola, plaguicidas de uso agrícola, coadyudantes y acondicionadores de suelos, análisis de residuos de plaguicidas, semillas). Una vez seleccionado el tipo de laboratorio, aparecerá un cuadro con la siguiente información: laboratorio, dirección, ciudad y departamento, teléfono, *e-mail*, resolución de autorización y fecha y portafolio de servicios.



## Red colombiana de metrología (RCM)

En la página de la Red Colombiana de Metrología (<http://www.metrored.gov.co/>) se puede consultar la información de laboratorios públicos y privados que prestan servicios de calibración y ensayos, y que estén o no acreditados. Para realizar esta consulta, se ingresa al link <http://www.metrored.gov.co/listado/sof>, para la búsqueda de laboratorios de ensayo. Allí aparece la opción de búsqueda por tipo de servicio o nombre del servicio.

Se sugiere realizar la búsqueda por nombre del servicio, introduciendo la palabra clave que se desea buscar. Ejemplo: suelo, alimento. Una vez de se selecciona aplicar, aparecerá un listado de laboratorios con la siguiente información: nombre de servicio ofrecido, tipo de servicio, nombre de la institución, página web, teléfono y nombre del laboratorio.



## Otros laboratorios

En caso de que el productor no encuentre resultados en estas dos opciones, realizar una búsqueda por <https://www.google.com/>, filtrando por cercanía a su lugar de producción.



Recuerde que:

Esto es una búsqueda preliminar de los posibles laboratorios con los cuales puede contactar para indagar más acerca de sus servicios.



# 4

## Recomendaciones para la solicitud de ofertas a los laboratorios por el productor

Antes de solicitar una oferta o cotización a los laboratorios opcionados, según la búsqueda descrita anteriormente, se sugiere:

## **Identificar su necesidad**

Tenga claro el tipo de muestra (ej: suelo, semilla, partes de la planta, producto cosechado, solo grano sin cascarilla o grano con cascarilla, entre otros), las propiedades que quiere conocer de la misma (ej: contenidos de contaminantes, elementos esenciales, nutrientes disponibles, entre otros), y el (los) elemento(s) y/o compuesto(s) específico(s) que se requiere(n) medir (hierro, sodio, cromo, cadmio, plaguicidas, entre otros).

Le servirá tener una idea del contenido del (los) elemento(s) y/o compuesto(s) que se quiere(n) medir en la muestra para seleccionar el laboratorio teniendo en cuenta el intervalo de medición que este ofrece en el servicio.

## **Identifique si requiere que el laboratorio realice el muestreo.**

Recuerde que si tiene dudas en cualquiera de estos puntos puede buscar asesoría de personal técnico especializado en institutos, centros de investigación y agremiaciones. Esta consulta la puede realizar a través del buscador de Google <https://www.google.com/>.

## **Tenga claro regulaciones o normatividad aplicable vigente que deba cumplir**

Esto le servirá para definir si requiere seleccionar un laboratorio con base en los requisitos establecidos en regulaciones o normas.

Con base en esto la selección podría estar limitada por acreditación, la aplicación de métodos específicos de análisis, y el intervalo de medición al conocer los límites máximos del contenido de elementos o compuestos a medir según la necesidad identificada previamente.

## **Tenga claro el objetivo de su medición**

Definir si la medición se realizará para evaluación de conformidad; es decir, indicar si el producto cumple con límites establecidos (máximos o mínimos) o si solo requiere resultados de análisis de las muestras para mejorar sus procesos o identificar problemas.

Recuerde que al aplicar una evaluación de conformidad, se debe considerar la incertidumbre del resultado de medición, requisitos legales aplicables y/o requisitos de calidad establecidos por el productor.

Una vez se tenga identificada la información anterior, se procede a solicitar las cotizaciones u ofertas a los laboratorios preseleccionados. Para esto, tenga en cuenta que debe informar al laboratorio:

- Si requiere el servicio de muestreo, informar las condiciones de la zona, objetivo del muestreo, fecha posible del muestreo (si aplica).
- El tipo de muestra y analitos de interés que quiere evaluar.
- Información de normatividad (límites) cuando aplique.
- Número de muestras para análisis.
- Métodos de medición cuando previamente se ha identificado que los resultados son dependientes de esto.

# 5

## Criterios para la selección de laboratorios

Una vez el productor reciba la oferta para la prestación de servicios de medición según las necesidades identificadas anteriormente, debe proceder a la selección del laboratorio para el desarrollo de análisis. Para realizar una selección apropiada se sugiere considerar los siguientes criterios:



## Accreditación

Este es uno de los criterios más importantes para la selección de los laboratorios. Seleccionar un laboratorio acreditado para los servicios requeridos, permitirá que los resultados reportados sean aceptados, ya que el ente acreditador realizó la verificación de que el laboratorio cumple con los requisitos de la norma ISO/IEC 17025 en su versión vigente, para la obtención de resultados confiables.



