PARTICIPACIÓN PARA EL PREMIO NACIONAL DE ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA

Desarrollo de material de referencia de plaguicidas en aguacate para asegurar la calidad de exportación.

PRESENTAN:

DRA. MARIANA ARCE OSUNA

M. EN C. GUADALUPE JUDITH SÁINZ URIBE

M. EN C. MARCO A. ÁVILA CALDERÓN

I.Q.EN A. VÍCTOR H. HERNÁNDEZ MALDONADO

M.I.I. BRENDA L. OCHOA PARRA

AGOSTO, 2017

km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro, C.P. 76246, México
Tel.: (442) 211-0500 al 04 www.cenam.mx

ÍNDICE

SÍNTESIS 3
EXPOSICIÓN DE MOTIVOS DEL TRABAJO 5
INTRODUCCIÓN 6
OBJETIVO GENERAL 8
HIPÓTESIS 8
ANTECEDENTES 8
MARCO TEÓRICO 10
RESULTADOS 21
CONCLUSIONES 24
REFERENCIAS 25
ANEXO 1. 26
ANEXO 2. 27

Figura 1.- Los 10 principales destinos del aguacate mexicano. **6**
Figura 2.- Exposición controlada de los plaguicidas a los árboles de aguacate. **14**
Figura 3.- Proceso de preparación del candidato a material de referencia de plaguicidas en aguacate liofilizado. **15**
Figura 4.- Modelo de medición para el estudio de homogeneidad. **17**
Figura 5.- Proceso general de extracción de los MRC. **18**
Figura 6.- Proceso de la organización de los ensayos de aptitud. **19**
Figura 7.-Resultados de acefato en el 1er ensayo de aptitud, valor certificado (1933 ± 188) µg/kg. **20**
Figura 8.- Resultados de acefato en el 2o. ensayo de aptitud, valor certificado (944 ± 160) µg/kg. **20**
Figura 9. Carta de la Asociación de Productores y Empacadores Exportadores de Aguacate de Michoacán, APEAM, solicitando al CENAM ensayos de aptitud técnica para los laboratorios de servicio. **26**
Figura 10. Carta del CENAM en respuesta a la solicitud del APEAM para atender la necesidad de ensayos de aptitud de los laboratorios de servicio del sector aguacatero. **27**

Tabla 1.-Etapas del desarrollo del proyecto. **12**
Tabla 2.- Límites máximos tolerados de los plaguicidas de interés en los países de mayor importación de aguacate mexicano. **13**
Tabla 3.- Laboratorios participantes en los ensayos de aptitud de plaguicidas en aguacate. **19**

km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro, C.P. 76246, México
Tel.: (442) 211-0500 al 04 www.cenam.mx

SÍNTESIS

El aguacate mexicano, en particular la variedad *Hass* contribuye a la economía nacional con más de 1 millón de toneladas en 2016 (SNCI, 2017), que representa más del 30 % de la producción mundial (Secretaría de Economía, 2016). Sólo en el Estado de Michoacán se produce el 80.2 % de la producción nacional (CONAPA-CONASIPRO, 2017). Los principales países consumidores del aguacate mexicano son Estados Unidos, Japón y Canadá, sin embargo los japoneses por considerarlo un producto de alta calidad, lo aprecian más que en los otros dos países. Esto implica que el mercado Japonés sea clave para México y sus especificaciones de inocuidad, prioritariamente en plaguicidas, son un requisito fundamental para los productores.

Para atender los rechazos ocasionados por presencia de plaguicidas en 2011, los productores de aguacate requirieron el apoyo del CENAM para asegurar la calidad del aguacate de exportación a través de la mejora de los resultados de análisis de los plaguicidas en el aguacate, proporcionados por los laboratorios de servicio. Se identificó que para lograrlo, los laboratorios nacionales deberían contar con la capacidad de proporcionar resultados comparables con los de los países importadores. Por lo que se identificó que se requería desarrollar materiales de referencia certificados y tener disponibles a nivel nacional, ensayos de aptitud técnica de plaguicidas en aguacate para su control y evaluación, previo a su acreditación.

En este trabajo se desarrollaron materiales de referencia certificados de plaguicidas en aguacate y los ensayos de aptitud técnica requeridos. Se realizó con recursos del Fondo Mixto CONACYT - Gobierno del Estado de Michoacán, Demanda 1: *Desarrollo de Material de Referencia de plaguicidas en aguacate para asegurar la calidad de exportación*. El proyecto se llevó a cabo en la Dirección General de Metrología de Materiales, con apoyo de las Direcciones: Análisis Orgánico, Materiales de Referencia, de Planeación, Vinculación e Innovación, así como la Dirección General de Administración y Finanzas del Centro Nacional de Metrología. Así también se contó con la vinculación con el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Alimentaria, SENASICA, estudiantes y personal de apoyo.

Con la colaboración de un productor de aguacate orgánico se seleccionaron los árboles a los que se les aplicó, de acuerdo a la práctica, los plaguicidas de interés (acefato, metamidofos, paratión, lambda cialotrina, malation, carbendazim, dimetoato y permertrina); los frutos se procesaron y envasaron en el CENAM, para la producción de los lotes candidatos a materiales de referencia, posteriormente se evaluaron y asignaron los valores de referencia certificados a cada uno. Se convocaron a los laboratorios a participar en dos ensayos de aptitud técnica, para los que se utilizaron los diferentes materiales de referencia desarrollados en este proyecto, en los que participaron 13 laboratorios de análisis de plaguicidas que proporcionan servicios al sector aguacatero. Los resultados fueron evaluados y discutidos en dos reuniones de trabajo con los participantes. Finalmente los lotes certificados fueron entregados al Gobierno de Michoacán, específicamente al Centro de Innovación y Desarrollo Agroalimentario de Michoacán (CIDAM) el cual brinda servicios tecnológicos avanzados e impulsa la creación de nuevos negocios agroindustriales. En los resultados del primer ensayo de aptitud, se observó que la mayoría de los laboratorios participantes estaban subestimando el contenido de plaguicidas en aguacate; dentro de la reunión de discusión se hicieron las recomendaciones técnicas apropiadas y en consecuencia, en el segundo ensayo de aptitud se demostró la mejora

km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro, C.P. 76246, México
Tel.: (442) 211-0500 al 04 | www.cenam.mx

en la capacidad técnica de los mismos. Con lo anterior, los resultados fueron comparables con los de CENAM y por ende con los de los países importadores, a través de la capacidad de medición demostrada ante el Comité Consultivo de Cantidad de Sustancia del Buró Internacional de Pesas y Medidas.

La contribución de este proyecto fue fortalecer al sector productor y comercializador de aguacate fresco en México, a través de la mejora de la calidad y comparabilidad de las mediciones de plaguicidas por los laboratorios de servicio, al participar en los ensayos de aptitud técnica y usando adecuadamente los materiales de referencia certificados entregados en este proyecto. Para mantener la infraestructura de medición lograda en este proyecto, es importante que los laboratorios participantes continúen evaluando su capacidad técnica y permanezcan en un proceso de mejora continua en sus servicios.

km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro, C.P. 76246, México
Tel.: (442) 211-0500 al 04 | www.cenam.mx

EXPOSICIÓN DE MOTIVOS DEL TRABAJO

El presente trabajo fue realizado en atención a la convocatoria 2014-02, del Fondo Mixto CONACYT - Gobierno del Estado de Michoacán, Demanda 1: *Desarrollo de Material de Referencia de plaguicidas en aguacate para asegurar la calidad de exportación*.

Cuyo objetivo indicaba: Desarrollar Materiales de Referencia Certificados de plaguicidas en aguacate y los ensayos de aptitud requeridos para mejorar la capacidad de medición de residuos de plaguicidas y fortalecer la capacidad de medición de los laboratorios que realizan las mediciones para el control de la calidad de aguacate.

Trabajo que se encuentra alineado con las Políticas Públicas emitidas por el Ejecutivo Federal en la presente Administración:

1. **Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018**: Meta nacional “México Próspero”, cuyo objetivo es desarrollar los sectores estratégicos del país.
2. **Programa de Desarrollo Innovador 2013-2018, PRODEINN, de la Secretaría de Economía**: Desarrollar una política de fomento industrial y de innovación que promueva un crecimiento económico equilibrado por sectores, regiones y empresas.
3. **Programa Institucional del CENAM, 2013-2018**: Ofrecer referencias de medición reconocidas internacionalmente, para soportar la confiabilidad de las mediciones que se realizan en el país.

