



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

PESTICIDAS, RESIDUALIDAD Y PERÍODOS DE CARENCIA

Aplicaciones en el Cultivo del AGUACATE



Tecnoparque
nodo Rionegro

SENNOVA
Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



Instituto de Ciencia y
Tecnología Alimentaria

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.



PESTICIDAS, RESIDUALIDAD Y PERÍODOS DE CARENANCIA

Aplicaciones en el Cultivo del AGUACATE

AUTORES:

Juan Manuel Quiceno Rico
Giovani Alfonso Mora
Elizabeth Barrera Bello
Eliana María Estrada
Dorely David Gómez
Liliana María Cardona Bermúdez
Catarina Passaro Carvalho
Claudio Jimenez Catagena

Rionegro – Antioquia
2018

**SERVICIO NACIONAL DE
APRENDIZAJE - SENA**



Catalogación en la publicación. SENA Sistema de Bibliotecas

Pesticidas, residualidad y períodos de carencia : aplicaciones en el cultivo del aguacate / Juan Manuel Quiceno Rico [y otros siete].-- Rionegro, Antioquia : Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Centro de la Innovación, la Agroindustria y la Aviación, 2018.

1 recurso en línea (51 páginas) : PDF

Bibliografía: página 47-50.

Contenido: ¿Plaguicidas pesticidas? -- Del códex alimentarius y su utilidad -- Del códex y los plaguicidas -- De las buenas prácticas agrícolas y el uso de plaguicidas -- De los plaguicidas y el ambiente -- De los períodos de carencia de un plaguicida -- De los métodos analíticos para la determinación y cuantificación de plaguicidas.

ISBN: 978-958-15-0376-6.

1. Aguacate--Abonos y fertilizantes 2. Aguacate--Cultivo 3. Aguacate--Nutrición I. Quiceno Rico, Juan Manuel II. Mora, Giovanni III. Barrera Bello, Elizabeth IV. Estrada, Eliana María V. Gómez, Dorely David VI. Cardona Bermúdez, Liliana María VII. Passaro Carvalho, Catarina VIII. Jiménez Cartagena, Claudio IX. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).

CDD: 634.65389



Carlos Mario Estrada

Director General

Juan Felipe Rendón Ochoa

Dirección Regional Antioquia

Jorge Antonio Londoño

Subdirector Centro de la Innovación la Agroindustria y la Aviación

PESTICIDAS, RESIDUALIDAD Y PERÍODOS DE CARENCIA

Aplicaciones en el Cultivo del AGUACATE

Autores

Juan Manuel Quiceno Rico

Giovani Alfonso Mora

Elizabeth Barrera Bello

Eliana María Estrada

Dorely David Gómez

Liliana María Cardona Bermúdez

Catarina Passaro Carvalho

Claudio Jimenez Catagena

ISBN: 978-958-15-0376-6.

© Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA

Diseño, diagramación:

Eteban Arenas, Inversiones Alejandro Duque Go S.A.S.

Hecho el depósito que exige la ley

Este libro, salvo las excepciones previstas por la Ley, no puede ser reproducido por ningún medio sin previa autorización escrita del autor.

Los textos publicados son de propiedad intelectual de los Autores y pueden utilizarse con propósitos educativos y académicos, siempre que se cite al autor y la publicación. Las opiniones aquí contenidas son de responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente el pensamiento del editor ni del SENA.

Rionegro, Colombia.

Carlos Mario Estrada Molina

Director general

Juan Felipe Rendón Ochoa

Director regional Antioquia

Jorge Antonio Londoño

**Subdirector Centro de la Innovación la Agroindustria y la
Aviación**



*Producto derivado del Proyecto de Investigación Aplicada
“Determinación de períodos de carencia para plaguicidas de uso
común en cultivos de aguacate Hass en el Oriente Antioqueño
(01-2018-SENNOVA-CIAA)”*

*Proyecto Financiado por el Sistema de Investigación, Desarrollo
Tecnológico e Innovación – SENNOVA del SENA.*

2018





CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	9
1. ¿PLAGUICIDAS O PESTICIDAS?	11
2. DEL CODEX ALIMENTARIUS Y SU UTILIDAD.....	27
3. DEL CODEX Y LOS PLAGUICIDAS	29
4. DE LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS Y EL USO DE PLAGUICIDAS	32
5. DE LOS PLAGUICIDAS Y EL AMBIENTE	36
6. DE LOS PERÍODOS DE CARENCIA DE UN PLAGUICIDA	39
7. DE LOS MÉTODOS ANALÍTICOS PARA LA DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE PLAGUICIDAS	41
BIBLIOGRAFÍA	47



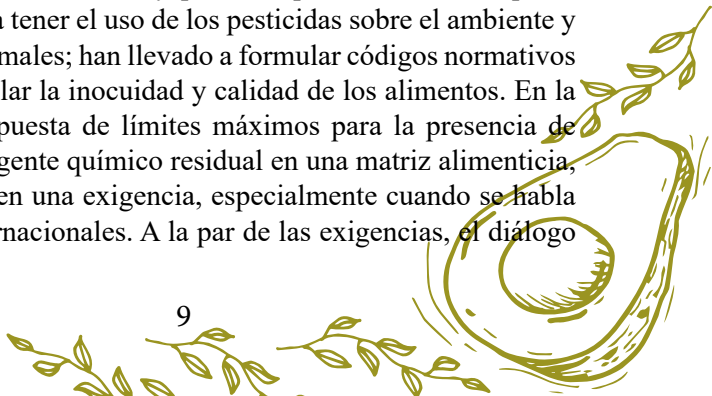


INTRODUCCIÓN

La demanda de alimentos en una sociedad en constante crecimiento, ha obligado a los sistemas productivos a adoptar mecanismos que permitan responder velozmente ante problemáticas como la desnutrición y la falta de alimentos. Debido a esto, en la actualidad los paquetes tecnológicos agrícolas se han expandido a todos los mercados del mundo con productos que favorecen el aumento en la producción de alimentos, muchas veces sin medir las consecuencias que pueden traer para el ser humano o el ambiente. En el 2016 se produjeron cerca de 300 millones de toneladas de vegetales frescos y 33 millones de toneladas de fruta fresca. Colombia se encuentra entre los 10 países productores de fruta fresca del mundo y es el número uno de América¹.

Las tendencias de producción modernas que involucran cultivos extensivos y monocultivos, han favorecido entre muchas cosas, la aparición de gran variedad de plagas que se la han jugado en contra a la productividad agrícola. Esta lucha constante ha potenciado la fabricación y uso de plaguicidas de todo tipo: Insecticidas, acaricidas, nematocidas, fungicidas, etc. En el 2016 se emplearon más de 4 millones de toneladas de plaguicidas en el mundo. Colombia no ha estado ajeno a dichas tendencias, para el 2015 se emplearon en el país un poco más de 50 mil toneladas de pesticidas entre insecticidas (7%), herbicidas (40%) y fungicidas y bactericidas (53%); con un promedio de uso por área cultivada de 14,71 Kg/ha¹.

Algunos esfuerzos científicos y políticos para reducir el impacto que puede llegar a tener el uso de los pesticidas sobre el ambiente y la salud de los animales; han llevado a formular códigos normativos que permiten vigilar la inocuidad y calidad de los alimentos. En la actualidad la propuesta de límites máximos para la presencia de un determinado agente químico residual en una matriz alimenticia, se ha convertido en una exigencia, especialmente cuando se habla de mercados internacionales. A la par de las exigencias, el diálogo



directo con los avances tecnológicos ha llevado a que se tengan al día de hoy métodos altamente precisos para valorar la presencia y concentración de un plaguicida, y poder garantizar la seguridad alimentaria en términos de inocuidad química².

Los alimentos han sido reconocidos como la principal ruta de exposición de residuos de pesticidas a consumidores que no trabajan con ellos. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud el 30% del consumo de alimentos consiste en frutas y verduras³. Teniendo en cuenta que las frutas y vegetales son consumidos crudos o semi-procesados, se espera que contengan niveles de residuos de pesticidas más altos que otros grupos de alimentos de origen vegetal. Algunos plaguicidas son cancerígenos y pueden causar mal funcionamiento en los sistemas nervioso y reproductivo, incluso a bajas concentraciones, pueden ser extremadamente perjudiciales para la salud humana⁴.