## Laboratorios autorizados

En el mercado, existen varios laboratorios que no cuentan con una acreditación bajo la norma ISO/IEC 17025, pero sus actividades de medición la realizan bajo los lineamientos establecidos en esta norma. En estos casos, y dependiendo de sus actividades de ensayo, los laboratorios pueden ser autorizados por organizaciones responsables de ejercer la prevención, vigilancia y control en diferentes campos. En Colombia, el responsable de generar esta autorización es el ICA, el cual genera una autorización para que el laboratorio preste sus servicios, entrando a formar parte de la base de datos de los laboratorios en los cuales se asegura que los resultados obtenidos son confiables, por cumplir con la normatividad técnica vigente.



## Métodos de análisis ofertados por el laboratorio

En algunos casos, dependiendo de la regulación o normatividad vigente, se hace obligatorio que la medición de los elementos o compuestos de interés se realice mediante la aplicación de métodos de análisis específicos. En estos casos, este sería un criterio importante para la selección del laboratorio.

Cuando no se tiene el condicionamiento del método de medición, la selección del laboratorio se realiza con base en el alcance acreditación o intervalo de medición definido por el laboratorio para realizar las mediciones de las muestras de los usuarios. Esto quiere decir que, si se presume que los resultados de la muestra están por fuera de estos intervalos, se debe buscar el laboratorio que se ajuste para cuantificar, de manera confiable, la cantidad contenida en la muestra.





## Experticia

Resulta útil indagar acerca de los laboratorios opcionados para adquirir sus servicios; y considerar como criterio de selección su experticia o reconocimiento en el campo, para lo cual puede consultar por Google o en el voz a voz las opiniones de otros usuarios acerca de los servicios prestados; y si se considera necesario, plantear preguntas específicas que lo lleven a decirse con base en los conocimientos y soporte que el laboratorio le pueda brindar a sus resultados.



## Tiempo

Evalúe el tiempo de respuesta según sus requerimientos. Para conocer esto, solicite a los laboratorios estimaciones sobre el tiempo en el cual se emitirá el respectivo informe de resultados. Además del tiempo de respuesta verifique la disponibilidad del laboratorio para realizar los ensayos cuando lo necesite.



## Costo

El costo no puede ser un factor decisivo. Recuerde que la opción más económica no siempre es la mejor.



## Servicio

Es importante hacer una proyección futura sobre qué otros ensayos requerirían realizar para sus muestras y seleccionar un laboratorio que pueda realizar pruebas adicionales. Como criterio de selección se sugiere evaluar todos los servicios del laboratorio, desde la disponibilidad del personal para aclarar sus inquietudes, pasando por la oferta de ensayos, hasta la opción de brindarle soporte técnico que le permitan solucionar problemas en su proceso para dar cumplimiento a los estándares de normatividad y confiabilidad de sus productos.



## Distancia

Antes de considerar laboratorios ubicados en zonas lejanas, considere buscar dentro de su región laboratorios que le puedan prestar los servicios analíticos que requiera, con base en los criterios antes mencionados; ya que el envío de muestras puede ser costoso además de que estas pueden verse afectadas durante el transporte por el tiempo y condiciones ambientales del mismo. Recuerde que el resultado de la muestras no solo depende de la aplicación de un método de medición, si no que en gran medida depende del muestreo y del estado de la muestra de análisis.



# 6

## Toma de decisiones a partir de los resultados

Para la toma de decisiones con base en resultados analíticos se debe evaluar la información contenida en los informes de resultados; para lo cual, se presentan las siguientes recomendaciones:



Tener en cuenta las unidades en las que el laboratorio reporta los resultados de la medición de la muestra, y de ser necesario aplicar los factores para la conversión a las unidades que requiera. En la *Tabla 1* se presentan algunos ejemplos para la in-

**Tabla 1.** Interpretación de resultados según las unidades

Unidades de concentración reportada (ejemplo)	Es equivalente a decir...	
5.0 ppm (partes por millón) o mg/kg	5 miligramos del elemento o compuesto medido	En 1 kilogramo de muestra (cuando la muestra es sólida)
2.0 ppm (partes por millón) o mg/L	2 miligramos del elemento o compuesto medido	En 1 litro de muestra (cuando la muestra es líquida)
10 ppb (partes por billón) o µg/kg	10 microgramos del elemento o compuesto medido	En 1 kilogramo de muestra (cuando la muestra es sólida)
3.0 ppb (partes por billón) o µg/L	3 microgramos del elemento o compuesto medido	En 1 litro de muestra (cuando la muestra es líquida)
5 % (p/p) porcentaje peso a peso	5 gramos del elemento o compuesto medido	En 100 gramos de muestra (cuando la muestra es sólida)
8 % (p/v) porcentaje peso a volumen	8 gramos del elemento o compuesto medido	En 100 mililitros de muestra (cuando la muestra es líquida)



