

PLAN DE MONITOREO DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS
QUIMICOS EN CITRICOS Limon (*Citrus limon*), Naranja (*Citrus
sinensis*) y Mandarina (*Citrus reticulata*)

AÑO 2020

Subgerencia de Protección Vegetal
Subgerencia de Análisis y Diagnóstico

Dirección Técnica de Inocuidad e Insumos Agrícolas
Laboratorio Nacional de Insumos Agrícolas LANIA

Instituto Colombiano Agropecuario - ICA
2021

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	4
OBJETIVOS.....	5
1 GENERALIDADES Y ANTECEDENTES.....	5
1.1 Producción de Cítricos en Colombia.....	5
1.2 Exportaciones.....	5
1.3 Autoridades Oficiales para la Vigilancia y Control de Residuos de Plaguicidas y Contaminantes Químicos.....	6
1.3.1 Instituto Colombiano Agropecuario.....	7
1.4 Legislación sanitaria vigente y referencias normativas internacionales.....	9
1.4.1 Resolución 2906 del 22 de agosto de 2007.....	9
1.4.2 Resolución 4506 del 30 de octubre de 2013.....	9
1.4.3 Referencia Normativa del Codex Alimentarius.....	9
1.4.4 Resolución 005296 de 2013.....	10
1.4.5 Resolución 770 de 2013.....	10
2. MUESTREO.....	11
2.1 Selección de predios.....	11
2.2 Diseño estadístico.....	11
2.3 Metodología de muestreo.....	12
2.3.1 Muestreo simple aleatorio.....	13
2.3.2 Muestreo aleatorio estratificado.....	14
2.3.3 Tamaño de la muestra.....	15
2.3.4 Embalaje y envío.....	15
2.3.5 Custodia y codificación de la muestra.....	17
2.4 Duración plan de monitoreo.....	17
2.5 Municipios muestreados.....	17
3. Metodología analítica.....	22
Conclusiones.....	33
BIBLIOGRAFIA.....	35
ANEXO 1.	37

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas en torno al consumo de Frutas y Verduras, es el tema de la inocuidad, que de acuerdo a la OMS y FAO se define como: “la garantía de que éste no causará perjuicio al consumidor cuando sea preparado o ingerido de acuerdo con su uso previsto” (FAO/OMS, 1997), la cual debe ser monitoreada durante la manipulación del mismo en las fases de producción, almacenamiento, distribución y consumo.

Desde la producción primaria, los productos hortofrutícolas se encuentran expuestos a diferentes agentes químicos entre los cuales se encuentran los plaguicidas (insecticidas, fungicidas, herbicidas), provenientes de las actividades de control de plagas y malezas que realizan los agricultores, en sus fincas y de metales (Cadmio, Plomo y Arsénico) provenientes del ambiente a través del suelo y agua o de actividades antropomórficas, como el uso de fertilizantes, minería, entre otros.

Estos alimentos pueden ser fuente de residuos tóxicos o de contaminantes. En la mayoría de los casos, los alimentos actúan como vehículo de estas sustancias, que a menudo están presentes en el medio ambiente o son el resultado de los procesos de elaboración de los mismos.

En el CONPES 3514, “*La Política Nacional Fitosanitaria y de Inocuidad para las Cadenas de Frutas y Otros Vegetales*” se ha definido la necesidad de diseñar e implementar el “Plan Nacional de Residuos de Plaguicidas, Metales Pesados y Microorganismos Patógenos en toda la cadena de frutas y otros vegetales”.

Los productos destinados a la protección agrícola son sustancias activas y preparaciones que protegen las plantas y sus productos frente a organismos dañinos, y que también se conocen como productos fitosanitarios o plaguicidas. Una de las posibles consecuencias indeseables de su empleo es la presencia de residuos que, a través de los alimentos, puedan presentar riesgos para la salud, tanto directamente por los productos vegetales, como indirectamente a través de los animales destinados al consumo humano.

Frente a los contaminantes químicos en alimentos, entendiéndose como aquellas sustancias químicas que no son añadidas de manera intencional por el hombre a los alimentos, encontramos un grupo de importancia en salud pública como los son los metales pesados (Arsénico, Cadmio, Plomo, Mercurio, Vanadio, entre otros) los cuales no generan efectos beneficiosos en humanos y se encuentran ampliamente distribuidos en el medio ambiente, resulta inevitable que diversas concentraciones de estos estén presentes y sea detectables en toda clase de plantas y animales.

Para este propósito el Instituto Colombiano Agropecuario – ICA realizó el monitoreo dentro del Plan Nacional Subsectorial de Vigilancia y Control de Residuos de Plaguicidas y Metales en Alimentos de origen vegetal que pertenecen al Programa Nacional de Vigilancia y Control de residuos y contaminantes químicos en alimentos y bebidas enmarcado dentro de los lineamientos establecidos por la Resolución 770 de 2014 expedida por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Ministerio de Salud y Protección Social.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Determinar y cuantificar la presencia de residuos de plaguicidas químicos de uso agrícola en la producción de Citricos: Limón (*Citrus limon*), Naranja (*Citrus sinensis*) y Mandarina (*Citrus reticulata*), muestreados en las áreas de producción primaria en el territorio nacional.

Objetivos Específicos

- Evaluar los resultados cuantificables obtenidos frente a los valores de referencia de LMR's establecidos en la normatividad colombiana vigente (Codex) y/o los establecidos por la Unión Europea (U.E)
- Implementar acciones preventivas de control en los predios de la producción primaria de Citricos, con hallazgos de excesos de los contaminantes mencionados.
- Promover el mejoramiento de las condiciones de inocuidad de los alimentos de origen vegetal para favorecer el consumo nacional y el acceso a nuevos mercados a través del fortalecimiento de las BPA.
- Disponer de la información necesaria para retroalimentar el sistema de Análisis de Riesgos en el uso de plaguicidas químicos.