Un ejemplo claro del uso de pesticidas y donde la normatividad entra a jugar un papel clave del mercado, se observa en el cultivo de aguacate Hass, un producto comercializado en fresco y con gran acogida internacional. En Colombia, la tendencia incremental en áreas cultivadas y cosechadas de este cultivo, ha obligado a los agricultores a tener siempre una estrategia de lucha contra plagas como insectos, ácaros, hongos, etc., donde los agroquímicos siempre marcan la parada. En este sentido, conociendo la importancia que tienen los agroquímicos para los productores locales y la relevancia internacional de su residualidad, se propone esta guía como un instrumento de conceptualización básica para el lector en temas como plaguicidas, períodos de carencia y determinación de residualidad química, teniendo como un eje central al cultivo de aguacate.

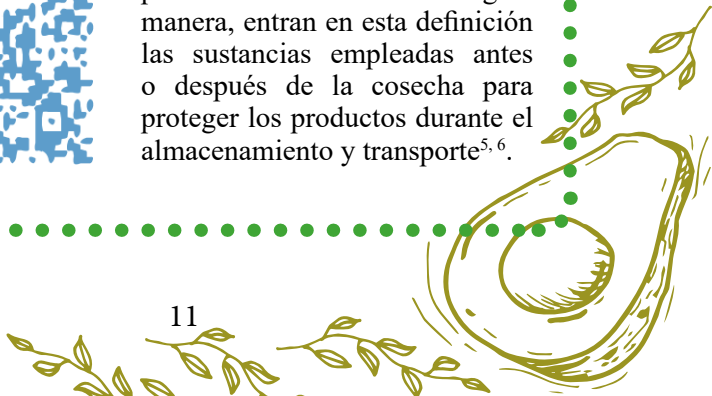


1. ¿PLAGUICIDAS O PESTICIDAS?

Etimológicamente, Plaguicida viene del latín plaga que significa ‘golpe’ o ‘herida’ y Pesticida viene del latín pestis que significa ‘peste’, ‘calamidad’, ‘plaga’. La terminación –cia en ambas palabras viene del latín –cida, de la raíz de caedēre que significa ‘matar’.

En el sector agrícola es muy común escuchar los términos **Plaguicidas** o **Pesticidas**. Con la palabra plaguicida, normalmente se quiere describir a todo agente empleado para controlar animales o plantas que afectan la productividad de un cultivo. Por otro lado, con los pesticidas se hace referencia a todo aquello que se usa contra agentes causales de enfermedades en el mismo ámbito agrícola. La realidad es que ambos términos son sinónimos, aunque plaguicida se emplea más como la traducción del término en inglés ‘Pesticide’. En este sentido, se ha de entender plaga como todo ser vivo dañino para las plantas y productos, materiales o entornos vegetales⁵.

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), en su Código Internacional de Conducta para la Gestión de Plaguicidas, se define como plaguicida a toda sustancia o combinación de sustancias de naturaleza química o biológica cuyo objetivo es repeler, destruir o controlar cualquier plaga. El término también incluye sustancias reguladoras del crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes, agentes para reducir la densidad de fruta o agentes para evitar la caída prematura de la fruta. De igual manera, entran en esta definición las sustancias empleadas antes o después de la cosecha para proteger los productos durante el almacenamiento y transporte^{5, 6}.



Según su origen los plaguicidas pueden ser Químicos (Naturales o Sintéticos) o Biológicos (*Figura 1*):

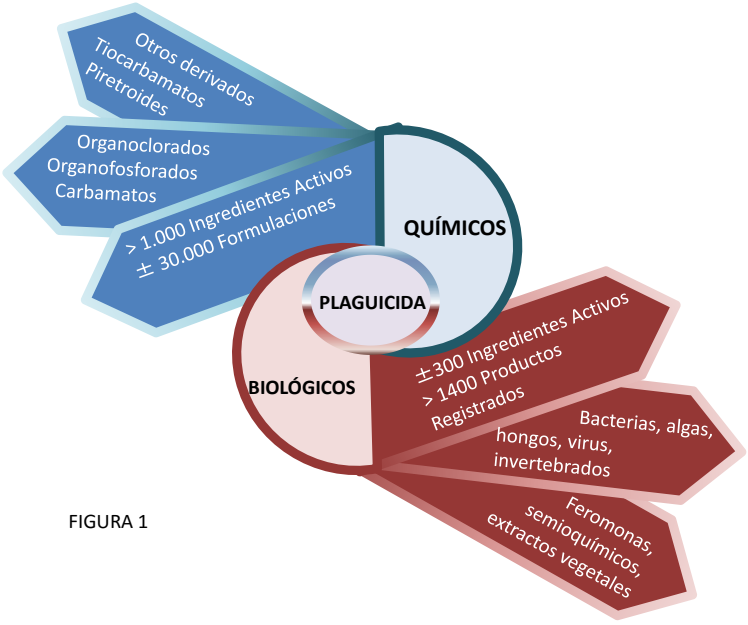


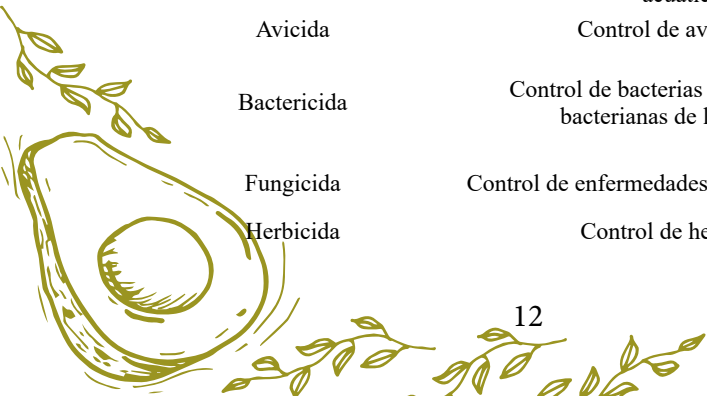
FIGURA 1

Figura 1. Plaguicidas Químicos y Biológicos^{7,8,9}.

De acuerdo con el tipo de plaga que controlan, existen denominaciones para los pesticidas, las más comunes se listan en la *Tabla 1*.

TABLA 1. CLASIFICACIÓN DE LOS PLAGUICIDAS SEGÚN EL TIPO DE PLAGA QUE CONTROLAN⁷.

CLASE	PLAGA
Acaricida	Control de ácaros y garrapatas.
Alguicida	Erradicación de algas y otra vegetación acuática.
Avicida	Control de aves plaga.
Bactericida	Control de bacterias y enfermedades bacterianas de las plantas.
Fungicida	Control de enfermedades vegetales y hongos.
Herbicida	Control de herbáceas.



Insecticida	Control de insectos plaga.
Limacida o molusquicida	Control de moluscos, incluyendo gasterópodos.
Nematicida	Control de gusanos redondos o nemátodos.
Rodenticida	Control de roedores.

Según la OMS, y en concordancia con el Sistema de Clasificación Globalmente Armonizado, los pesticidas se pueden clasificar según su toxicidad para animales y humanos como se observa en la *Tabla 2*.

TABLA 2. CLASIFICACIÓN TOXICOLÓGICA DE LOS PLAGUICIDAS^{10, 11}.

CATEGORIA TOXICOLÓGICA		NIVEL DE TOXICIDAD
OMS*	SGA**	
IA	Categoría 1	Extremadamente peligroso
IB	Categoría 2	Altamente peligroso
II	Categoría 3 y 4	Moderadamente peligroso
III	Categoría 5	Ligeramente peligroso

*OMS: Organización Mundial de la Salud.

**SGA: Sistema Globalmente Armonizado.

En el país existen más de 2.000 productos químicos de acción plaguicida registrados ante el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y que se emplean normalmente en cultivos como arroz, frijón, banano, café, papa, algodón, ornamentales, frutales, etc. Tan solo en aguacate existen más de 70 productos cuyo nombre comercial, ingrediente activo y cultivos con uso autorizado se muestran en la *Tabla 3*.