**Tabla 2.** Factores de conversión

Unidades de concentración reportada	Unidad para convertir	Operación
ppm (partes por millón) o mg/kg	% (p/p) porcentaje peso a peso	Dividir el resultado reportado entre 10000
ppm (partes por millón) o mg/L	% (p/v) porcentaje peso a volumen	Dividir el resultado reportado entre 10000
ppb (partes por billón) o µg/kg	ppm (partes por millón) o mg/kg	Dividir el resultado reportado entre 1000
ppb (partes por billón) o µg/L	ppm (partes por millón) o mg/L	Dividir el resultado reportado entre 1000

Recordar que cuando los resultados emitidos en un informe son dependientes de los métodos de medición, estos no deben ser comparados con resultados obtenidos por otros métodos; ya que no habrá correlación entre ellos. Así mismo, el informe de resultados debe indicar los métodos por los cuales se obtiene la información mencionada en el informe.





En algunos casos, en el informe pueden aparecer siglas que indiquen “No detectado” o “menor al límite de cuantificación”. Cuando se presenta, recuer-

### **“No detectado”**

Indica que el analito en cuestión está por debajo del límite de detección que el laboratorio ha identificado para su método de medición; pero es importante aclarar que esto no asegura que el analito no está presente. En este caso el informe de resultados debería contener la información del límite de detección que el laboratorio tiene al aplicar su método de medición.

### **“Menor al límite de cuantificación”**

Indica que el analito está presente pero las características metrológicas del método de medición no permiten dar el valor de manera confiable. En estos casos el laboratorio debería indicar en el informe de resultados el valor del límite de cuantificación.



Si el informe de resultados contiene una declaración de conformidad, es decir, indica si cumple o no con requisitos establecidos previamente, tener en cuenta que en el informe se indica para cuales resultados aplica la evaluación de conformidad, además de la regla de decisión definida junto con el usuario antes de la medición de la muestra.



# Bibliografía

1. Vocabulario internacional de Metrología. Conceptos fundamentales y términos asociados VIM. 2012.
2. ISO/IEC 17025:2017. Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración.
3. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. Manual Buenas Prácticas Agrícolas para el productor hortofrutícola. 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/3/as171s.pdf>
4. United States Department of Agriculture, USDA. Instruction, Laboratory selection criteria for pesticide residue testing. 2018. Disponible en <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/2611.pdf>
5. Dentali, S; and Analytical Laboratories Committee of the American Herbal Products Association (AHPA). Choosing an analytical lab. 2003. Disponible en: [http://www.ahpa.org/Portals/0/Documents/03\\_0915\\_NPI\\_Contract%20Lab.pdf](http://www.ahpa.org/Portals/0/Documents/03_0915_NPI_Contract%20Lab.pdf)
6. Department of ecology. State of Washington. Choosing an analytical laboratory. Disponible en: <https://ecology.wa.gov/Regulations-Permits/Permits-certifications/Laboratory-Accreditation/How-to-choose-an-analytical-laboratory>
7. Diedrick, K.A.; Gao, Gary; Mullen, R.W.; Watson, M.E. Guidelines for choosing a soil analytical laboratory. The Ohio State University. College of food, agricultural and environmental sciences. Disponible en: <https://ohioline.osu.edu/factsheet/HYG-1133>
8. Department of environmental conservation. State of Alaska. How to interpret my PFAS laboratory report and understand how my results compare to DEC's action levels. 2019. Disponible en: <http://www.dot.state.ak.us/airportwater/docs/Interpreting-PFAS-lab-reports.pdf>
9. Alianza el agro exporta. 2018. Guía de buenas prácticas agrícolas. Bogotá. Fedecacao. Disponible en: [www.fedecacao.com.co](http://www.fedecacao.com.co)
10. Roca Fernández. A.I. Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. INGACAL. Xunta de Galicia. 2016. Contaminación de suelos por metales pesados. Galicia. Info Agro. Disponible en: [https://www.infoagro.com/abonos/contaminacion\\_suelos\\_metales\\_pesados.htm](https://www.infoagro.com/abonos/contaminacion_suelos_metales_pesados.htm)
11. Martí. L; Burba J.N; Cavagnaro M. Metales pesados en fertilizantes fosfatados, nitrogenados y mixtos. Rev. FCA UNCuyo. Tomo XXXIV. N° 2. Año 2002.



**Instituto Nacional de Metrología de Colombia - INM  
Subdirección de Metrología Química y Biomedicina,  
Red Colombiana de Metrología.**

Av. Cra 50 # 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)

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

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



# INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA

Esta obra es una contribución a la Estrategia Nacional de Cacao capítulo inocuidad, desarrollada en el marco del Programa Colombia + Competitiva, una iniciativa conjunta de la Embajada de Suiza en Colombia - Cooperación Económica y Desarrollo (SECO) y el Gobierno Nacional. La Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico - Swisscontact es el facilitador nacional del Programa.