1. GENERALIDADES y ANTECEDENTES

La producción de frutas y hortalizas en Colombia pasó de 3,97 a 4,64 millones de toneladas entre 2000 y 2006, correspondiente a una tasa de crecimiento promedio anual de 2,3%. Al desagregar la producción durante este mismo periodo, se tiene que el volumen de producción de frutas pasó de 2,26 a 3,11 millones de toneladas, lo que equivale a un crecimiento promedio anual de 4,7%. Por su parte, la producción de hortalizas durante los años 2000 y 2006 pasó de 1,71 a 1,52 millones de toneladas, equivalente a un incremento promedio anual de -1,6%.

1.1. Producción de cítricos en Colombia

<https://sioc.minagricultura.gov.co/Citricos/Documentos/2020-03-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

1.2. Exportaciones.

<https://sioc.minagricultura.gov.co/Citricos/Documentos/2020-03-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

1.3. Autoridades Oficiales para la Vigilancia y Control de Residuos de Plaguicidas y Contaminantes Químicos.

1.3.1. Instituto Colombiano Agropecuario – ICA

El ICA fue creado a través del Decreto 1562 de 15 de junio de 1962 para coordinar e intensificar las labores de investigación, enseñanza y extensión de las ciencias agropecuarias, para el mejor y más armónico desarrollo de todas las actividades del sector y especialmente para facilitar la reforma social agraria. En 1963, mediante el Decreto 3116, se le otorgó al Instituto el carácter de establecimiento público descentralizado y comenzó en firme su proceso de organización, el diseño de su estructura, estatutos, presupuesto y planta de personal.

La Ley 101 de 1993 o Ley Marco de Desarrollo Agropecuario y Pesquero y el Decreto reglamentario 1071 de 2015, le asignan al ICA la función del desarrollo de las políticas institucionales y planes dirigidos a la protección de la sanidad, producción y productividad del sector agrícola y pecuario y asumió la responsabilidad de ejercer el control técnico de las importaciones, exportaciones, manufactura, comercialización y uso de insumos agropecuarios destinados a proteger la producción agropecuaria nacional, a minimizar los riesgos alimentarios y ambientales que provengan del empleo de los mismos y a facilitar el acceso de los productos nacionales al mercado internacional.

Ahora bien, con base en la expedición de la Resolución 770 de 2014, de los Ministerios de Agricultura y Desarrollo Rural y de Salud y Protección Social, en donde se establecen las directrices para la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de los Planes

Nacionales Subsectoriales de Vigilancia y Control de Residuos en Alimentos y se dictan otras disposiciones, se realizó la articulación de la formulación y ejecución de estos planes con el Instituto Colombiano Agropecuario – ICA., con el cual se trabajó con el año 2016, teniendo en cuenta los resultados obtenidos de los años anteriores se propone el desarrollo en conjunto del Plan Nacional Subsectorial de Vigilancia y Control de Residuos de Plaguicidas y Metales en Productos Hortofrutícola-2017.

1.4. Legislación sanitaria vigente y referencias normativas internacionales.

Teniendo en cuenta que uno de los objetivos del informe es realizar comparación de los resultados de residuos de plaguicidas y metales pesados en los productos hortofrutícolas, se toma como referencia los Límite Máximos de Residuos de plaguicidas (LMR) y Niveles Máximos de contaminantes químicos (NM) establecidos por la normatividad sanitaria vigente del país, a saber, las resoluciones 2906 de 2007 y 4706 de 2013. Para el caso que no se hayan establecido estos LMR y NM en esta normatividad, se tomarán como referencia los LMR y NM establecidos por el Codex Alimentarius.

1.4.1. Resolución 2906 del 22 de agosto de 2007

Esta norma fue expedida por el Ministerio de la Protección Social hoy Ministerio de Salud y Protección Social y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, en la cual se establecen los Límites Máximos de Residuos de Plaguicidas (LMR) en alimentos para consumo humano y en piensos o forrajes.

1.4.2. Resolución 4506 del 30 de octubre de 2013

Esta norma fue expedida por el Ministerio de la Protección Social hoy Ministerio de Salud y Protección Social, por la cual se establecen los niveles máximos de contaminantes (NM) en alimentos para consumo humano.

1.4.3. Referencia Normativa del Codex Alimentarius

El Codex Alimentarius, o código alimentario, se ha tomado como un punto de referencia mundial para los consumidores, los productores y elaboradores de alimentos, los organismos nacionales de control de los alimentos y el comercio alimentario internacional. Su campo de aplicación se ha extendido a todos los continentes para la protección de la salud de los consumidores y la garantía de prácticas equitativas en el comercio alimentario internacional.

En Colombia, a través del Decreto 1843 del 22 de Julio de 1991 expedido por la Presidencia de la República de Colombia, por el cual se reglamentan parcialmente los títulos III, V, VI, VII y XI de la ley 09 de 1979, sobre uso y manejo de plaguicidas, en su artículo 160 señala que mientras se establecen oficialmente límites máximos para residuos de plaguicidas, se utilizarán los indicados en el Codex Alimentarius.

1.4.4. Resolución 005296 de 2013

Norma expedida por los Ministerios de Agricultura y Desarrollo Rural y de Salud y Protección Social, por la cual se crea la lista de establecimientos y/o predios con hallazgos de excesos de residuos o contaminantes en los productos alimenticios destinados al consumo humano.

1.4.5. Resolución 770 de 2013

Esta norma expedida por los Ministerios de Agricultura y Desarrollo Rural y de Salud y Protección Social, por la cual se establecen las directrices para la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de los Planes Nacionales Subsectoriales de Vigilancia y Control de Residuos en Alimentos y se dictan otras disposiciones.