El proyecto se llevó a cabo a partir de septiembre del 2014 a septiembre del 2016, contó con la colaboración del personal y grupo de trabajo: Dra. Mariana Arce Osuna y el M. en C. Marco A. Ávila Calderón de la Dirección de Análisis Orgánico, el I.Q. en A. Víctor H. Hernández Maldonado de la Dirección de Materiales de Referencia, la M en C. Guadalupe Judith. Sainz Uribe, de la Dirección General de Metrología de Materiales y la M.I.I. Brenda L. Ochoa Parra de la Dirección de Planeación, Vinculación e Innovación, del Centro Nacional de Metrología. Así también se contó con la colaboración del Centro Nacional de Referencia de Plaguicidas y Contaminantes, CNRPyC, que forma parte del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Alimentaria, SENASICA, estudiantes y personal de apoyo.

Este proyecto es de desarrollo práctico, actualmente está funcionando y no forma parte de una tesis para obtener un grado o de instructivos y/o manuales.

Este trabajo se llevó a cabo como apoyo a los productores de aguacate mexicano, principalmente del Estado de Michoacán, a través de reforzar la competencia técnica de los laboratorios de servicios que apoyan a dichos productores, en la evaluación de la inocuidad de sus productos, midiendo el contenido de plaguicidas. Sin embargo para que un alimento sea inocuo no solamente lo determina el contenido de plaguicidas, también se deben realizar mediciones microbiológicas, de elementos metálicos contaminantes y algunos otros parámetros que no están contemplados en los materiales de referencia que fueron el producto de este

km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro, C.P. 76246, México
Tel.: (442) 211-0500 al 04 | www.cenam.mx

trabajo y que finalmente también se necesitan para poder predecir que un aguacate es inocuo para que sea apto para el consumo humano y que no provoque daños o enfermedades a las personas.

INTRODUCCIÓN

La producción de aguacate cultivado en México representa más del 30 % de la cosecha mundial (Secretaría de Economía, 2016). Los estados con mayor producción son Michoacán, Jalisco y Morelos, los cuales aportan el 90 % de la producción nacional. El estado de Michoacán aporta el 80.2 % de la producción nacional de aguacate (CONAPA-CONASIPRO, 2017). La variedad *Hass* es la más cultivada y consumida a nivel mundial.

Los principales países importadores del aguacate mexicano son Estados Unidos, Japón y Canadá (SAGARPA). En 2016 dichas exportaciones ascendieron a más de 1 millón de toneladas (SNCI, 2017) y estos tres países representan más del 50 % de la producción nacional, ver Figura 1.

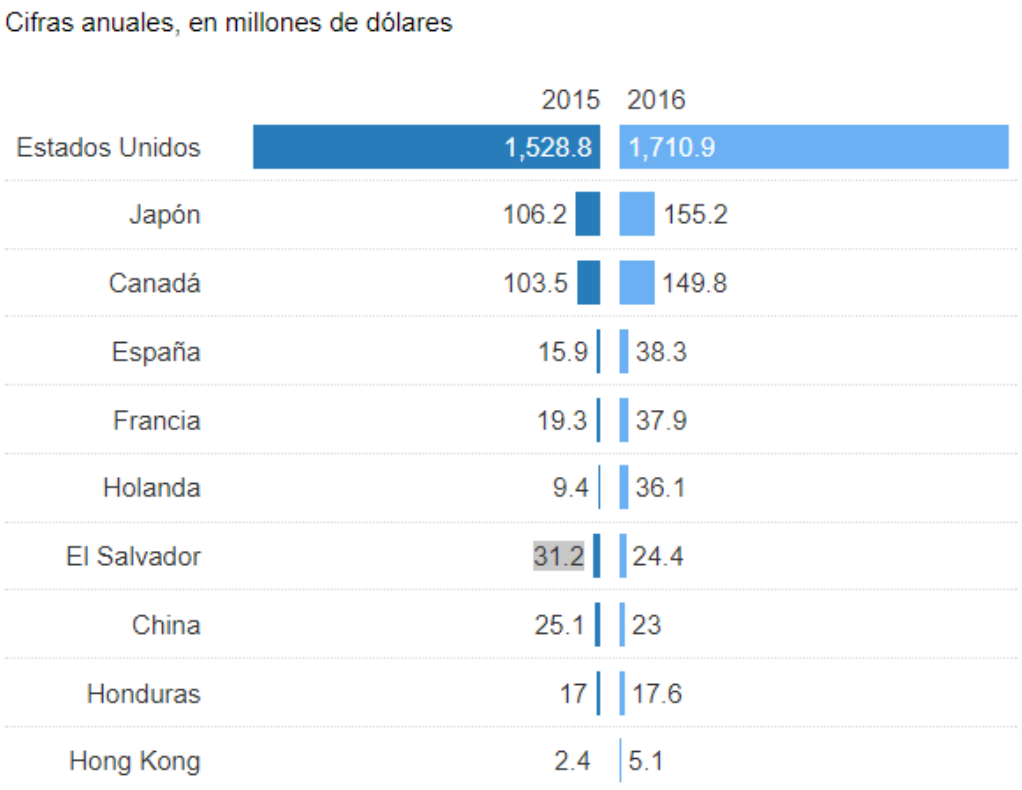

Figura 1.- Los 10 principales destinos del aguacate mexicano.

km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro, C.P. 76246, México
Tel.: (442) 211-0500 al 04 | www.cenam.mx

Las importaciones de aguacate mexicano a Japón han crecido ocho veces en valor, al pasar de poco menos de 20 millones de dólares a 160 millones en el 2016, aunado a ello, los japoneses pagan en promedio 20 % mejor el aguacate que otros países, principalmente porque demandan producto de alta calidad (SNCI, 2017).

Con estos datos, resulta claro que la tendencia en las exportaciones de aguacate mexicano se ven direccionadas a Japón, es por esto que este mercado se convirtió en el segundo más importante para México, cuya demanda ha tenido un crecimiento explosivo en los últimos 10 años.

Sin embargo, en el año 2011 fueron rechazados 60 toneladas del fruto al muestrear dos contendores y encontrar en ellos residuos de plaguicidas (Ministry of Health, Labour and Welfare, 2012). Por esta razón los productores de aguacate solicitaron el apoyo al CENAM, a través de la Asociación de Productores y Empacadores Exportadores de Aguacate de Michoacán, APEAM, solicitando llevar a cabo ensayos de aptitud para los laboratorios de control de calidad de su producto (ver Anexo 1), debido a que los contenedores rechazados ya habían sido analizados por estos laboratorios de servicio, en el que se reportaba que no contenían los plaguicidas. Al analizar la problemática en colaboración con el CENAM, se detectó la necesidad de contar con laboratorios nacionales de análisis de plaguicidas con capacidad de reportar resultados comparables con los de los países importadores (ver Anexo 2).

Se necesita entonces que los laboratorios que realizan el control de calidad del aguacate emitan resultados confiables y comparables, por lo que éstos requieren de materiales de referencia certificados que les sirva como patrones para asegurar que están midiendo correctamente y participar en ensayos de aptitud técnica, en donde puedan evaluar su desempeño, contra valores de referencia certificados. En este trabajo se presenta todo el desarrollo de generación de los materiales de referencia certificados y ensayos de aptitud técnica para el beneficio del control y evaluación de los laboratorios que proveen este servicio al sector aguacatero.

La mayor dificultad para cuantificar plaguicidas en los productos agrícolas, reside en el proceso de extracción de los mismos en las diferentes matrices, debido a que estos compuestos se pueden extraer de manera conjunta con los componentes de la matriz (en este caso, aguacate), y por tanto es posible que en el análisis cuantitativo se presenten interferencias. Es por ello que hasta el momento no existe una metodología única de extracción y cuantificación de plaguicidas, ya que éstas dependen de las propiedades fisicoquímicas de cada compuesto, así como de la matriz en la cual están contenidos (Lehotay, 2006).

km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro, C.P. 76246, México
Tel.: (442) 211-0500 al 04 | www.cenam.mx

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar y certificar materiales de referencia de plaguicidas en aguacate para fortalecer a los laboratorios que realizan mediciones en el aseguramiento de la inocuidad de los aguacates mexicanos de exportación y consumo nacional, mediante el uso adecuado de los materiales de referencia en los laboratorios, así como la utilización de éstos para la organización de ensayos de aptitud con valores trazables al Sistema Internacional de Unidades y comparables a nivel internacional, contra los cuales se puedan comparar los resultados y conocer de esta manera su competencia técnica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar aplicación controlada de plaguicidas en aguacate y cosecharlos para emplearlos para el desarrollo de los materiales de referencia y la certificación del contenido de plaguicidas, incluyendo un material de referencia de aguacate sin plaguicidas, con métodos de la más alta calidad metrológica.