TABLA 3. PRODUCTOS QUÍMICOS REGISTRADOS PARA SU USO EN CULTIVO DE AGUACATE

PRODUCTO	EMPRESA	INGREDIENTE ACTIVO	CULTIVOS	CLASE DE PRODUCTO
DANISARABA 20 SC	SUMMIT AGRO COLOMBIA SAS	CYFLUMETOFEN	CLAVEL, ROSAS, AGUACATE, NARANJA, MANDARINA, LIMÓN, TORONJA	ACARICIDA
BORNEO 11 SC	SUMITOMO CORPORATION COLOMBIA S.A.S	ETOXAZOLE	AGUACATE, NARANJA, FRESA, UCHUVA	ACARICIDA
FLUMITE	INTEROC S.A.SUCURSAL COLOMBIA	FLUFENZINE (SZI-121)	ROSAS, TOMATE, AGUACATE	ACARICIDA
MILBEKNCK® 1 EC	SUMMIT AGRO COLOMBIA S.A.S	MILBEMECTIN	CLAVEL, ROSA, ARROZ, NARANJA, FRESA, AGUACATE	ACARICIDA
SPYROMITE 240 SC	HELM ANDINA LTDA	SPIRODICLOFEN	ARROZ, AGUACATE, NARANJA, CAUCHO, ORNAMENTALES, CLAVEL, CAFÉ	ACARICIDA
CHOQUE 240 SC	ANASAC COLOMBIA LTDA	SPIRODICLOFEN	LIMÓN, NARANJA, MANDARINA, LIMA, TANGELO, TORONJA, FRESA, MORA, ARÁNDANO, FRANBUESA, UVA, AGUACATE, CLAVEL	ACARICIDA

METROPOL®SC	HANSEANDINA LIMITADA	AZOXYSTROBIN FLUTRIAFOL	SOYA, ARROZ, ROSA, TOMATE, UCHUVA, LULO, TOMATE DE ÁRBOL, AJÍ, CAFÉ, MAÍZ, AGUACATE, NARANJA, LIMÓN, MANDARINA, LIMA, TANGELO, TORONJA	FUNGICIDA
FURTIVO® 250 SC	INVERSA S.A	AZOXYSTROBIN FLUTRIAFOL	GUACATE, ARROZ, ARVEJA, TOMATE DE ÁRBOL, ROSA, MAÍZ, TOMATE, CAFÉ, MORA, MANGO	FUNGICIDA
AZIMUT®320 SC	ADAMA ANDINA B.V. SUCURSAL COLOMBIA	AZOXYSTROBIN TEBUCONAZOLE	CLAVEL, ARROZ, ALGODÓN, CEBOLLA BULBO, CEBOLLA LARGA, CEBOLLÍN, PUERRO, CAFÉ, FRIJOL, MAÍZ, PAPAYA, ZANAHORIA, TOMATE, UCHUVA, LULO, PIMENTON, AJÍES, BERENJENA, PAPA, AGUACATE, FRESA, SOYA, DURAZNO, ROSA, TOMATE DE ÁRBOL, PASTOS, NARANJA	FUNGICIDA
TRECATO®L WP	FMC LATINOAMERICANA S.A	BENALAXIL + CLOROTALONIL	PAPA, TOMATE, ROSAS, AGUACATE	FUNGICIDA



KRUGA™ SC	DOW AGROSCIENCES DE COLOMBIA S.A	FENBUCONAZOL	ARROZ, PAPA, TOMATE, MAÍZ, BANANO, AGUACATE	FUNGICIDA
IMPACT® 125 SC	CHEMINOVA AGRO DE COLOMBIA S.A	FLUTRIAFOL	CRISANTEMO, CLAVEL, ROSAS, CAFÉ, CEBOLLA LARGA, TOMATE, UCHUVA, LULO, AJÍ, PIMENTON, BERENJENA, AJÍ DULCE, ARROZ, FRÍJOL, SOYA, PLATANO, AGUACATE, DURAZNO, CIRUELA, NARANJA, LIMÓN, MANDARINA, LIMA, TANGELO	FUNGICIDA
SAGUM® 25% SC	SEMBRO S.A	FLUTRIAFOL	ARROZ, CAFÉ, BANANO, AGUACATE, PAPA	FUNGICIDA
AUTHORITY® 250 SC	FMC COLOMBIA S.A.S	FLUTRIAFOL, AZOXYSTROBIN	ARROZ, BANANO, CAFÉ, ROSA (ORNAMENTALES), TOMATE, UCHUVA, LULO, TOMATE DE ÁRBOL, AJÍ, PIMENTON, BERENJENA, AJÍ DULCE, SOYA, MAÍZ, PAPA, CEBOLLA BULBO, AGUACATE, DURAZNO, CIRUELA, NARANJA, LIMÓN, MANDARINA, LIMA, TANGELO, FRESA, MORA, UVA	FUNGICIDA
ALLEATO® 80 WG	HELM ANDINA LTDA	FOSETIL - ALUMINIO	CEBOLLA DE BULBO, ROSA, PIÑA, PAPA, AGUACATE	FUNGICIDA



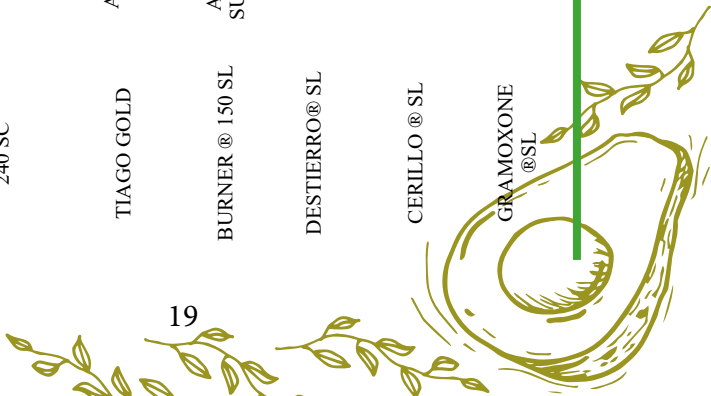
RIDOMIL GOLD MZ 68 WG	SYNGENTA S.A	METALAXYL-M + MANCOZEB	PAPA, TOMATE, ROSA, CEBOLLA DE BULBO, MORA, ARVEJA, AGUACATE	FUNGICIDA
RIDOMIL® GOLD MZ 68 WP	SYNGENTA S.A	METALAXYL-M MANCOZEB	AGUACATE, UVA, PAPA, TOMATE, ROSA, CEBOLLA	FUNGICIDA
POLYCAL	SAFER AGROBIOLOGICOS S.A.S	POLISULFURO DE CALCIO	ROSA, MANGO, AGUACATE	FUNGICIDA
YODOSAFER SL	SAFER AGROBIOLOGICOS S.A.S	POLIVINIL PIRROLIDONA	ROSA, MANGO, AGUACATE, DURAZNO	FUNGICIDA
MIRAGE @ 45 EC	ADAMA ANDINA B.V. SUCURSAL COLOMBIA	PROCHLORAZ	CEBOLLIN CHINO, (VARIEDADES LAURENTIANUM IBIRCUM SHOENOPRASUM) PUERRO, CLAVEL, ORNAMENTALES (CRISANTEMO ROSA) AGUACATE, FRESA, PAPA, FRIJOL, TOMATE DE ARBOL	FUNGICIDA
SUPREME 400 EW	ADAMA ANDINA B.V. SUCURSAL COLOMBIA	PROCLORAZ + TEBUCONAZOLE	MAÍZ, ARROZ, ALGODÓN, PASTO KIKUYO, AGUACATE, NARANJA, TANGELO	FUNGICIDA



SIDERAL 70 SL	QUIMICOS OMA S.A	PROPAMOCARB HCL	PAPA, ROSA, TOMATE, CEBOLLA DE BULBO, AGUACATE	FUNGICIDA
MASTERCOP® SC	ADAMA ANDINA B.V SUCURSAL COLOMBIA	SULFATO DE COBRE PENTAHIDRATADO	TOMATE, AGUACATE, CAFÉ	FUNGICIDA
ANTRASIN P.C.	SAFER AGROBIOLOGICOS S.A.S	SULFATO DE COBRE PENTAHIDRATADO + SULFATO DE CALCIO	ASTER, MANGO, AGUACATE, DURAZNO, MARACUYÁ, GULUPA, GRANADILLA, BADEA, CHULUPA, CURUBA	FUNGICIDA
CERAQUINT® SP	CERADIS COLOMBIA LTDA	SULFATO DE COBRE PENTAHIDRATADO Y FOSFITO DE POTASIO	PAPA, TOMATE, ROSA, AGUACATE	FUNGICIDA
NATIVO® SC	BAYER S.A	TRIFLOXYSTROBIN + TEBUCONAZOLE	ALGODÓN, ARROZ, CEBOLLA, MAIZ, PAPAYA, GRANADILLA, TOMATE, TOMATE DE ÁRBOL, SOYA, FRÍJOL, PASTOS, LULO , AJÍ, PIMENTÓN, NARANJA, AGUACATE, PAPA, ZANAHORIA	FUNGICIDA
HELMSTAR PRISMA® 325 SC	HELM ANDINA LTDA	AZOXYSTROBIN + DIFENOCONAZOLE	CEBOLLA, TOMATE, AGUACATE, ARROZ, ROSA, ALGODON	FUNGICIDA