2. MUESTREO

2.1 Selección de predios

Para la ejecución del Plan nacional de monitoreo de residuos se tomó en cuenta como unidad de muestreo, los predios de exportación de Citricos: Limon (*Citrus limon*), Naranja (*Citrus sinensis*) y Mandarina (*Citrus reticulata*), con registro ICA bajo la resolución 448 de 2016 *“Por medio de la cual se establecen los requisitos para el registro ante el ICA de los predios de producción de vegetales para exportación en fresco, exportadores y plantas empacadores de vegetales para exportación en fresco”* vigentes en el segundo trimestre de 2020, dicha información fue suministrada por la Dirección Técnica de Epidemiología y Vigilancia Fitosanitaria del ICA quien tiene bajo sus competencias la implementación y reglamentación de este marco normativo.

2.2. Diseño estadístico

Para la determinación del tamaño de la muestra se realizó la priorización de los productos más importantes de la oferta exportadora colombiana, identificando como población inicial los lugares de producción registrados para Citricos: Limon (*Citrus limon*), Naranja (*Citrus sinensis*) y Mandarina (*Citrus reticulata*)

Como población objetivo se estableció el número total de lugares de producción registrados para la exportación de Citricos: Limon (*Citrus limon*), Naranja (*Citrus sinensis*) y Mandarina (*Citrus reticulata*).

Para la determinación del cálculo del tamaño de la muestra se utilizó la base de datos de registros de exportación de la Dirección Técnica de Epidemiología y Vigilancia Fitosanitaria y se procedió a establecer el número de lugares de producción a monitorear a través de un muestreo estratificado, siendo cada departamento productor identificado como grupo o estrato y teniendo en cuenta su peso dentro del tamaño de la población total (porcentaje de predios registrados por especie vegetal en cada departamento).

Para la estimación del tamaño de la muestra por departamento se utilizó la fórmula:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^L NiPiQi}{NE + \frac{1}{N} \sum_{i=1}^L NiPiQi}$$

Donde:

Ni: corresponde al número de lugares de producción por especie vegetal por departamento.

Pi: proporción.

Qi: 1- *pi*

N: tamaño total de la población.

E: error de estimación. Se estableció un error constante de 0.05 (d) y se calculó el tamaño de la muestra para un 90%, 95% y 99% de confianza ($Z_{1-\alpha/2}$).

$$E = \frac{d^2}{Z_{1-\alpha/2}}$$

Los departamentos de Antioquia, Cauca, Caldas, Huila, Meta, Nariño, Quindío, Risaralda Santander, Tolima y Valle del Cauca concentraron el 99% de la producción de Citricos: Limon (*Citrus limon*), Naranja (*Citrus sinensis*) y Mandarina (*Citrus reticulata*). para el mercado de interno y de exportación, por lo tanto, el tamaño de la población *N* estimado es de 1816 posibles lugares de producción (Tabla 1).

DEPARTAMENTO	Ni	ni (95%)	ni (90%)	ni (99%)
SANTANDER	127	55	37	72
NARIÑO	83	36	24	47
CALDAS	75	33	22	43
QUINDÍO	54	23	16	31
ANTIOQUIA	52	23	15	30
CAUCA	40	17	12	23

VALLE	36	16	11	21
TOLIMA	16	7	5	9
META	10	4	3	6
RISARALDA	4	2	1	2
HUILA	3	1	1	2
TOTAL	500	217	147	285

Tabla 1. Niveles de confianza estadística para tamaño estimado de la muestra para la especie Citricos: Limón (*Citrus limon*), Naranja (*Citrus sinensis*) y Mandarina (*Citrus reticulata*)

2.3. Metodología de muestreo

Los métodos para seleccionar una muestra representativa son numerosos y dependen del propósito del estudio y la naturaleza de los elementos de la población; además requieren tiempo y habilidad para la toma de muestra. Los métodos para selección de muestras deberán tener sustento estadístico con la estimación de incertidumbre asociada (Manual Técnico de Muestreo de Productos Agrícolas para Determinación de Residuos de Plaguicidas. Estados Unidos Mexicanos. Gobierno Federal. Sagarpa. México 2010.

Para el desarrollo del plan de monitoreo de residuos en Citricos: Limon (*Citrus limon*), Naranja (*Citrus sinensis*) y Mandarina (*Citrus reticulata*) desarrollado en la vigencia 2020 se utilizaron los dos métodos de muestreo descritos a continuación, estos dependieron de las condiciones topográficas y extensión de los predios a donde se desarrollaron los muestreos.

2.3.1 Muestreo simple aleatorio

Este método se utiliza para asegurar que las muestras sean representativas, éstas deben colectarse al azar, con la finalidad de que todas las unidades de la población a muestrear tengan la misma probabilidad de ser incluidos en la muestra. El procedimiento hace referencia a un predio de forma regular, sin embargo en la práctica habrá que ajustar los puntos de muestreo a la superficie real.

Este tipo de muestreo es recomendable para superficies menores de 10 hectáreas (ha). Consiste en obtener 1 muestra primaria que estará conformada a su vez por 5 sub-muestras recolectadas en esquema de zig-zag. Cada sub-muestra deberá contener la misma cantidad de Unidades y la recolección de éstas se realizará al azar; para asegurar así la representatividad del cultivo a muestrear. En la figura 1 se muestra un esquema de cómo cubrir el muestreo en una superficie de cultivo; cada sub-muestra, representada por un punto del esquema, es colectada en un área de 20 m² aproximadamente.