2. Documentar el proceso de validación de los métodos de extracción y certificación de plaguicidas en el aguacate.

3. Evaluar las competencias de los laboratorios que realizan mediciones de plaguicidas.

HIPÓTESIS

La variabilidad y la no comparabilidad internacional de las mediciones de plaguicidas en aguacate que tienen los laboratorios analíticos nacionales, afecta la confiabilidad de la evaluación de su calidad y provoca problemas de comercialización, se mejoran significativamente con el uso de materiales de referencia certificados y mediante una evaluación práctica con ensayos de aptitud.

ANTECEDENTES

El CENAM, en cumplimiento de su misión, ha adoptado un enfoque sectorial para analizar las necesidades metrológicas de la población y los sectores productivos y sociales.

Una necesidad fundamental detectada en el sector alimentario, es la de garantizar la inocuidad y la calidad en los alimentos, misma que afecta tanto a los consumidores nacionales, como a los productores que venden en México y en el exterior y se evalúa por los laboratorios de servicio, a través de mediciones analíticas de contaminantes y sustancias tóxicas, como es el caso de los residuos de plaguicidas en alimentos.

El sistema metrológico nacional es fundamental para incrementar la calidad de los alimentos y la competitividad de las empresas que producen y exportan. Esto ha sido reconocido de manera fehaciente en los foros realizados por el CENAM. Gracias a esto, en los años 2012 a 2013, se llevó a cabo el proyecto para el desarrollo de Materiales de Referencia Certificados (MRCs) que

km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro, C.P. 76246, México
Tel.: (442) 211-0500 al 04 | www.cenam.mx

fue apoyado con el Fondo Sectorial SAGARPA-CONACYT. El proyecto fue fruto de una amplia consulta que realizó el CENAM con la Secretaría de Economía y la SAGARPA, en múltiples reuniones, con los sectores usuarios y productores desde el 2007.

Para dicho trabajo, se determinaron seis demandas específicas, varias de ellas relacionadas con la necesidad de referencias confiables para la determinación de inocuidad y calidad alimentarias.

a) Metales pesados en camarón y brócoli.
b) Plaguicidas en jitomate y lechuga.
c) Clembuterol en carne de bovino.
d) OGMs en maíz, trigo y soya.
e) Contenido nutrimental en miel, jitomate y aguacate.
f) Manual de técnicas para análisis microbiológico en alimentos.

En ese proyecto se contó con la colaboración de personal de investigación de 7 institutos de educación superior, con investigadores de 6 centros de investigación y desarrollo y con un laboratorio privado.

1. Centro Nacional de Servicios de Constatación en Salud Animal (CENAPA).
2. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD): Unidad Mazatlán, Unidad Culiacán y Unidad Guaymas.
3. Centro de Investigación en Alimentación y Asistencia Tecnológica y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ).
4. Centro Nacional de Referencia de Detección de Organismos Genéticamente Modificados (CNDROGMs).
5. Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM).
6. Centro Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Guanajuato (CESAVEG).
7. Universidad Autónoma de Querétaro.
8. Instituto Tecnológico de Celaya.
9. Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.
10. Instituto Tecnológico de Oaxaca.
11. Instituto Tecnológico de Matamoros.
12. Universidad Tecnológica de San Juan del Río.
13. Universidad Autónoma de Guadalajara.
14. Laboratorio Químico Industrial y Agrícola (LAQUIMIA).

Gracias a este trabajo previo, se logró fortalecer la red de laboratorios para inocuidad y calidad alimentarias, mediante la disponibilidad de materiales de referencia certificados de productos agroalimentarios que demandaba el sector, en mediciones y análisis de: metales pesados, nutrimentales, plaguicidas y residuos de medicamentos veterinarios, así como la detección y cuantificación de eventos de modificación genética y el desarrollo de dos manuales, uno de la

km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro, C.P. 76246, México
Tel.: (442) 211-0500 al 04 | www.cenam.mx

normatividad, métodos para detección y medición de organismos microbiológicos en alimentos y el otro sobre protocolo de medición de Organismos Genéticamente Modificados (OGM).

Así también el CENAM fortaleció su infraestructura y su capacidad analítica, lo que le permitió posteriormente desarrollar el presente trabajo.

MARCO TEÓRICO

El Centro Nacional de Metrología (CENAM) tiene la responsabilidad de establecer y mantener los patrones nacionales; ofrecer servicios metrológicos como calibración de instrumentos y patrones; certificar y desarrollar materiales de referencia; y brindar capacitación especializada en metrología; entre otros. El CENAM mantiene un estrecho contacto con otros laboratorios nacionales, como es el caso del Centro Nacional de Referencia de Plaguicidas y Contaminantes (CNRPyC), perteneciente al Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) y con organismos internacionales relacionados, con el fin de asegurar el reconocimiento internacional de los patrones nacionales de México y consecuentemente, promover la aceptación de los productos y servicios de nuestro país para un mejor desarrollo económico y social de México y así incidir positivamente en el comercio, la competitividad industrial, el medio ambiente y el bienestar de la población.

Como marco de referencia de este proyecto, es importante indicar las definiciones de los Materiales de Referencia y de los Ensayos de Aptitud Técnica.

Un Material de Referencia (MR), se define como material suficientemente homogéneo y estable con respecto a propiedades especificadas, establecido como apto para su uso previsto en una medición o en un examen de propiedades cualitativas (VIM, 2009).

Un Material de Referencia Certificado (MRC), es un material de referencia acompañado por la documentación emitida por un organismo autorizado, que proporciona uno o varios valores de propiedades especificadas, con incertidumbres y trazabilidades asociadas, empleando procedimientos válidos (VIM, 2009).

Ensayo de Aptitud Técnica, evaluación del desempeño de los participantes con respecto a criterios previamente establecidos mediante comparaciones interlaboratorios (NMX-EC-17043-IMNC-2010).

Los materiales de referencia certificados se utilizan para:

- Calibrar y/o verificar patrones de equipos de medición.
- Validar métodos analíticos.
- Comprobar la exactitud de los resultados.
- Comprobar el desempeño de un laboratorio o un analista.
- Asignar valores e incertidumbres de medición de magnitudes del mismo tipo, a otros materiales.
- Verificar el correcto uso del método o detectar errores en su aplicación.

km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro, C.P. 76246, México
Tel.: (442) 211-0500 al 04 | www.cenam.mx

Así pues, los materiales de referencia (MR) son utilizados por muchos laboratorios en su programa de aseguramiento de calidad analítica para validar procedimientos y estimar la exactitud en la medición de plaguicidas.

El desarrollo y la certificación de un material de referencia incluye la evaluación de:

Homogeneidad

Condición de tener una estructura o una composición uniforme con respecto a una o más propiedades especificadas. Se dice que un material de referencia es homogéneo con respecto a una propiedad especificada si el valor de la propiedad, determinado por ensayos en muestras de tamaño especificado, se encuentra dentro de los límites de incertidumbre definidos, aunque las muestras sean tomadas de diferentes unidades de abastecimiento (botellas, paquetes, etc.) o de una sola unidad de abastecimiento (NMX-CH-160-IMNC-2006) (ISO Guide 30:2015).

Estabilidad

Capacidad de un material de referencia, cuando se almacena bajo condiciones especificadas, para mantener un valor de una propiedad declarado dentro de los límites especificados por un periodo de tiempo especificado (NMX-CH-160-IMNC-2006) (ISO Guide 30:2015).

Hay dos tipos de estabilidad:

1. Estabilidad a largo plazo del material (por ejemplo la vida de anaquel). La estabilidad a largo plazo de un material de referencia es asociada con el comportamiento del MR en el almacén del productor.

2. Estabilidad a corto plazo (por ejemplo la estabilidad del material bajo “condiciones de transporte”). La estabilidad a corto plazo es asociada con cualquier efecto extra debido al transporte de las muestras.

3. En algunos casos no es posible mantener las condiciones apropiadas con respecto a la estabilidad del MR durante el transporte y en este caso, se debería considerar alguna incertidumbre adicional en los valores de la propiedad.
   (NMX-CH-165-IMNC-2008) (ISO GUIDE 35:2006).

Asignación de valor de referencia

Una vez que el lote de aguacate candidato a ser material de referencia certificado, demostró ser homogéneo y estable, se procede a la asignación de los valores de referencia certificados de los plaguicidas de interés, siguiendo los lineamientos de las normas NMX-CH-165-IMNC-2008 e ISO GUIDE 35:2006.