IDMIT 28 SC	TAPAZOL CHEMICAL WORKS S.A.S	SULFATO DE COBRE PENTAHIDRATADO	AGUACATE, TOMATE	FUNGICIDA
SXTRATA®GOLD 240 SC	ROTAM AGRO COLOMBIA S.A.S	AZOXYSTROBIN + TEBUCONAZOLE	TOMATE, ROSA, ARROZ, MAÍZ, CAFÉ, AGUACATE	FUNGICIDA
TIAGO GOLD	ANASAC COLOMBIA LTDA	AZOXYSTROBIN + DIFENOCONAZOLE	ARROZ, TOMATE DE ÁRBOL, CEBOLLA BULBO, AGUACATE	FUNGICIDA
BURNER ® 150 SL	ADAMA ANDINA B.V. SUCURSAL COLOMBIA	GLUFOSINATE-AMMONIUM	BANANO, CÍTRICOS, MAÍZ, ALGODÓN, CAÑA DE AZÚCAR, CAFÉ, AGUACATE	HERBICIDA
DESTIERRO® SL	INVESA S.A	GLUFOSINATO DE AMONIO	ALGODÓN, NARANJA, PALMA DE ACEITE, BANANO, PLATANO, CAFÉ, AGUACATE	HERBICIDA
CERILLO ® SL	SYNGENTA S.A	PARAQUAT	CAFÉ, FRIJOL, PAPA, VID, ARROZ, AGUACATE, TOMATE, CAÑA, BANANO, PALMA, MAÍZ	HERBICIDA
GRAMOXONE ®SL	SYNGENTA S.A	PARAQUAT	CAFÉ, FRIJOL PAPA, VID, ARROZ, AGUACATE, TOMATE, CAÑA, BANANO, PALMA, MAÍZ	HERBICIDA



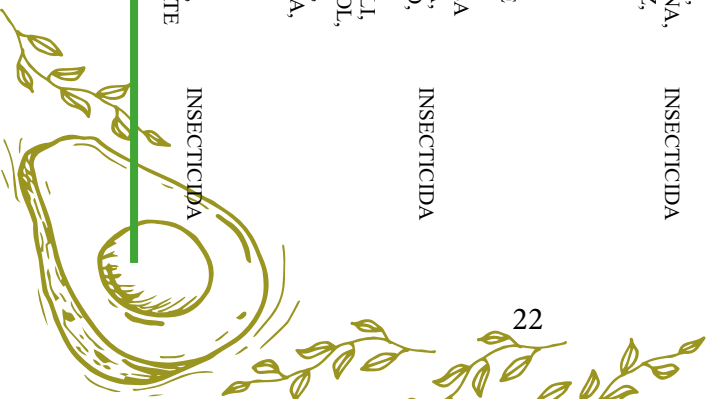
ABASAC 1,8 EC	ANASAC COLOMBIA LTDA	ABAMECTINA	ROSA, TOMATE, LIMÓN, AGUACATE	INSECTICIDA
KRAFT 3,6 EC	FMC COLOMBIA S.A.S	ABAMECTINA	CEBOLLA, ROSA, CLAVEL, AGUACATE, NARANJA, TOMATE	INSECTICIDA
CANDONGA 1,8 EC	INVESA S.A	ABAMECTINA	ROSAS, NARANJA, UCHUVA, TOMATE, BERENJENA, PIMENTÓN, CAFÉ, FRÍJOL, AGUACATE	INSECTICIDA
TROMPA®SB	VECTORS AND PEST MANAGEMENT LTDA	ABAMECTINA	CAFÉ, CACAÓ, AGUACATE, YUCA, PLÁTANO, MANGO, CANA, NARANJA, MANDARINA, LIMÓN, FORESTALES	INSECTICIDA
KUNFU® 100 EC	INVESA S.A	BIFENTRINA	PAPA, ROSA, TOMATE, PASTO KIKUYO, NARANJA, AGUACATE	INSECTICIDA
RAFAGA®4 EC	INVESA S.A	CLORPIRIFOS	PASTOS, CAFÉ, PAPA, TOMATE, AGUACATE,	INSECTICIDA
DANADIM PROGRESS® 400 EC	FMC COLOMBIA S.A.S	DIMETHOATE	PAPA, TOMATE, ARROZ, CAFÉ, AGUACATE	INSECTICIDA
ALBATROSS® 200 SC	ADAMA ANDINA B.V. SUCURSAL COLOMBIA	FIPRONIL	ALGODÓN, ARROZ, PAPA, ORNAMENTALES (CRISANTEMO), AGUACATE, PASTOS KIKUYO	INSECTICIDA
HELPRONIL 80 WG	HELM ANDINA LTDA	FIPRONIL	TOMATE, ALGODÓN, AGUACATE, ARROZ, POTREROS, FRÍJOL, (ORNAMENTALES) ROSAS	INSECTICIDA



PROAXIS 60 CS	FMC COLOMBIA S.A.S	GAMMA CYHALOTHRINA	PAPA, TOMATE, PASTOS, ROSA, ALGODÓN, REPOLLO, ARROZ, AGUACATE, NARANJA	INSECTICIDA
INVEPRID 35 ® SC	INVESA S.A	IMIDACLOPRID	TOMATE, PASTOS, FRIJOL, NARANJA, ROSAS, AGUACATE	INSECTICIDA
SPIDER 250 SC	INVESA S.A	IMIDACLOPRID LAMBDAHALOTRINA	TOMATE, PASTO KIKUYO, MAÍZ, PAPA, ARROZ, AGUACATE	INSECTICIDA
NILO® 300 SC	ADAMA ANDINA B.V. SUCURSAL COLOMBIA	IMIDACLOPRID, BIFENTRINA	PASTOS, ARROZ, TOMATE, PAPA, ALGODON, CEBOLLA DE BULBO, PALMA DE ACEITE, FRIJOL, AGUACATE, UCHUVA, BERENJENA, AJÍ DULCE, AJÍ, LULO, TOMATE DE ÁRBOL, PIMENTÓN, CEBOLLA LARGA, CEBOLLINES, PUERRO, CAFÉ, SOYA, MELÓN, DURAZNO, ROSA, CAFÉ	INSECTICIDA
PERSEO 300 SC	HELM ANDINA LTDAIMIDACLOPRID	LAMBDAHALOTRINA	PASTOS, ARROZ, TOMATE, MAÍZ, ALGODÓN, PAPA, SOYA, AGUACATE	INSECTICIDA
CONQUEST®	SYNGENTA S.A	LAMDA CYHALOTRIN THIAMETHOXAM	PAPA, CEBOLLA, FRIJOL, ARROZ, TOMATE, PASTURAS, ALGODÓN, PALMA AFRICANA, TABACO, AGUACATE, ESTRAGON, SOYA, NARANJA, MANDARINA, CEBADA, MARACUYÁ, SOYA	INSECTICIDA