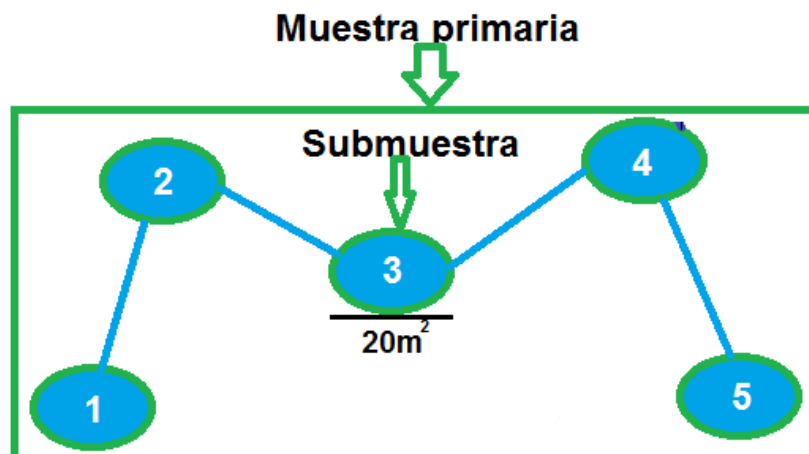


Figura 1. Metodología de muestreo simple aleatorizado.

Es importante ubicar correctamente los puntos de muestreo para asegurar que se cubra el máximo de superficie muestreada y evitar sesgos en la selección de las unidades de muestreo.

Considerando que la aplicación de los plaguicidas fuera irregular en la periferia del cultivo se recomienda no coleccionar muestras en una franja de 10 metros en la periferia del predio. El tamaño (cantidad de Unidades) de cada sub-muestra depende del cultivo de interés, para el caso de frutas se tendrán las siguientes consideraciones

2.3.2. Muestreo aleatorio estratificado

De igual forma que el método anterior las muestras deben colectarse al azar, con la finalidad de que todas las unidades del cultivo a muestrear tengan la misma probabilidad de ser incluidos en la muestra y se garantice la representatividad. El esquema refiere a un predio de forma regular, sin embargo en la práctica habrá que ajustar los puntos de muestreo a la superficie real.

Este método de muestreo es recomendable para superficies mayores a 10 hectáreas y se utiliza principalmente, con el objeto de prevenir sesgos en la obtención de las muestras cuando se trata de poblaciones muy heterogéneas o extensas. La muestra debe ser proporcional en cada estrato.

La superficie de cultivo se divide primero en 6 estratos o fracciones (que no se traslapen entre sí) y a cada uno de estos bloques se les aplicara el criterio de muestreo simple aleatorio; es decir se obtendrán 5 sub-muestras de cada una de las 6 estratos generados. De esta manera tendremos 1 muestra global, 6 muestras primarias y 30 sub-muestras (fig. 2). Las Unidades colectadas de las muestras primarias se unen y se homogenizan perfectamente fuera de la parcela, se separa la fracción equivalente a la muestra de laboratorio y se procede a empacar. El tamaño de muestra primaria y a la cantidad de muestra de laboratorio consultarla en el numeral 6.4 del presente manual.

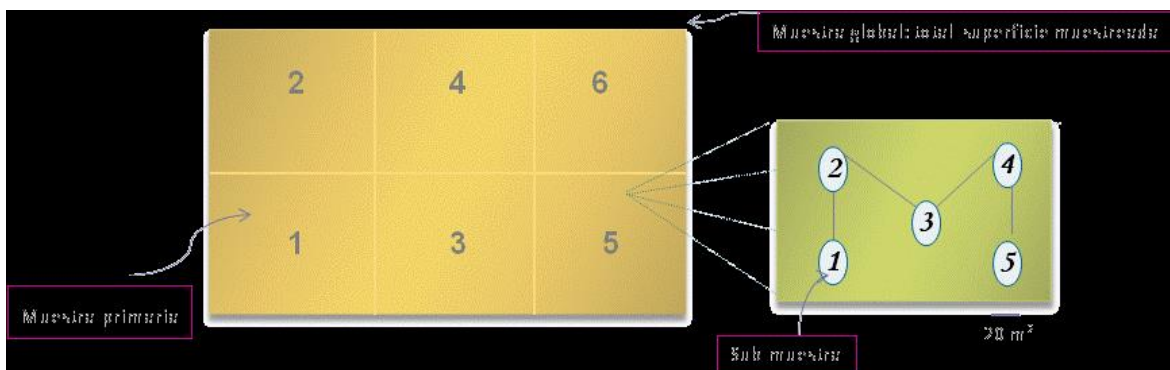


Fig. 2. Esquema de muestreo aleatorio estratificado recomendado para superficies mayores de 10 hectáreas. Se representan las 6 muestras primarias y las 5 sub-muestras en cada una de ellas.

Es muy importante ubicar correctamente los puntos señalados en el esquema dentro de la parcela a muestrear para garantizar un buen porcentaje de superficie del predio y evitar sesgos durante la selección de las Unidades de muestreo. Considerando que la aplicación de los plaguicidas fuera irregular en la periferia de la superficie de cultivo, no se deben coleccionar muestras en una franja de 15 metros de ésta.

Un buen sistema de muestreo asegura la representatividad de las unidades de muestreo obtenidas del universo a muestrear (parcela o predio); para nuestros propósitos debe realizarse directamente en las parcelas, cuando el producto a cosechar se encuentre en su madurez fisiológica (fase climatérica); esto permitirá facilidad en la manipulación en cosecha y traslado del producto.

En el caso de la toma de muestras para productos producidos en árboles, se debe dividir imaginariamente el árbol en dos mitades y en cada mitad tomar muestras en la parte superior, mitad e inferior y en las partes internas y externas.

2.3.3. Tamaño de la muestra

Para el desarrollo del Plan de Monitoreo de Residuos en Citricos en la vigencia 2019, se determinó como guía para el tamaño de la muestra la clasificación de alimentos de origen vegetal formulada por el Codex Alimentarius sobre residuos de Plaguicidas de la FAO.