Normatividad aplicable para el desarrollo de un Material de Referencia Certificado.

km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro, C.P. 76246, México
Tel.: (442) 211-0500 al 04 | www.cenam.mx

1. ISO Guide 30:2015 ó NMX-CH-160-IMNC-2006.- Materiales de referencia-Términos y definiciones.
2. ISO Guide ISO 31:2015 ó NMX-CH-161-IMNC-2006.- Materiales de referencia-Contenido de certificados y etiquetas.
3. ISO Guide ISO 32:1997 ó NMX-CH-162-IMNC-2006.- Materiales de referencia-Calibración en química analítica y el uso de materiales de referencia certificados.
4. ISO Guide 33:2015 ó NMX-CH-163-IMNC-2006.-Materiales de referencia- Uso de los materiales de referencia certificados.
5. ISO Guide 34:2009 ó NMX-CH-164-IMNC-2006.-Materiales de referencia- Requisitos generales para la competencia de productores de materiales de referencia.
6. ISO Guide 35:2006 ó NMX-CH-165-IMNC-2008.- Materiales de referencia. Principios generales y estadísticos para la certificación.

DESARROLLO

Las etapas de producción del material de referencia de plaguicidas en aguacate se muestran en la siguiente tabla y se describen a continuación.

Tabla 1.-Etapas del desarrollo del proyecto.

1. Estudio y contaminación de aguacate	1.1. Selección de plaguicidas 1.2. Exposición controlada 1.3 Cosecha
2. Desarrollo y preparación del material de referencia	2.1 Preparación de la muestra 2.2. Trituración 2.3 Liofilización 2.4 Pulverizado 2.5 Selección de tamaño de partícula 2.6 Subdivisión y homogenización 2.7 Envasado 2.8 Empacado
3. Desarrollo del método de medición y evaluación de la homogeneidad	3.1 Desarrollo del método 3.2 Validación del método 3.3. Pruebas de homogeneidad
4. Certificación del Material de Referencia	4.1 Medición y procesamiento de datos 4.2 Pruebas de estabilidad
5. Diseminación de la trazabilidad y calidad de las mediciones.	5.1 Ensayos de aptitud 5.2 Seminario de evaluación de resultados

km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro, C.P. 76246, México
Tel.: (442) 211-0500 al 04 | www.cenam.mx

1. Estudio y exposición del aguacate a plaguicidas.

1.1 Selección de los plaguicidas objetivo.

Para la selección de los plaguicidas a usar, el grupo de trabajo consultó diversas fuentes para identificar y seleccionar las moléculas que presentaban mayores rechazos en los países de exportación, especialmente, las que rebasaban los límites máximos permitidos o bien, no estaban permitidos y se habían detectado en diversos análisis.

Finalmente de los contactos consultados, se tomaron 3 fuentes de información:

La Asociación de Productores, Empacadores y Exportadores de Aguacate de México, APEAM,

El Centro Nacional de Referencia de Plaguicidas y Contaminantes, CNRPyC del Servicio Nacional de Inocuidad y Calidad Alimentaria, SENASICA.

Empresa empacadora de aguacates.

A partir de las moléculas seleccionadas, se identificaron los límites máximos permisibles de los principales países destino, contrastando con los límites definidos en México, en la Tabla 2 se muestra dicho comparativo.

Tabla 2.- Límites máximos tolerados de los plaguicidas de interés en los países de mayor importación de aguacate mexicano.

Plaguicidas	Japón[1] mg/kg	USA[2]mg/kg	México[3] mg/kg	UE[4]mg/kg	Canadá[5] mg/kg
Acefato	-------	-------	No autorizado	0.01	-------
Metamidofos	0.01	-------	No autorizado	0.01	-------
Paratión	0.05	-------	-------	0.05	-------
Lambda cialotrina	0.5	0.2	No autorizado	0.02	0.2
Malation	8.0	8.0	8.0	0.02	8.0
Carbendazim	3.0	-------	No autorizado	0.1	-------
Dimetoato	1.0	-------	No autorizado	0.02	-------
Permertrina**	5.0	1.0	1.0	0.05	-------

[1]The Japanese positive list system for Agricultural Chemical Residues in Foods, 2006.
[2]Tolerances and exemptions for pesticide chemical residues in food, 2013.
[3]México: Publicación de lista de plaguicidas aprobados para usarse en los cultivos por la SAGARPA y la Secretaría de Salud.
[4]EU pesticides database, Active Substances, regulation (EC) No. 396/2005. Pesticides Web Version - EU MRLs (File created on 29/01/2014 17:41)
[5]Health Canada; MRL Database for avocado; Fuente: http://pr-rp.hc-sc.gc.ca/mrl-lrm/index-eng.php

1.2 Exposición controlada a plaguicidas

Los aguacates se cultivaron en una huerta ubicada en el Rancho las Pilas, Aputzio de Juárez, Michoacán, México. Se definieron 3 tipos de productos:

1. Libre de plaguicidas.

km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro, C.P. 76246, México
Tel.: (442) 211-0500 al 04 | www.cenam.mx

2. Contaminados exclusivamente con acefato y metamidofos, ya que estos plaguicidas representaban un mayor interés, por rebasar los límites máximos indicados en los países destino y ser la causa de rechazo del producto.
3. Contaminados con mezcla de 8 plaguicidas.

Se tuvo una muy buena comunicación con el productor de los aguacates, de tal manera que durante un periodo de 3 meses y medio se llevaron a cabo las contaminaciones y se hicieron en base a las recomendaciones y dosificaciones que le proporcionó el CENAM. Los plaguicidas fueron adicionados a los árboles por el método de aspersión directa a las hojas, tallos y frutos, método comúnmente empleado por los agricultores.
Cabe señalar, que previamente se analizó que cada contaminación fuese adecuada para asegurar la presencia de los plaguicidas en el fruto, en la cantidad cercana y/o superior al límite máximo tolerado para que estuviera presente en el material de referencia a certificarse.

8 árboles de aguacate, fueron expuestos a 8 plaguicidas, de manera individual (8 árboles) y 9 árboles fueron contaminados con una combinación controlada de los 8 plaguicidas.

Figura 2.- Exposición controlada de los plaguicidas a los árboles de aguacate.

1.3 Cosecha

Una vez que se maduraron los aguacates y que tuvieron una consistencia firme fueron cosechados y enviados al CENAM para su procesamiento.
Se recibieron alrededor de 40 kg de aguacate libre de plaguicidas para ser procesados como el material de referencia (MR) denominado “blanco”, 40 kg de aguacate contaminado con acefato y metamidofos para ser procesado y elabora el material de referencia “acefato en aguacate” y 40 kg de aguacate con una mezcla de plaguicidas,para producir el MR de plaguicidas en aguacte liofilizado.

2. Desarrollo y preparación del material de referencia.

Una cualidad que debe presentar un material de referencia es que sea homogéneo y estable. La estabilidad se logra al secar el producto, lo cual evita que actúen los microorganismos y las

km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro, C.P. 76246, México
Tel.: (442) 211-0500 al 04 | www.cenam.mx

enzimas, por lo que el aguacate se conserva. Para que el MRC sea homogéneo es necesario obtener una distribución adecuada del tamaño de partícula para lo que se debe pulverizar el fruto que previamente se secó y tamizarlo usando tamices de un determinado tamaño de partícula. El propósito es que esta parte sea homogénea y que en ella estén presentes los plaguicidas objetivo. Por lo que se debe de tener una tecnología apropiada para la correcta implementación de la reducción del tamaño de partícula y mediante técnicas de mezclado, hacer que el material sea homogéneo. El material al ser convertido en un material de referencia experimenta varios pasos en la preparación del mismo; los pasos necesarios en este proceso pueden incluir el secado, la pulverización, la reducción del tamaño de partícula, la estabilización y la subdivisión y el envasado/embotellado. En la etapa del diseño del proyecto, debería ser establecido hasta qué punto debe extenderse la preparación de la muestra. (ISO Guide 35-2008, NMX-CH-165-INMC-2008)

El proceso de preparación del MR se presenta en la Figura 3.

Figura 3.- Proceso de preparación del candidato a material de referencia de plaguicidas en aguacate liofilizado.

2.1 Preparación de la muestra

El aguacate se corta en dos y se elimina el hueso, posteriormente se tritura con todo y cáscara, con ayuda de un procesador de alimentos, para llegar a un tamaño apropiado para poderlo congelar y que se pueda liofilizar adecuadamente.

2.2. Trituración

El proceso de trituración o molienda se lleva a cabo a 1 000 rpm con la intención de producir un puré, posteriormente se vacía en una charola de acero inoxidable previamente pesada; el producto se congela a una temperatura de –45 °C. Las charolas permanecen en el congelador máximo 3 horas.