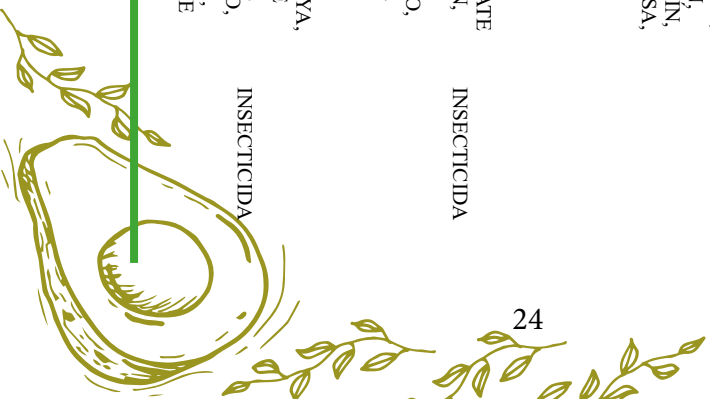
MALATHION 57 EC ADAMA	ADAMA ANDINA B.V SUCURSAL COLOMBIA	MALATHION	ROSA, ALGODÓN, CEBOLLA, CEBOLLA LARGA, CEBOLLINES, FRÍJOL, PASTOS, TOMATE, TOMATE DE ÁRBOL, BERENJENA, PIMENTÓN, AJÍ, AGUACATE, CAFÉ, PAPA	INSECTICIDA
LOCKED SL	HANSEANDINA LIMITADA	PYRIPROXIFEN+ ACETAMIPRID	PAPA, ARROZ, AGUACATE, MANGO, TOMATE, LULO, AJÍ, TOMATE DE ÁRBOL, BERENJENA, UCHUYA, AGUACATE, ARROZ, ROSA	INSECTICIDA
EXALT 60 SC	DOW AGROSCIENCES DE COLOMBIA S.A	SPINETORAM	ALGODÓN, MAÍZ, TOMATE, UCHUYA, AJÍ, PIMENTÓN, AÍI DULCE, BERENJENA, LULO, TOMATE DE ÁRBOL, AGUACATE, DURAZNO, CIRUELA, CEBOLLA DE BULBO, CEBOLLA LARGA, CEBOLLÍN, CEBOLLÍN CHINO, PUERRO, FRÍJOL, ARROZ, REPOLLO, COLIFLOR, BROCOLI, REPOLLO DE BRUCELAS TATSOL, MELÓN, AHUYAMA, PERINO, CALABACÍN, SANDÍA, GULUPA, MARACUYÁ	INSECTICIDA
CITROEMULSION EC	INVERSIONES JARDINES SIERRA S.A	ACEITE MINERAL	ROSA, NARANJA, TOMATE, LIMÓN, MANDARINA, LIMA, TANGELÓ, TORONJA, AGUACATE	INSECTICIDA



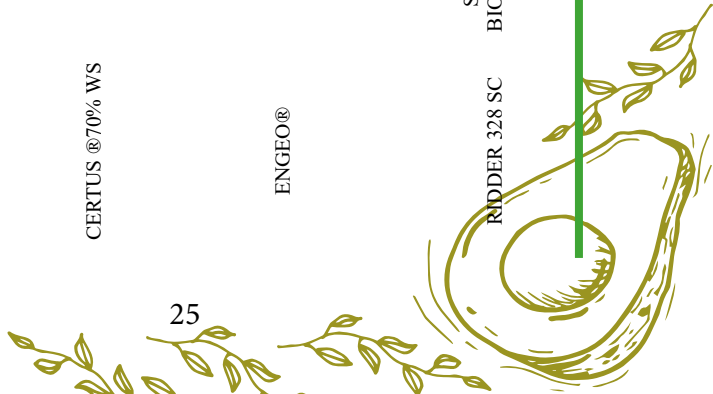
SPINAB 150 SC	SHARDA DE COLOMBIA S.A.S.	SPINOSAD ABAMECTINA	ROSA AGUACATE TOMATE ARROZ	INSECTICIDA
ABSOLUTE @60 EC	DOW AGROSCIENCIAS DE COLOMBIA S.A	SPINETORAM	ALGODÓN, MAÍZ, TOMATE, AGUACATE, CEBOLLA, FRIJOL, ARROZ, REPOLLO, MELÓN, GULUPA, MARACUYA, ROSA, CLAVEL, POMPON, AJÍ DULCE, DURAZNO, CIRUELA, CEBOLLA DE BULBO, CEBOLLÍN, CEBOLLÍN CHINO, PUERRO, COLIFLOR, BROCOLI, TATSON, AHUYAMA, PEPINO, CALABACÍN, SANDIA	INSECTICIDA
OBERON ® SC 240	BAYER S.A	SPIROMESIFEN	ALGODÓN, ARROZ, CAFÉ, HABICHUELA, TOMATE, PIMENTÓN, AJÍ, LULO, FRESA, MORA, TOMATE DE ÁRBOL, PAPAYA, CLAVEL, AGUACATE, PAPA	INSECTICIDA
OBERON SPEED	BAYER S.A	SPIROMESIFEN ABAMECTINA	AGUACATE, ALGODÓN, NARANJA, FRESA, FRIJOL, PAPAYA, TOMATE, CLAVEL, CAFÉ	INSECTICIDA



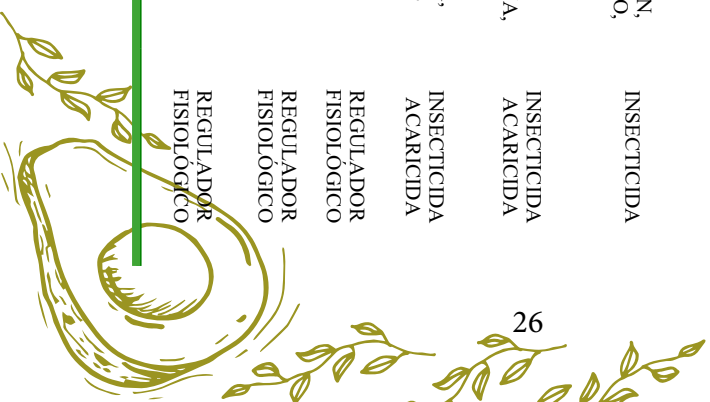
CLOSER™ 240 SC	DOW AGROSCIENCES DE COLOMBIA S.A	SULFOXAFLOR	PASTURAS, TOMATE, LULO, BERENJENA, PIMENTÓN, UCHUYA, AJÍ, AJÍ DULCE, TOMATE DE ÁRBOL, FRÍJOL, ALGODÓN, ARROZ, HABICHUELA, HABA, NARANJA, LIMÓN, MANDARINA, LIMA, TANGELO, TORONJA, PAPA, AGUACATE, MANGO, MELÓN, AHUYAMA, PERPINO, CALABACÍN, SANDÍA, PLÁTANO PALMA, ROSA, CAFE	INSECTICIDA
TRANSFORM™	DOW AGROSCIENCES DE COLOMBIA S.A	SULFOXAFLOR	PASTOS, TOMATE, LULO, BERENJENA, PIMENTÓN, UCHUYA, AJÍ, AJÍ DULCE, TOMATE DE ÁRBOL, FRÍJOL ALGODÓN, ARROZ, NARANJA, LIMÓN, MANDARINA, LIMA, TANGELO, TORONJA, PAPA, AGUACATE	INSECTICIDA
PROTEUS® OD	BAYER S.A	THIACLOPRID + DELTAMETRINA	ARROZ, ALGODÓN, PAPA, PAPAYA, PASTO KIRUYO, TOMATE DE ÁRBOL, GULUPA, PLÁTANO, TOMATE, GRANADILLA, LULO, AJÍ, PIMENTÓN, MARACUYÁ, PASSIFLORACEAS, AGUACATE	INSECTICIDA



HELMTOXAN 25 WG	HELM ANDINA LTDA	THIAMETHOXAM	NARANJA, ARROZ, ALGODÓN, TOMATE, SOYA, MAÍZ, ROSA, CAFÉ, CEBOLLA, AGUACATE	INSECTICIDA
SNAIPER 247 SC	AGROCENTRO COLOMBIA S.A.S	THIAMETHOXAN LAMBDA CYHALOTRINA	PAPA, MAÍZ, AGUACATE, PASTOS	INSECTICIDA
CERTUS ®70% WS	SEMBRO S.A	THIAMETOXAM	ARROZ, NARANJA, LIMÓN, MANDARINA, LIMA, TANGELO TORONJA, AGUACATE	INSECTICIDA
ENGEO®	SYNGENTA S.A	THIAMETOXAN + LAMBDA-CYHALOTRIN	CEBOLLA DE BULBO, PAPA, TOMATE, FRIJOL, ROSA, ESTRAGÓN, CLAVEL, ARROZ, PALMA AFRICANA, AGUACATE, TABACO, ALGODÓN, CRISANTEMO, POMPÓN, ASTROMELIA, GERBERA, CLAVEL, PASTURAS, NARANJA, CAFÉ, MANDARINA, MARACUYA, SOYA, LIMÓN, LIMA, TANGELO, TORONJA, CEBADA	INSECTICIDA
RIDDER 328 SC	SINO AGRILEADING BIOSCIENCIAS COLOMBIA S.A.S	ABAMECTRINA + IMIDACLOPRID	AGUACATE, ARROZ, ROSA	INSECTICIDA