Las Indicaciones primarias corresponden a que la muestra primaria y global se forma a partir de las sub-muestras, posteriormente, se mezclan fuera de la parcela o predio y se extrae la muestra de laboratorio que se indica en la siguiente clasificación:

- a) Frutas de árbol como maracuyá, mango, Citricos, plátanos, guayaba.
 - Muestra primaria: 25,0 kg

- Sub-muestra: 5,0 kg
- Muestra de laboratorio: 2,5 kg o 10 unidades

Forma de muestreo: cada sub-muestra, es representada por los árboles frutales que estén dentro del perímetro (20 m²), se colectan frutos de diferentes partes del árbol, el número necesario para completar un peso aproximado de 5,0 kg, los frutos de las cinco submuestras se homogeneizan y se separa la cantidad requerida para conformar la muestra de laboratorio.

2.3.4. Embalaje y envió

Como actividad fundamental en la conducción de cualquier programa para determinación de residuos la preparación, empaque, embalaje, toma de la información y envío de las muestras son determinantes en el análisis de los productos de origen agrícola.

La integridad física y química de la muestra es necesaria para evitar degradación de los posibles residuos de plaguicidas contenidos en las muestras; para ello es conveniente reducir al máximo el tiempo transcurrido entre el muestreo y el inicio del análisis de la muestra. Para el correcto desarrollo del PNR se establecieron los siguientes criterios, a fin de obtener información confiable y objetiva del resultado analítico de los residuos de plaguicidas en las muestras de Citricos: Limón (*Citrus limon*), Naranja (*Citrus sinensis*) y Mandarina (*Citrus reticulata*)

- Solo se muestrearon frutos con madurez fisiológica superior al 85%.
- Se evito el muestreo de frutos que no presentara estado fitosanitario optimo.
- Las muestras se tomaron siguiendo los protocolos de evitar contaminación cruzada usando el procedimiento descrito en el Manual de muestreo (citar manual) y con los elementos de protección y recolección representados en la figura 3.
- Las muestras fueron codificadas con un sistema de código de departamentos y municipios DANE.

Kit para toma y empaque de muestras en predios.



Fig. 3. Elementos utilizados para toma de muestras de Citricos: Limon (*Citrus limon*), Naranja (*Citrus sinensis*) y Mandarina (*Citrus reticulata*) en el plan nacional de monitoreo de residuos de plaguicidas 2020.

Durante el proceso de envío las muestras siempre estuvieron acompañadas de material refrigerante durante su transporte, esto con el fin de evitar aumentar la actividad fisiológica de los frutos recolectados, los elementos de muestreo y transporte se indican en la figura 2

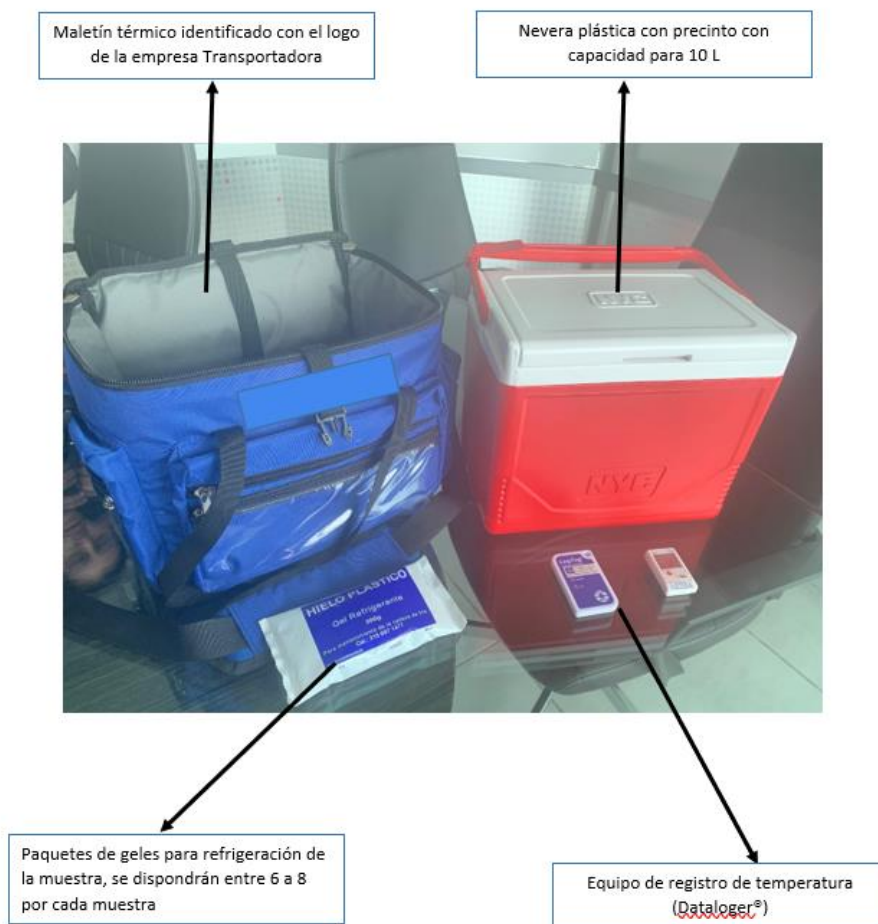


Fig. 4. Elementos utilizados para embalaje y transporte de muestras de Citricos: Limón (*Citrus limon*), Naranja (*Citrus sinensis*) y Mandarina (*Citrus reticulata*) en el plan nacional de monitoreo de residuos de plaguicidas 2020.

- Neveras o contenedores plásticos y/o icopor.
- Geles refrigerantes.
- Termómetros o dataloger® para monitoreo de temperatura.
- Marbetes de identificación de las muestras.

2.3.5. Custodia y codificación de la muestra

Basado en el principio de aseguramiento de la calidad de buenas prácticas de laboratorio (GLP), las muestras tuvieron un sistema de codificación (Anexo 1) en el momento de la recolección que permitió realizar la trazabilidad y seguimiento desde su origen hasta la emisión de resultados por parte del laboratorio analítico.