2.3 Liofilización

La liofilización es un proceso de secado en el cual el disolvente, generalmente agua, u otros medios de suspensión se cristalizan a baja temperatura y posteriormente se sublima por lo que pasa directamente del estado sólido a la fase vapor; este proceso ayuda a preservar los componentes sensibles al calor, por esta razón, se utiliza en la preservación de alimentos, conservando todas sus propiedades al rehidratarse (Ciurzynska y Lenart, 2011).

km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro, C.P. 76246, México
Tel.: (442) 211-0500 al 04 | www.cenam.mx

Se hicieron pruebas preliminares para determinar las condiciones adecuadas para secar la muestra en aguacates *Hass* que no contenían plaguicidas y posteriormente éstas se usaron para procesar el aguacate que contenía plaguicidas.

2.4 Pulverizado o molido

El proceso de molienda se lleva a cabo en un molino de cuchillas; en el que el producto se adiciona poco a poco partiéndolo en trozos pequeños para evitar saturar las cuchillas, el molino tiene mallas las cuales se pueden cambiar, dependiendo del producto; para el aguacate liofilizado se usa la malla de 1 000 µm y se recolecta el aguacate molido en un recipiente de acero inoxidable que evita la contaminación y que trae consigo el equipo. No es recomendable pasar dos veces el aguacate deshidratado por el molino ya que se aglomera tomando una consistencia aceitosa.

2.5 Disminución de tamaño de partícula o tamizado

Se realiza el proceso de tamizado de las muestras ya liofilizadas, usando un tamizador marca Retsch automático al cual se le programa el tiempo de agitación de los tamices.

Se usan tamices o mallas de tamaño de partícula de 1 000 µm, 500 µm y 250 µm, con la finalidad de elegir, mediante una medición de los plaguicidas presentes, el tamaño de partícula idóneo en donde se encuentra la mayor fracción de masa de los plaguicidas. Se recomienda hacerlo pasando dos veces el producto a través de los tamices para tener mayor contenido de la fracción de 250 µm y por lo tanto un mayor rendimiento.

2.6 Subdivisión y homogenización

El producto seco y con un tamaño de partícula de 250 µm almacenado en bolsas “mylar” se vacía a un frasco de 20 L con el propósito de homogeneizarlo y agitarlo mejor; para esto se agita de arriba hacia abajo, a la derecha y a la izquierda varias veces, posteriormente se subdividen las muestras usando un subdivisor rotatorio de 8 plazas para hacerlo homogéneo

2.7 Envasado

El material homogeneizado se envasa en viales ámbar con capacidad de 10 g, previamente limpios y secos, con tapón de rosca. Todos los viales se pesaron antes y después de colocar el aguacate. La cantidad envasada en cada recipiente fue de 10 g aproximadamente, para lo cual se usó una balanza granataria. Los frascos se etiquetaron y se les colocó un sello de garantía.

2.8 Empacado

Los frascos se colocan en bolsas aluminizadas (mylar) y se sellan al vacío, poniendo una etiqueta de identificación en la parte externa. Se almacenan a -50 °C para su conservación.

3. Desarrollo del método de medición y evaluación de homogeneidad.

Se desarrollaron los métodos de extracción de cada uno de los plaguicidas objetivo, obteniendo las máximas recuperaciones; así como también los métodos de medición de cada uno de ellos.

Se evaluó la homogeneidad entre botellas, de cada plaguicida en el lote, para lo que se utilizó un muestreo aleatorio estratificado, de acuerdo con la norma NMX-CH-165-INMC-2008, se eligieron 10 frascos, el modelo básico para el estudio de homogeneidad comprende i = 1… A botellas y j = 1… n_i mediciones que se expresa de la siguiente forma: $x_{ij}=\mu+A_i+\varepsilon_{ij}$. En donde, x_{ij} es el resultado de una sola medición en el estudio de homogeneidad; µ es la esperanza matemática de x_{ij}, la cual es el valor que la gran media (media de medias) toma cuando el

km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro, C.P. 76246, México
Tel.: (442) 211-0500 al 04 | www.cenam.mx

número de mediciones repetidas tiende a infinito. Si las mediciones no están sesgadas, entonces la μ debe ser igual al valor real. Los términos A_i y ε_{ij} son los términos del error para la homogeneidad entre botellas y el error aleatorio de la medición.

Las varianzas de estos términos son la varianza entre botellas y la varianza de la repetibilidad, respectivamente. Normalmente, puede asumirse que A_i y ε_{ij} son mutuamente independientes, esto es, la no homogeneidad entre botellas no influye en la repetibilidad de la medición o viceversa. El estudio de homogeneidad entre botellas ayuda a determinar la variación entre las botellas.

En la figura 4, se muestra esquemáticamente el modelo de medición de botellas para el estudio de homogeneidad. Este modelo representa el caso en el que se incluye un submuestreo en el que múltiples porciones se toman y transforman individualmente, la varianza “entre botellas”, solo incluye la heterogeneidad entre éstas, mientras que la varianza “dentro de las botellas” incluye la incertidumbre debida a la medición, transformación y submuestreo. Con esto se pretende tener el mejor aproximado, sin que haya un sesgo en la estimación de la heterogeneidad del material.

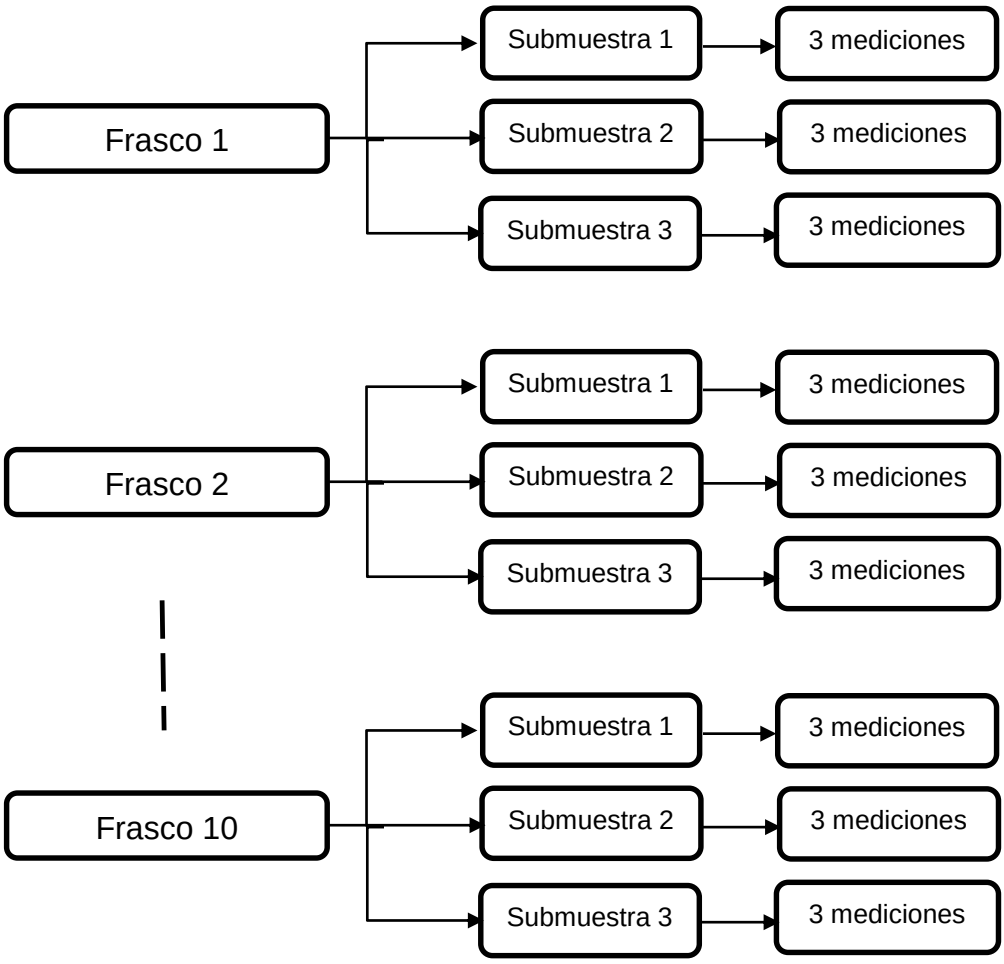

Figura 4.- Modelo de medición para el estudio de homogeneidad.

km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro, C.P. 76246, México
Tel.: (442) 211-0500 al 04 | www.cenam.mx

Aplicando la herramienta estadística del análisis de varianza, se mostró que todos los lotes fueron homogéneos debido a que no se encontraron diferencias significativas entre botellas para los valores de los mensurandos certificados.