HORMIX 0.28 GB	MINAGRO INDUSTRIA QUIMICALTDA	FIPRONIL	CAÑA DE AZÚCAR CAÑA PANELERA, BANANO, PLATANO, CAFÉ, CACAÓ, PASTOS, MANGO, COCOTERO, GUAYABO, CÍTRICOS, AGUACATE, GUANABANA, FORESTALES	INSECTICIDA
FAKYR 93 EC	ANASAC COLOMBIA LTDA	BIFENTRINA	CEBOLLA, LIMÓN, ROSA, AGUACATE	INSECTICIDA
EMPROX 328 SC	ROTAM AGRO CHEMICAL COLOMBIA S.A.S	IMIDACLOPRID + ABAMECTINA	CAFÉ, ARROZ, CEBOLLA, AGUACATE, NARANJA, LIMÓN, MANDARINA, LIMA, TANGELO, TORONJA	INSECTICIDA
SANTIMEC	INTEROC S.A SUCURSAL COLOMBIA	ABAMECTINA + PYRIDABEN	ROSA, TOMATE, LIMÓN, MANDARINA, LIMA, TANGELO, TORONJA, NARANJA, AGUACATE	INSECTICIDA ACARICIDA
HELMECTINA 1.8 EC	HELM ANDINA LTDA	ABAMECTINA	ROSA, ALGODÓN, NARANJA, TOMATE, CEBOLLA BULBO, CAUCHO, AGUACATE	INSECTICIDA ACARICIDA
PACLOT	LA CORPORACIÓN DEL AGRO S.A.S	PAACLOBUTRAZOL	MAÍZ, AGUACATE	REGULADOR FISIOLÓGICO
SUNNY 5@ SC	VALENT BIOSCIENCE LLC	UNICONAZOLE-P	AGUACATE	REGULADOR FISIOLÓGICO
AUSTAR	AGROGAMA COLOMBIA SAS	PAACLUBUTAZOL	AGUACATE, MAÍZ, ARROZ	REGULADOR FISIOLÓGICO



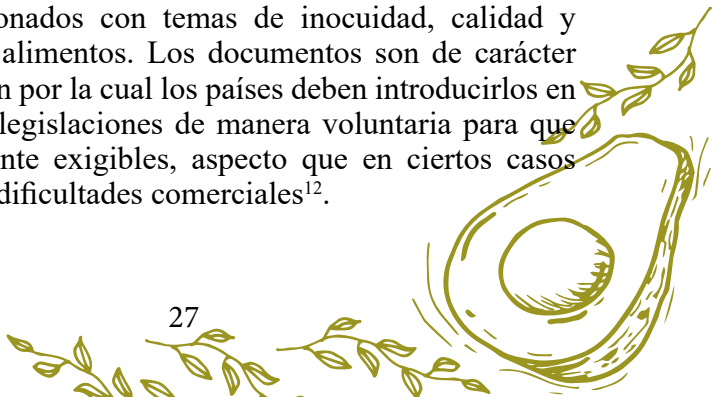
2. DEL CODEX ALIMENTARIUS Y SU UTILIDAD



Se debe entender el **CODEX ALIMENTARIUS** como aquel conjunto de Normas alimentarias, Códigos de Comportamientos, Directrices y Recomendaciones de la Comisión del Codex Alimentarius, el más alto organismo internacional en materia de normas de alimentación y un organismo subsidiario de la FAO y de la OMS. Entre los objetivos del Codex están proteger la salud del consumidor, así como facilitar y asegurar prácticas equitativas del comercio internacional de alimentos mediante la orientación y promoción de la producción, elaboración y consumo de alimentos seguros para toda la población mundial^{12, 13}.

La Comisión se reúne anualmente y cuenta con delegaciones de representantes de la industria, asociaciones de consumidores, la sociedad civil e institutos académicos, además de representantes del gobierno, grupos de partes interesadas y organizaciones no gubernamentales, estos últimos asisten en la categoría de observadores, todos con un objetivo en común, la adopción de nuevos textos o la revisión de los existentes (*Figura 2*)¹².

El Codex establece normas para casi 200 productos alimenticios y tiene más de 100 directrices y códigos de prácticas relacionados con temas de inocuidad, calidad y el comercio de alimentos. Los documentos son de carácter consultivo, razón por la cual los países deben introducirlos en sus respectivas legislaciones de manera voluntaria para que sean jurídicamente exigibles, aspecto que en ciertos casos pueden llevar a dificultades comerciales¹².



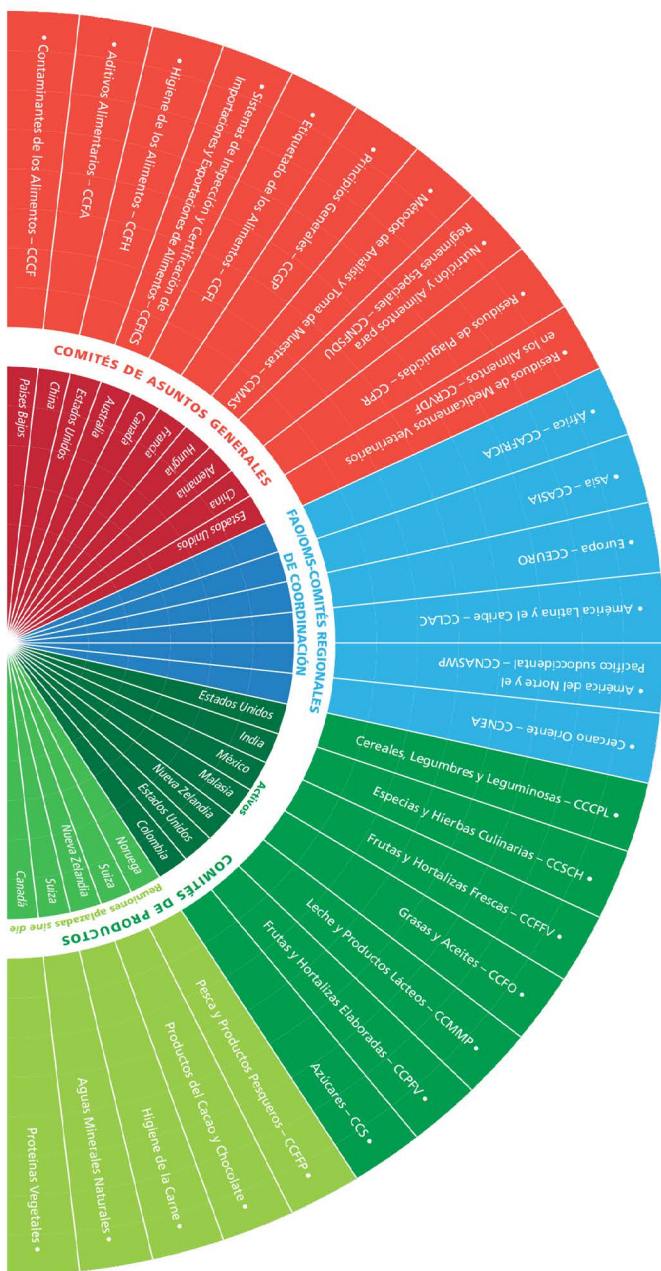


Figura 2. Órganos auxiliares de la comisión del Codex Alimentarius y sus países hospedantes¹².

3. DEL CODEX Y LOS PLAGUICIDAS

-RESIDUOS Y LÍMITES MÁXIMOS DE RESIDUALIDAD-

Durante los procesos de producción primaria o de transformación de alimentos (fabricación, manipulación, almacenamiento, elaboración o distribución) se pueden llegar a introducir agentes biológicos o sustancias químicas al alimento de manera involuntaria que pueden afectar la salud de los consumidores y la calidad de los productos. A estos agentes o sustancias que influyen negativamente sobre la inocuidad de un producto se le conoce como contaminante, y su presencia debe ser vigilada y controlada permanentemente por la autoridad competente¹⁴.

Así como es posible encontrar contaminantes involuntarios, existen otros de los que si se tiene conocimiento de que están. El ejemplo claro son los plaguicidas. Estas sustancias, al emplearse en diferentes etapas de un cultivo, van a permanecer en el producto a manera de residuo en concentraciones variables dependiendo de factores intrínsecos y extrínsecos a la naturaleza química del plaguicida. Como consecuencia los consumidores se pueden ver expuestos a sustancias químicas peligrosas residuales¹⁴.