2.4 Duración del plan de monitoreo.

La fase de campo donde se desarrolló la toma y envió de muestras se realizó entre los meses de Junio y Octubre de 2020, la fase analítica comprendió desde el inicio de toma de las muestras hasta el mes de Enero de 2021.

2.5. Municipios muestreados.

Para la realización del Plan nacional de monitoreo de residuos de plaguicidas en Citricos: Limon (*Citrus limon*), Naranja (*Citrus sinensis*) y Mandarina (*Citrus reticulata*) se realizó la toma de 198 muestras en 56 municipios distribuidos en un total de 11 Departamentos, que representan el 99% de la producción de Citricos con registro exportador del país.

De las tablas 2 a la 11 se discriminan por orden alfabético, los departamentos y municipios en los cuales se desarrolló muestreo por parte del Ica en la vigencia 2020.

Departamento	Total Muestras tomadas	Municipio producción	N° Muestras
Antioquia	24	Cañas gordas	4
		Dabeiba	9
		Fredonia	2
		Santa Barbara	1
		Támesis	2
		Tarso	1
		Uramita	2
		Valparaiso	1
		Venecia	2

Tabla 2. Municipios muestreados y Numero de muestras tomadas de Citricos: Limon (*Citrus limon*), Naranja (*Citrus sinensis*) y Mandarina (*Citrus reticulata*) en el departamento de Antioquia.

Departamento	Total Muestras tomadas	Municipio producción	N° Muestras
Caldas	25	Anserma	6
		Belalcázar	2
		Chinchiná	4
		Manizales	8
		Norcasia	1
		Palestina	3
		Risaralda	4
San Jose	1		

Tabla 3. Municipios muestreados y Numero de muestras tomadas de Citricos: Limon (*Citrus limon*), Naranja (*Citrus sinensis*) y Mandarina (*Citrus reticulata*) en el departamento de Caldas.

Departamento	Total Muestras tomadas	Municipio producción	N° Muestras
Cauca	7	El Bordo	7

Tabla 4. Municipios muestreados y Numero de muestras tomadas de Citricos: Limon (*Citrus limon*), Naranja (*Citrus sinensis*) y Mandarina (*Citrus reticulata*) en el departamento de Cauca

Departamento	Total Muestras tomadas	Municipio producción	N° Muestras
Huila	1	Suaza	1

Tabla 5. Municipios muestreados y Numero de muestras tomadas de Citricos: Limón (*Citrus limon*), Naranja (*Citrus sinensis*) y Mandarina (*Citrus reticulata*) en el departamento de Huila

Departamento	Total Muestras tomadas	Municipio producción	N° Muestras
Meta	3	El Calvario	1
		Villavicencio	2

Tabla 6. Municipios muestreados y Numero de muestras tomadas de Citricos: Limon (*Citrus limon*), Naranja (*Citrus sinensis*) y Mandarina (*Citrus reticulata*) en el departamento de Meta

Departamento	Muestras tomadas	Municipio producción	N° Muestras
Nariño	36	El Rosario	3
		La Union	8

		San Lorenzo	23
		Taminango	2

Tabla 7. Municipios muestreados y Numero de muestras tomadas de Citricos: Limon (*Citrus limon*), Naranja (*Citrus sinensis*) y Mandarina (*Citrus reticulata*) en el departamento de Nariño

Departamento	Muestras tomadas	Municipio producción	N° Muestras
Quindío	26	Armenia	2
		Buenavista	7
		La Tebaida	1
		Montenegro	10
		Pijao	6

Tabla 8. Municipios muestreados y Numero de muestras tomadas de Citricos: Limon (*Citrus limon*), Naranja (*Citrus sinensis*) y Mandarina (*Citrus reticulata*) en el departamento de Quindio

Departamento	Muestras tomadas	Municipio producción	N° Muestras
Risaralda	2	Pereira	2

Tabla 9. Municipios muestreados y Numero de muestras tomadas de Citricos: Limon (*Citrus limon*), Naranja (*Citrus sinensis*) y Mandarina (*Citrus reticulata*) en el departamento de Risaralda

Departamento	Total Muestras tomadas	Municipio producción	N° Muestras
Santander	67	Aratoca	6
		Barrancabermeja	1
		Betulia	1
		Giron	18
		Lebrija	13
		Palmas del socorro	3
		Piedecuesta	2
		Pinchote	3
		Rionegro	2
		San Gil	17
		Socorro	1

Tabla 10. Municipios muestreados y Numero de muestras tomadas de Citricos: Limon (*Citrus limon*), Naranja (*Citrus sinensis*) y Mandarina (*Citrus reticulata*) en el departamento de Santander.

Departamento	Total Muestras tomadas	Municipio producción	N° Muestras
Tolima	7	Alvarado	2
		Espinal	1
		Ibague	2
		San Luis	1
		Venadillo	1

Tabla 11. Municipios muestreados y Numero de muestras tomadas de Citricos: Limon (*Citrus limon*), Naranja (*Citrus sinensis*) y Mandarina (*Citrus reticulata*) en el departamento de Tolima

Departamento	Total Muestras tomadas	Municipio producción	N° Muestras
Valle del Cauca	20	Alcalá	4
		Andalucía	2
		Bugalagrande	1
		Caicedonia	3
		El Cairo - Argelia	1
		La Unión	3
		La Victoria	1
		Riofrio	1
Sevilla	4		

Tabla 12. Municipios muestreados y Numero de muestras tomadas de Citricos: Limon (*Citrus limon*), Naranja (*Citrus sinensis*) y Mandarina (*Citrus reticulata*) en el departamento de Valle del cauca

3. METODOLOGIA ANALÍTICA

El análisis de residuos de plaguicidas se llevó a cabo en el Grupo de Laboratorio Nacional de Insumos Agrícolas – LANIA área de Residuos de Plaguicidas, dependencia perteneciente a la Subgerencia de Análisis y Diagnóstico del Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. El método de análisis multiresiduos empleado está basado en el método QuEChERS (*Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe*; por sus siglas en inglés) BS EN 15662:2008, el cual consiste en un proceso de dos etapas: extracción y limpieza (*clean-up*) y cuenta con un enfoque analítico altamente beneficioso que simplifica enormemente el análisis de múltiples residuos de plaguicidas en frutas, verduras y cereales para su determinación mediante cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas en tándem (LC-MS/MS).