Se validaron estos métodos obteniendo los parámetros de validación tales como la repetibilidad, reproducibilidad, recuperación, robustez, incertidumbre, límite de cuantificación y el límite de detección de cada uno de los plaguicidas objetivo. En términos generales, el proceso de cuantificación se realizó como se muestra en la figura 5.

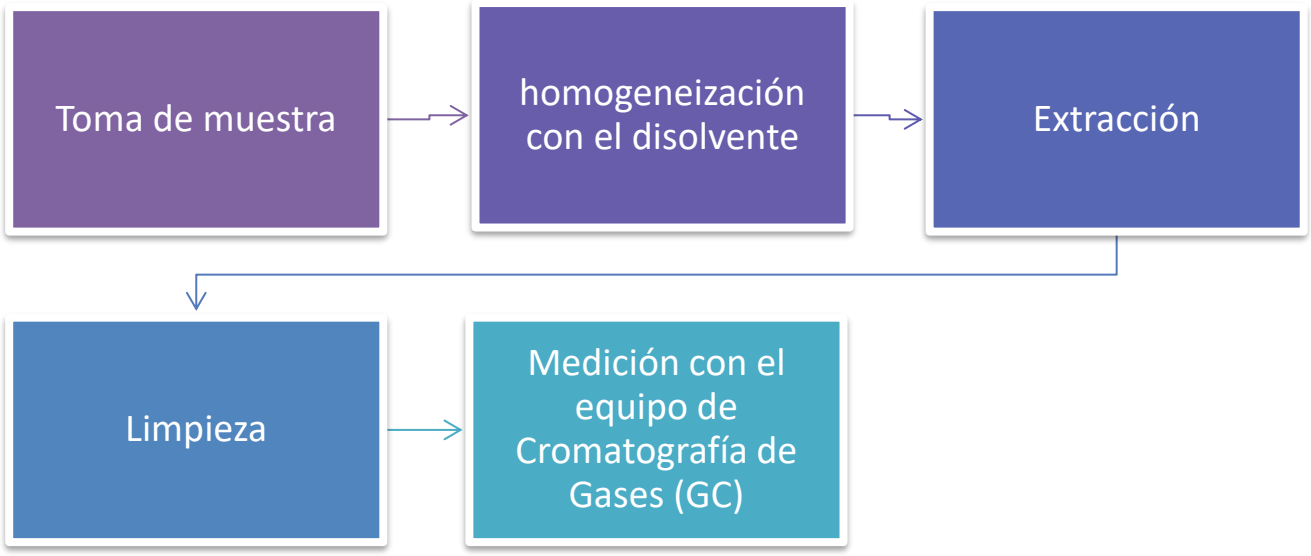

Figura 5.- Proceso general de extracción de los MRC.

4. Certificación del Material de Referencia.

Para llevar a cabo el proceso de certificación y para los valores de información de los mensurandos, se seleccionaron aleatoriamente las muestras del lote correspondiente, para ser medidas cada unidad por triplicado. El proceso de certificación se llevó a cabo usando un método primario, el cual es por la técnica de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas de triple cuadrupolo (GC-MS/MS), con el método de dilución isotópica, así como utilizando dos técnicas de principio de medición diferente, tales como la cromatografía de gases con diferentes detectores (detector de nitrógeno- fósforo, ionización de flama) y la cromatografía de líquidos con espectrometría de masas, el valor asignado para los materiales de referencia utilizando dos o más técnicas de estas mediciones se realizó mediante herramientas estadísticas apropiadas y aplicando la ley de propagación de incertidumbres.

Para los valores de información del contenido de agua se usó el método de la termobalanza y la desecación química y para la distribución de tamaño de partícula promedio se utilizó la dispersión láser vía húmeda.

km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro, C.P. 76246, México
Tel.: (442) 211-0500 al 04 | www.cenam.mx

5. Diseminación de la trazabilidad y calidad de las mediciones.

Se llevaron a cabo dos ensayos de aptitud utilizando los materiales de referencia preparados y certificados en este proyecto. A continuación se muestra el diagrama de proceso de organización de los ensayos de aptitud.

Figura 6.- Proceso de la organización de los ensayos de aptitud.

El primer ensayo de aptitud se llevó a cabo usando el material de referencia de plaguicidas acefato y metamidofos, realizado del 29 de junio al 31 de septiembre del 2015, teniendo una participación de 11 laboratorios.
Para el segundo ensayo se empleó el material de referencia de la mezcla de plaguicidas, realizado del 27 de junio al 30 de septiembre del 2016, con la participación de 10 laboratorios.

En total participaron 13 laboratorios, 8 de los cuales participaron en los dos ensayos de aptitud, ver tabla 3. Se realizó el análisis de resultados de los participantes en forma conjunta con los laboratorios, figuras 6 y 7, identificando las oportunidades de mejora; en el informe de los ensayos se incluyó la evaluación técnica con los valores de referencia emitidos por el CENAM.

Tabla 3.- Laboratorios participantes en los ensayos de aptitud de plaguicidas en aguacate.

1. Servicio Integral a la Agroindustria, S. A. de C. V.
2. Laboratorio de Análisis de Pesticidas del Bajío S. A. de C. V.
3. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C.
4. Análisis Técnicos, S.A. de C.V.
5. Laboratorio Central Regional del Norte, S.A. de C.V.
6. Grupo Integral de Servicios Fitosanitarios ENA, S.A. de C.V.
7. Integradora De Agronegocios Villa De Tancítaro, S.A. De C.V
8. Normex de Michoacán, A.C.
9. Empacadora de Aguacates San Lorenzo S.A. de C.V.
10. Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato, A. C.
11. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria
12. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
13. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.

km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro, C.P. 76246, México
Tel.: (442) 211-0500 al 04 | www.cenam.mx

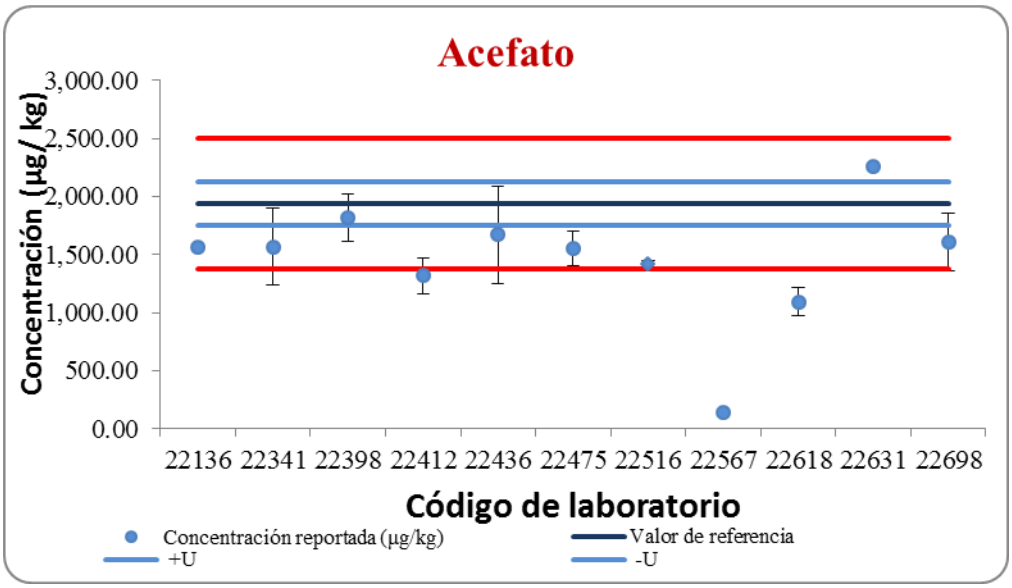

Figura 7.-Resultados de acefato en el 1er ensayo de aptitud, valor certificado (1933 ± 188) µg/kg.

De acuerdo con los resultados de este ensayo, a los laboratorios no satisfactorios se recomendó revisar su metodología, sobre todo poner énfasis en la evaluación de la recuperación, a pesar de que la mayoría utiliza metodologías similares y revisar también si están utilizando el modelo matemático adecuado así como los factores de dilución.