Un Residuo hace referencia a cualquier sustancia específica presente en o sobre los alimentos, productos agrícolas y otros tipos de productos o alimentos para animales, así como en el ambiente (suelo, aire y agua), como consecuencia del uso de un plaguicida. El término incluye los derivados de un plaguicida, así como productos de conversión, metabolitos, productos de descomposición, productos de reacción e impurezas consideradas de importancia toxicológica o ecotoxicológica. El término “residuo



de plaguicidas” incluye tanto los residuos de procedencias desconocidas o inevitables (por ejemplo, la contaminación ambiental), como los derivados de usos conocidos y autorizados de la sustancia química⁵.

Para el Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos (CCCF) la concentración máxima legalmente permitida de una sustancia (contaminante) presente en un producto alimenticio o pienso se le conoce como el nivel máximo permitido o nivel de referencia. Estos niveles aplican tanto para las sustancias tóxicas naturales como para los contaminantes. Por este motivo, una de las áreas de actuación del Codex son los plaguicidas y en especial la residualidad de este tipo de productos en los cultivos de alimentos y piensos, con el fin de favorecer la inocuidad alimentaria y el comercio internacional. En este sentido, el Codex ha establecido los **Límites Máximos de Residualidad (LMR)** para más de 290 plaguicidas empleados en el sector agropecuario. Complementario a esto, la FAO y la OMS elaboran las especificaciones de los plaguicidas para que existan normas de calidad con estos productos y de esta manera se proteja a los consumidores y al ambiente del uso de productos de mala calidad^{15, 16}.

Con miras a proteger a los consumidores del Aguacate, el Codex ha establecido el LMR para algunos pesticidas de uso común. En la *Tabla 4* se listan los principios activos, el LMR y la fecha en que se adoptó dicho valor del Límite.

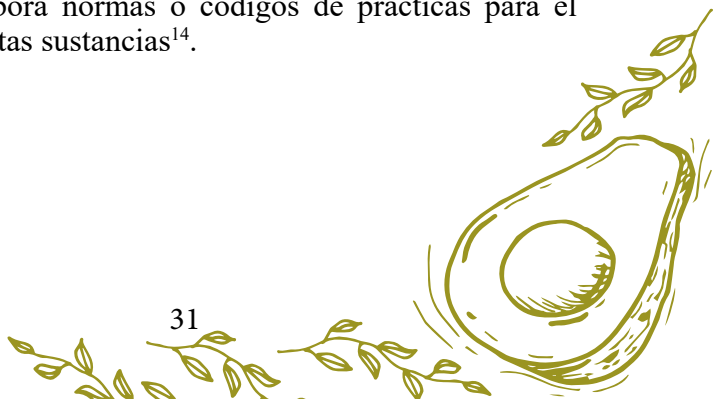


TABLA 4. PLAGUICIDAS QUÍMICOS APROBADOS POR EL CODEX PARA CULTIVO DE AGUACATE¹⁵

PLAGUICIDA	LÍMITE MÁXIMO DE RESIDUALIDAD	AÑO DE ADOPCIÓN
Abamectin	0.01 mg/Kg	2016
Bromide Ion	75 mg/Kg	
Clothianidin	0.03 mg/Kg	2015
Cyprodinil	1 mg/Kg	2014
Difenoconazole	0.6 mg/Kg	2016
Endosulfan	0.5 mg/Kg	2007
Fenpyroximate	0.2 mg/Kg	2014
Fludioxonil	0.4 mg/Kg	2014
Metalaxyl	0.2 mg/Kg	
Methoxyfenozide	0.7 mg/Kg	2010
Spirodiclofen	0.9 mg/Kg	2015
Spirotetramat	0.4 mg/Kg	2016
Tebufenozide	1 mg/Kg	2004
Thiabendazole*	15 mg/Kg	2003
Thiamethoxam	0.5 mg/Kg	2015

* El LMR se acomoda a un tratamiento post-cosecha de los productos.

El Codex busca mantener los niveles de residualidad lo más bajo que sea posible basándose en datos científicos sólidos. Estos resultados son publicados en listas de prioridades para la evaluación de riesgos por el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA). Así mismo el CCCF evalúa métodos de análisis, técnicas de muestreo, establece y elabora normas o códigos de prácticas para el monitoreo de estas sustancias¹⁴.



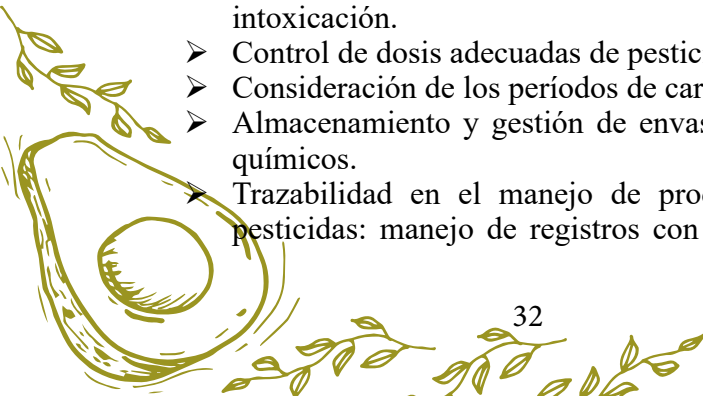
4. DE LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS Y EL USO DE PLAGUICIDAS

Prácticas aplicadas en las unidades de producción desde la planeación del cultivo hasta la cosecha y post-cosecha cuya finalidad es garantizar la inocuidad, la conservación del medio ambiente y la seguridad y bienestar de los trabajadores¹⁷.



Las **Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)** consisten en la realización de un manejo integrado de plagas y enfermedades, teniendo como primera opción controles de tipo cultural y biológico antes que el manejo con químicos. En la misma línea, tiene en cuenta factores que permite mejorar la inocuidad de los productos para el consumo humano o animal, evitar riesgos para los operarios que manipulan los tóxicos y causar un bajo impacto al medio ambiente, todo esto cumpliendo con algunas consideraciones¹⁸:

- Infraestructura adecuada para el almacenamiento, uso y disposición de los agroquímicos.
- Área para la dosificación y preparación de insumos agrícolas.
- Elementos de protección personal.
- Equipos adecuadamente calibrados.
- Revisión constante de productos a utilizar: etiqueta, fecha de vencimiento, lote, registro ICA.
- Medidas de prevención y respuesta ante una eventual intoxicación.
- Control de dosis adecuadas de pesticidas.
- Consideración de los períodos de carencia.
- Almacenamiento y gestión de envases de productos químicos.
- Trazabilidad en el manejo de productos químicos pesticidas: manejo de registros con información del



producto, ingrediente activo, dosificación, período de reentrada, período de carencia y operario que realiza la aplicación entre otros datos.



Figura 3. Traje de Protección Personal (Fuente: Autores).

El primer y principal afectado al momento de manipular un plaguicida, es el operario que realiza la aplicación, por ello y para minimizar este riesgo, como parte de las BPA es menester el uso de un equipo adecuado de protección personal (*Figura 3*).

- Traje de protección (overol)
- Delantal impermeable
- Gorro impermeable o capucha
- Guantes de nitrilo
- Botas impermeables de suela gruesa
- Gafas
- Capucha de protección
- Máscaras respiratorias

Como parte de las Buenas Prácticas Agrícolas en el manejo seguro de plaguicidas se debe tener en cuenta las siguientes normas:

- Guardar siempre los productos fitosanitarios en sus envases originales, con sus respectivas etiquetas (*Figura 4*).
- Contar con un inventario de existencias y hacer rotación de productos de acuerdo al orden de entrada para evitar vencimientos.

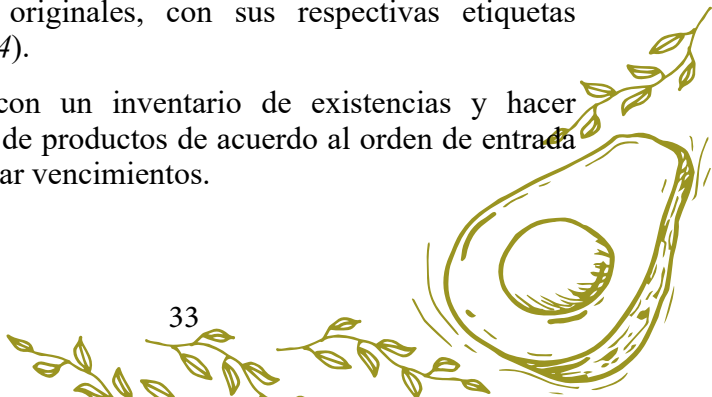




Figura 4. Almacenamiento e inventario de productos químicos. (Fuente: Autores).