Dentro del alcance del método se analizaron 105 moléculas de plaguicidas, las cuales se relacionan en la tabla 1. El LANIA cuenta con un sistema de calidad basado en la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017, lo que garantiza la confiabilidad de los resultados reportados y tiene amplia experiencia en el análisis de residuos de plaguicidas en matrices vegetales, hortalizas y especialmente frutas de tipo exportación.

Tabla 13. Listado de principios activos incluidos dentro del alcance del método empleado en el análisis de Citricos: Limón (*Citrus limon*), Naranja (*Citrus sinensis*) y Mandarina (*Citrus reticulata*)

LISTADO DE PRINCIPIOS ACTIVOS DE PLAGUICIDAS	
3-OH CARBOFURAN	HALOXYFOP-METHYL
ACETAMIPRID	HEXACONAZOLE
ALDICARB	HEXAZINONE
ALDICARB SULFONE	IMAZALIL
ALDICARB SULFOXIDE	IMIDACLOPRID
AMETRYN	ISOPROTHIOLANE
ATRAZINE	ISOXABEN
AZINPHOS -ETHYL	KRESOXIM-METHYL
AZOXYSTROBIN	LINURON
BENLAXYL-M	LUFENURON

BITERTANOL	MALATHION
BOSCALID	MANDIPROPAMID
BUPROFEZIN	METALAXYL
BUTACHLOR	METAMITRON
CARBARYL	METCONAZOLE
CARBOFURAN	METHABENZTHIAZURON
CARBOXIN	METHACRIFOS
CHLORFENVINPHOS	METHIOCARB
CHLORPYRIPHOS	METHOMYL
CLOMAZONE	METHOXYFENOZIDE
CLOTHIANIDIM	METOLACHLOR
CYAZOFAMID	METRIBUZIN
CYMOXANIL	MOLINATE
CYPROCONAZOLE	MONOCROTOPHOS
CYPRODINIL	MONOLINURON
DIAZINON	MYCLOBUTANIL
DEFENOCONAZOLE	NOVALURON
DIMETHOATE	OXADIXYL
DIMETHOMORPH	OXYCARBOXIN
DIMOXYSTROBIN	PENCONAZOLE
DINICONAZOLE	PENDIMETHALIN
DIURON	PHENTHOATE
EPOXICONAZOLE	PHOSPHAMIDON
ETHIOFENCARB	PROMECARB
FENAMIDONE	PROPICONAZOLE

FENAZAQUIN	PYRIMETHANIL
FENBUCONAZOLE	PYRIPROXYFEN
FENHEXAMID	QUIZALOFOP-P-ETHYL
FENOBUCARB	ROTENONE
FENOXYCARB	TEBUCONAZOLE
FENPROPIMORPH	TEBUFENOZIDE
FLUAZIFOP-BUTUL	TEBUFENPYRAD
FLUFENACET	TEPRALOXYDIM
FLUFENOXURON	TETRACONAZOLE
FLUOMETURON	THIABENDAZOLE
FLUOXASTROBIN	THIACLOPRID
FLUQUICONAZOLE	THIODICARB
FLUSILAZOLE	THIOPHANATE-METHYL
FLUTOLANIL	TRIADIMEFON
FLUTRIAFOL	TRICHLORFON
FUBERIDAZOLE	TRICYCLAZOLE
FURATHIOCARB	TRIFLOXYSTROBIN
	TRITICONAZOLE

3.1. Valores de referencia LMR

Como referencia para la evaluación se tomaron los valores mas restrictivos entre los establecidos por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria EFSA y los definidos por el codex alimentarius para el grupo de frutas cítricas.

- <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/products/?event=details&p=2>
- https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/commodities-detail/es/?c_id=120

BIBLIOGRAFIA

- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL Y MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL, Resolución 770 del marzo 7 de 2013. “*Por la cual se establecen las directrices para la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de los Planes Nacionales Subsectoriales de Vigilancia y Control de Residuos en Alimentos y se dictan otras disposiciones*”. Recuperado en <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Resolucion-0770-de-2014.pdf>
- CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL - CONPES 3514 DE 2008. Política Nacional Fitosanitaria y de Inocuidad para las cadenas de Frutas y otros Vegetales”.
- Recuperado en http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/conpes/2008/Conpes_3514_2008.pdf
- CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL - CONPES 3375 DE 2005. Política Nacional de sanidad agropecuaria e inocuidad de alimentos para el Sistema de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias. Recuperado en http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/conpes/2005/Conpes_3375_2005.pdf
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD – OMS y ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAD PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA. Codex Alimentarius. Residuos de plaguicidas en los alimentos y piensos. <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/standards/pestres/materias-primas/es/>
- MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCION SOCIAL Resolución 2906 de 2007 “Por la cual se establecen los Límites Máximos de Residuos de plaguicidas en alimentos para consumo humano y en piensos o forrajes.
- <https://www.invima.gov.co/normatividad-sp-510373846/alimentos/resoluciones-alimentos/resoluciones-2007/583-resolucion-2906-agosto-222007-.html>
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, CADENA DEL CITRICOS Indicadores e instrumentos, 2020, recuperado en <https://sioc.minagricultura.gov.co/Citricos/Documents/2020-03-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