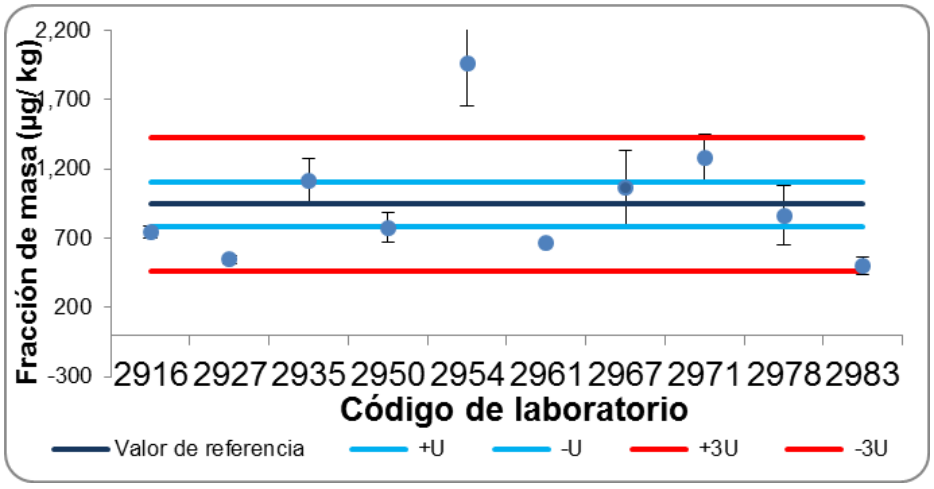

Figura 8.- Resultados de acefato en el 2o. ensayo de aptitud, valor certificado (944 ± 160) µg/kg.

Como se aprecia en la figura 8 se observa una mejora en la dispersión de los resultados es menor y más consistentes entre sí, con respecto al valor de referencia asignado por el CENAM comparado con el primer ensayo.

km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro, C.P. 76246, México
Tel.: (442) 211-0500 al 04 | www.cenam.mx

RESULTADOS

Productos del proyecto.

Se desarrollaron y certificaron 6 lotes de materiales de referencia en:

a) 2 Mezcla de plaguicidas [Códigos: DMR-516a (100 unidades) y DMR-516b (100 unidades)].
b) 2 de acefato y metamidofos [Códigos: DMR-524a (69 unidades) y DMR-524b (100 unidades)].
c) 2 de aguacate libre de plaguicidas [Códigos: DMR-523a (80 unidades) y DMR-523b (100 unidades)].

Cada MRC contiene sus respectivos certificados con valores trazables al Sistema Internacional de Unidades y comparables con los países miembros del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo del Buró Internacional de Pesas y Medidas. Esto permitirá que en cualquier parte del mundo se reconozcan los valores de las mediciones soportadas con el uso de estos materiales de referencia.

Se desarrollaron los métodos de extracción y certificación de plaguicidas en aguacate. Dicho informe de certificación, describe el desarrollo, optimización y validación de los métodos de extracción de plaguicidas y el o los métodos de certificación de los plaguicidas en el aguacate.

Se considera exitosa la preparación, el desarrollo y la certificación de estos materiales de referencia ya que contuvieron los plaguicidas que se utilizan para combatir las plagas en el cultivo del aguacate y son estos plaguicidas los que buscan controlar en la mayoría de los países en donde se importa el aguacate, por lo que aún que haya sobrepasado los contenidos máximos permisibles que las normas dictan en cada país, es de utilidad para los laboratorios que realizan las mediciones de los plaguicidas, para conocer su aptitud técnica, sin embargo para futuros desarrollos, sería muy conveniente que los plaguicidas se pudieran controlar a las concentraciones intermedias de los máximos permitidos, ya que esa fue una sugerencia que nos hicieron los laboratorios del país que miden los plaguicidas objetivo de este proyecto. Con respecto al material de referencia libre de plaguicidas, también se comprobó que éste no contenía los plaguicidas objetivo.

Se llevó a cabo la evaluación analítica de los laboratorios que brindan servicio a los productores de medición de plaguicidas en el aguacate, mediante dos ensayos de aptitud, que permitieron conocer la competencia técnica de los 13 laboratorios de servicio participantes.

Así también en los dos seminarios de revisión de los resultados de los ensayos de aptitud con los laboratorios participantes, se identificaron las oportunidades de mejora y acciones correspondientes en la medición de los plaguicidas. Entre los principales comentarios se destaca, que es muy importante la retroalimentación en este tipo de ensayos ya que esto permite externar inquietudes y homologar criterios con el fin de que la evaluación sea objetiva.y se mostró un interés muy grande de seguir participando en este tipo de ensayos.

km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro, C.P. 76246, México
Tel.: (442) 211-0500 al 04 | www.cenam.mx

Aportación en la formación de recursos humanos.

Se apoyaron los trabajos experimentales y analíticos de cinco estudiantes, cuatro de nivel licenciatura y uno de maestría, también se capacitaron en los siguientes temas: preparación y certificación de los MR, sistema internacional de unidades y vocabulario, conceptos de metrología en química, conceptos de cromatografía de gases y de líquidos, ejercicios de cromatografía, métodos de calibración analítica, uso de herramientas estadísticas y estimación de incertidumbre.

Los trabajos desarrollados fueron los siguientes:

- *"Optimización del proceso de liofilización de aguacate para la elaboración de materiales de referencia certificados y comparación de métodos para medir el contenido de agua de los materiales de referencia de aguacate liofilizado*".

  Alan Roy Ávila Rivera, titulado en el Tecnológico de Durango.

- *"Optimización del método de extracción en aguacate liofilizado para cuantificar dimetoato, malation y metil paration por cromatografía de gases con detector fotométrico de flama".*

  Daniel Antonio Contreras Hernández, titulado en el Tecnológico de Durango.

- "*Optimización del método de medición de acefato por cromatografía de líquidos*".

  Juan Daniel Mata Mota, titulación en el Tecnológico de Durango.

- "*Prueba de estabilidad en un material de referencia de plaguicidas en aguacate liofilizado"*.

  Iván Meza Espina, titulado por el Tecnológico de Oaxaca.

- *"Implementación de dos métodos de cuantificación de Carbendazim por cromatografía de líquidos en aguacate liofilizado".*

  Javier Alejandro Sauz Damián, titulado por el Tecnológico de Celaya.

Colaboración interinstitucional y multidisciplinaria.

Se colaboró con el SENASICA a través del Lic. Daniel González Ávila al invitar a sus laboratorios aprobados a participar en los dos ensayos de aptitud, organizados con el propósito de conocer y mejorar la competencia técnica de los mismos.

Con el Instituto Tecnológico de Celaya al aceptar que su estudiante realizara su tesis de posgrado apoyando al proyecto.

km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro, C.P. 76246, México
Tel.: (442) 211-0500 al 04 | www.cenam.mx

Beneficio potencial del proyecto.

- Disminución de los rechazos en los aguacates de exportación.
- Mejora de la confianza de los consumidores en los aguacates mexicanos.
- Disponibilidad continua de materiales de referencia para que los laboratorios aseguren sus mediciones y para poder medir la calidad de los productos.
- Disponibilidad de materiales de referencia certificados en el país para el desarrollo y la validación de métodos de medición.
- A los productores, en la calidad de sus productos.
- A los estudiantes al estar mejor preparados en la extracción y medición de los plaguicidas en el aguacate. Estos conocimientos recaerán en la industria o en los laboratorios de servicio, cuando sean contratados en un futuro cercano.
- A los dos profesionales que se contrataron durante el proyecto, los conocimientos les servirán cuando estén trabajando en un laboratorio de la industria o de servicio.

Compromisos asumidos por los usuarios.

- Utilizar los materiales de referencia certificados de matriz de aguacate, producto de este proyecto, para asegurar la confiabilidad de sus mediciones.
- Que se asegure la disponibilidad de los MR a través de un mecanismo apropiado.
- Que se promueva la organización de ensayos de aptitud de medición de plaguicidas en aguacate entre los laboratorios acreditados, utilizando los materiales de referencia que se entregaron.
- Que por parte del Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de Michoacán se distribuya a los laboratorios que realizan mediciones de plaguicidas, los materiales de referencia, tanto los de la mezcla de plaguicidas, como los de acefato y los blancos, para que los utilicen y obtengan resultados exactos y confiables, que les sirvan a los productores de aguacate para proporcionar productos de calidad.

Recomendaciones para la implantación de las acciones derivadas del proyecto.