Anexo 1. Formato de acta y toma de muestra

PROGRAMA NACIONAL DE MONITOREO DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS
ACTA TOMA DE MUESTRA

Fecha: _____

Nombre Predio: _____

Municipio: _____ Departamento: _____

Coordenadas: _____

Certificación BPA: SI___ NO___

Código de la muestra*: _____

Laboratorio Destino: _____

Dirección Destino: _____

Responsable recolección: _____

Ultima aplicación de
Plaguicidas: _____

* Ver Instructivo anexo

RESPONSABLE/PROPIETARIO

funcionario ICA

Instructivo codificación de muestra

Codificación muestras para análisis de metales pesados y contaminantes

La codificación de las muestras recolectadas bajo el plan nacional de monitoreo de residuos y metales pesados contendrá la siguiente descripción

1. Especie : se utilizaran las Iniciales del la especie vegetal muestreada, utilizando en letras MAYUSCULAS las primeras 3 letras del cultivo.

AGU:Aguacate

GRA:Granadilla

CIT: Citricos

2. Codigo Dane Departamento: se determinara el código DANE del departamento donde se encuentra ubicado el predio donde se realizo el muestreo.

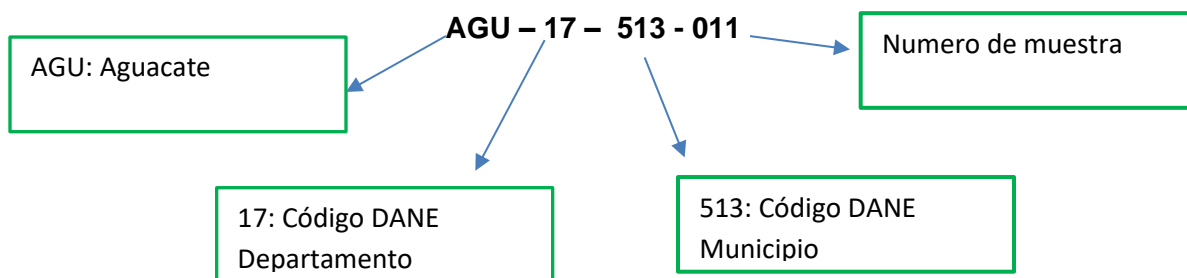
[Archivo Excel Adjunto](#)

3. Codigo Dane Municipio: se determinara el código DANE de la Ciudad/municipio donde se encuentra ubicado el predio donde se realizo el muestreo.

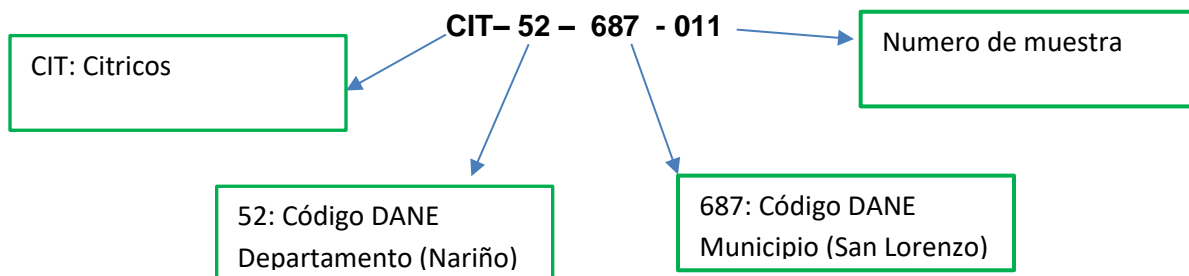
[Archivo Excel Adjunto](#)

4. Numero de muestra: se utilizara la numeración consecutiva desde 001 para identificar nominalmente las muestras recolectadas, el numero consecutivo corresponderá únicamente al numero de muestras por especie y por municipio, como se ejemplifica a continuación:

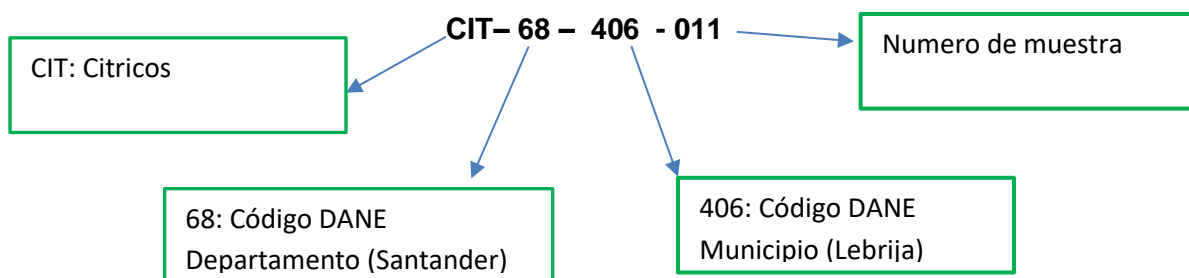
- **Ejemplo 1:** Codificación de la muestra 11 de Aguacate recolectada en el municipio de Pacora, departamento de Caldas.



- Ejemplo 2: Codificación de la muestra 11 de Citricos recolectada en el municipio de San Lorenzo, departamento de Nariño,



- Ejemplo 3: Codificación de la muestra 11 de Citricos recolectada en el municipio de Lebrija, departamento de Santander.



4.1 Empacadoras: Para el caso de muestras recolectadas en plantas empacadoras la identificación de la muestra se realizara adicionando la sigla EMP antes de la codificación explicada anteriormente, adicionalmente y debido a que es aleatoria la especie que se encuentre para muestrear se identificara la especie sobre la que se hizo el muestreo.

- Ejemplo 4: Codificación de la muestra 11 de plantas empacadoras recolectada en la ciudad de Bogotá, departamento de Cundinamarca.