- Que se mantengan los materiales de referencia en condiciones adecuadas con el fin de conservar los valores certificados (a una temperatura de – 20 °C) y puedan ser utilizados por los laboratorios de servicios que realizan las mediciones de plaguicidas.
- Establecer un laboratorio de referencia que sea capaz de desarrollar MRC, EA y proporcionar capacitación.
- Que los laboratorios de servicio mejoren sus mediciones mediante el uso apropiado de los materiales de referencia certificados elaborados y certificados en este proyecto.
- Que los laboratorios de servicio sigan las recomendaciones proporcionadas en los seminarios sobre los resultados de los ensayos de aptitud para mejorar los resultados de la medición de plaguicidas en aguacate.

km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro, C.P. 76246, México
Tel.: (442) 211-0500 al 04 | www.cenam.mx

- Los productores de aguacate se deben apoyar, para realizar sus mediciones de plaguicidas en aguacate, en los laboratorios que participaron en los ensayos de aptitud, ya que ellos probaron su capacidad de medición de estos plaguicidas.

CONCLUSIONES

Se fortaleció al sector productor y comercializador de aguacate fresco en México, a través de la mejora de la calidad y comparabilidad de las mediciones de plaguicidas por los laboratorios de servicio al participar en los ensayos de aptitud técnica y usar los materiales de referencia certificados entregados en este proyecto.

El sector aguacatero logró disminuir significativamente los rechazos de contenedores de aguacate fresco al cumplir con los requerimientos dentro de los límites máximos de residuos de plaguicidas.

Se cuenta actualmente en el país con materiales de referencia certificados de plaguicidas en aguacate y disponibilidad de ensayos de aptitud técnica que permiten a los laboratorios de medición de plaguicidas evaluar su desempeño analítico.

Se conoce la competencia técnica de 13 laboratorios de análisis de plaguicidas que proporcionan servicios al sector aguacatero.

Los foros de discusión técnica sobre métodos de medición de plaguicidas permitieron analizar los resultados de los ensayos de aptitud de los participantes, en dónde se identificaron las oportunidades de mejora y se proporcionaron acciones correspondientes. Los laboratorios que participaron en estos foros reconocieron de forma verbal y escrita la importancia de la retroalimentación técnica y la homologación de criterios que les permitió una evaluación objetiva y mejora continua.

km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro, C.P. 76246, México
Tel.: (442) 211-0500 al 04 | www.cenam.mx

REFERENCIAS

Ciurzyńska, A., y Lenart, A. (2011). Freeze-drying-application in food processing and biotechnology-a review. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 61(3), 165-171.

Consejo Nacional de Productores de Aguate. (11 de 08 de 2017). CONAPA-CONASIPRO. Obtenido de http://www.productoresdeaguacate.com/conapa/web/estadosproductores.php

ISO Guide 30: 2015 ó NMX-CH-160-IMNC-2006.- Materiales de referencia-Términos y definiciones

ISO/Guide 35: 2006 ó NMX-CH-165-IMNC-2008.- Materiales de referencia. Principios generales y estadísticos para la certificación.

Lehotay, S. (2006). Multiclass, multiresidue analysis of pesticides, strategies. Encyclopedia of Analytical Chemistry, 10(1002).

Ministry of Health, Labour and Welfare, 2012. Results of Monitoring and Guidance Based on the Imported Foods Monitoring and Guidance Plan for FY 2011.

NMX-CH-161-IMNC-2006, (2006). Materiales de referencia-Contenido de certificados y etiquetas.

NMX-EC-17043-IMNC-2010-Evaluación de la conformidad-Requisitos generales para los ensayos de aptitud.

Secretaría de Economía. (06 de 02 de 2016). Secretaría de Economía. Obtenido de https://www.gob.mx/se/articulos/mexico-es-el-principal-productor-y-exportador-de-aguacate-en-el-mundo

Sistema de Información Arancelaria Vía Internet, SNCI. (11 de 08 de 2017). Sistema de Información Arancelaria Vía Internet. Obtenido de http://www.economia-snci.gob.mx/

Vocabulario Internacional de Metrología-Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (VIM), 2008, 3ª. Edición, en español, autores las ocho organizaciones miembros del JCGM.

km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro, C.P. 76246, México
Tel.: (442) 211-0500 al 04 | www.cenam.mx

ANEXO 1.

ASOCIACION DE PRODUCTORES Y EMPACADORES
EXPORTADORES DE AGUACATE DE MICHOACAN, A.C.

APEAM

Avocados from Mexico
The world's finest.

Uruapan, Mich.a 23 de Julio de 2012.

HECTOR O. NAVA JAIMES
DIRECTOR GENERAL DEL CENAM
PRESENTE.

En primer término deseo agradecer la invitación recibida para asistir al informe de Avance de Proyectos del CENAM, evento muy importante que nos dio la oportunidad de exponer ante Ud. y los Subsecretarios de Sagarpa Lic. Mariano Ruiz Funes y de Economía, Ing. José Antonio Torre Medina respectivamente, las necesidades de la Industria del Aguacate, muy en especial para el aguacate de exportación.

Es por ello Dr. Nava que, solicitamos formalmente a Usted, pudiese convocar a presentar ensayos de aptitud técnicamente validados conforme a las normas nacionales e internacionales, a todos aquellos Laboratorios Registrados y Acreditados, a fin de que puedan conocer los materiales de referencia que ocupa el cultivo del Aguacate y que así podamos tener la confiabilidad necesaria en los distintos tipos de análisis que requiere nuestra Industria.

Sin otro particular por el momento, repito a Usted la felicitación y reconocimiento por su Dirección a los trabajos que realiza CENAM en pro de la calidad y la competitividad.

ATENTAMENTE

Ing. José Armando López Orduña
Director General de APEAM, A.C.

CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA
CENAM
30 JUL. 2012
DIRECCIÓN GENERAL

ccp. Lic. Mariano Ruiz-Funes Macedo – Subsecretario de la SAGARPA.
Ing. José Antonio Torre Medina – Subsecretario de Competitividad y Normatividad de la Secretaría de. Economía.
Mvz. Octavio Carranza de Mendoza – Director General de Inocuidad Agroalimentaria.

tlaxcala 1675 / col. los ángeles / c.p. 60160 / uruapan / michoacán / méxico / tel. (452) 503 3000 al 06 / fax: (452) 528 9600
oficina@apeamac.com / www.apeamac.com

Figura 9. Carta de la Asociación de Productores y Empacadores Exportadores de Aguacate de Michoacán, APEAM, solicitando al CENAM ensayos de aptitud técnica para los laboratorios de servicio.

ANEXO 2.

CENAM
CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA

SE

DG 100-124-2012

Querétaro, Qro., a 31 de julio de 2012.

ING. JOSÉ ARMANDO LÓPEZ ORDUÑA
DIRECTOR GENERAL
ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES Y EMPACADORES EXPORTADORES
DE AGUACATE DE MICHOACÁN
PRESENTE

Acuso recibo de su atenta comunicación, fechada el 23 de julio del presente, agradeciéndole sus opiniones sobre la relevancia del proyecto de Materiales de Referencia Certificados que hemos emprendido con el patrocinio de la Secretaría de Economía, de la SAGARPA y del CONACYT.

Como se mencionó en el foro, presidido por los Sres. Subsecretarios, el interés común de todos los participantes en el proyecto es el de dar un soporte sólido en términos de mediciones analíticas confiables a la agro-industria nacional, de la cual el Sector que Ud. representa tiene gran relevancia, razón por la que le invitamos al evento y que agradecemos cumplidamente su participación.

El CENAM está en la mejor disposición de dar atención a su solicitud y para ello, como le ha sido mencionado por mis colegas, es preciso realizar un análisis técnico y económico para elaborar un plan de acción. Previamente a la realización de pruebas de aptitud técnica entre los laboratorios de interés, es preciso desarrollar y certificar los materiales de referencia que permitan dar los valores de base para tal estudio.

Para colaborar con Uds. en la elaboración de este plan he solicitado al Dr. Yoshito Mitani Nakanishi, auxiliado por la M.I. Brenda Lizet Ochoa Parra, establezcan comunicación con Ud. y sus colaboradores para programar una primera reunión de trabajo.

Con un saludo cordial,
Atentamente.

Héctor Nava Jaimes
Director General
Centro Nacional de Metrología

c.c.p. Ing. José Antonio Torre Medina, Subsecretario de Competitividad y Normatividad de la Secretaría de Economía
Lic. Mariano Ruiz Funes Macedo, Subsecretario de Agricultura, SAGARPA.
MVZ. Octavio Carranza de Mendoza, Director General de Inocuidad Alimentaria, SENASICA.

km 4.5 Carretera a Los Cués, Municipio El Marqués, Querétaro, C.P. 76246, México
Tel. +52(442) 211-0500 al 04 fax. +52(442) 215-3904, www.cenam.mx

Figura 10. Carta del CENAM en respuesta a la solicitud del APEAM para atender la necesidad de ensayos de aptitud de los laboratorios de servicio del sector aguacatero.