- Realizar monitoreo de plagas y enfermedades al cultivo de aguacate y diligenciar el respectivo registro para tomar la decisión sobre que acción se va a desarrollar o que producto se va a aplicar para su control.



5. DE LOS PLAGUICIDAS Y EL AMBIENTE

Los plaguicidas juegan un papel fundamental en la agricultura para el control de las plagas que amenazan los cultivos. En muchos casos, los niveles de productividad y rentabilidad de un cultivo solo se pueden alcanzar mediante la aplicación de plaguicidas. Sin embargo, son varios los efectos negativos que pueden implicar para los consumidores de los productos agrícolas y para el medio ambiente (*Figura 6*).

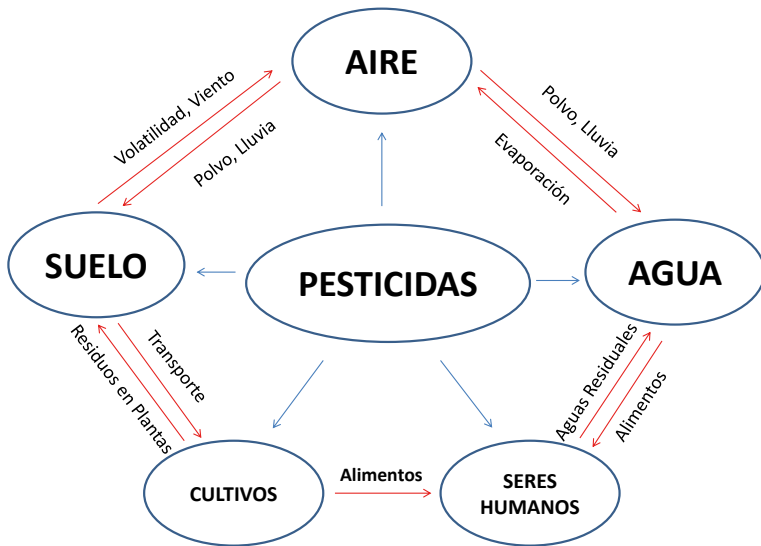


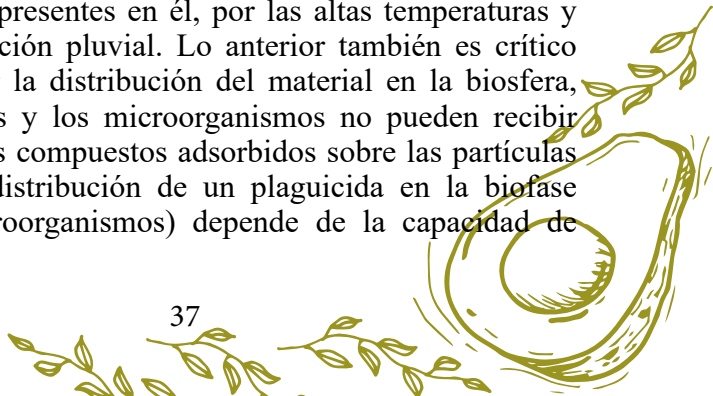
Figura 6. Circulación de pesticidas en la naturaleza¹⁹.

En el primer caso, los plaguicidas pueden tener diferentes vías de contacto con los organismos vivos tales como inhalación, exposición dérmica, ingesta a través de la dieta alimenticia, que pueden traer como consecuencia efectos

agudos y crónicos en la salud; se entiende por agudos aquellas intoxicaciones vinculadas a una exposición de corto tiempo con efectos sistémicos o localizados, y por crónicos aquellas manifestaciones o patologías vinculadas a la exposición a bajas dosis por largo tiempo.

La contaminación ambiental por plaguicidas está dada fundamentalmente por aplicaciones directas en los cultivos agrícolas. Una vez aplicadas estas sustancias en el medio ambiente, están expuestas a una serie de transformaciones a nivel físico, químico y biológico (fenómenos de adsorción y absorción sobre suelos y plantas, volatilización, fotólisis y degradación química o microbiana). También pueden ser arrastrados por las corrientes de aire y agua que permiten su transporte a grandes distancias. Estas transformaciones pueden conducir a la generación de fracciones o a la degradación total de los compuestos que en sus diversas formas pueden llegar a afectar los diferentes niveles de un ecosistema²⁰. Los restos de estos plaguicidas se dispersan en el ambiente y se convierten en contaminantes para los sistemas biótico (animales y plantas principalmente) y abiótico (suelo, aire y agua) amenazando su estabilidad y representando un peligro de salud pública. Las propiedades físicas y químicas, el clima, las condiciones geomorfológicas de los suelos, las condiciones hidrogeológicas y meteorológicas de las zonas, son factores que definen la ruta que siguen los mismos en el ambiente⁹.

El grado de lixiviación (el movimiento de las sustancias a través de las fases del suelo) depende de la solubilidad del compuesto en agua, de su naturaleza química y del valor del pH del suelo, que se favorece por la capacidad de adsorción de este, esto varía principalmente por el porcentaje de arcillas, arenas y limos presentes en él, por las altas temperaturas y por la precipitación pluvial. Lo anterior también es crítico para determinar la distribución del material en la biosfera, pues las plantas y los microorganismos no pueden recibir directamente los compuestos adsorbidos sobre las partículas del suelo. La distribución de un plaguicida en la biofase (plantas y microorganismos) depende de la capacidad de



absorción de esta y de la naturaleza del suelo. Un suelo con gran capacidad de absorción puede conducir a la inactividad total del plaguicida, ya que nunca penetrara en la plaga⁹.

Adsorción: Dicho de un cuerpo que atrae y retiene en su superficie moléculas o iones de otro cuerpo.

Absorción: Dicho de una sustancia sólida o de un líquido que atrae y retiene, respectivamente, un líquido, un gas o vapor.

Lixiviación: Tratar una sustancia compleja, como un mineral, con un disolvente adecuado para separar sus partes solubles de las insolubles.



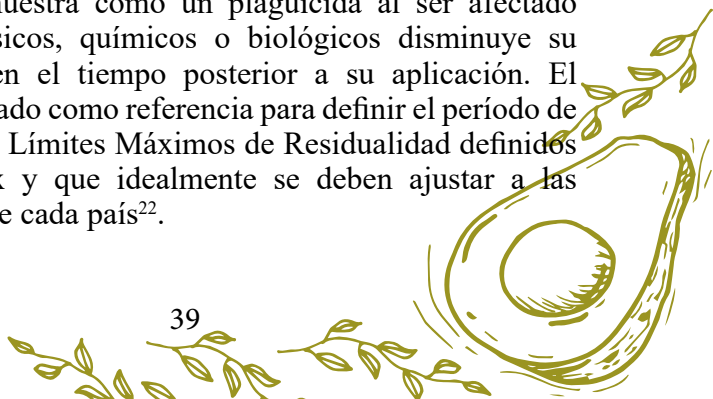
6. DE LOS PERÍODOS DE CARENIA DE UN PLAGUICIDA

El período de carencia hace referencia al tiempo mínimo expresado generalmente en días, que debe transcurrir entre la última aplicación de un plaguicida y la cosecha. Cuando la aplicación del plaguicida es en post-cosecha, se refiere al intervalo de tiempo entre la última aplicación y el consumo del producto²¹.

La utilización de plaguicidas que caracteriza a la agricultura moderna, ha planteado nuevos riesgos para el ambiente y la salud humana. El carácter tóxico de los productos químicos de acción plaguicida que pueden quedar de manera residual en una matriz alimenticia, ha llevado a que se propongan estudios a corto, mediano y largo plazo para determinar la persistencia de un principio activo o de los productos de su degradación en el ambiente o en un alimento²².

Un estudio muy popular empleado para definir la persistencia de una sustancia plaguicida y lograr que los residuos presentes en o sobre el alimento no sobrepasen determinados niveles, es el establecimiento del período de carencia, términos de carencia o períodos de espera entre la última aplicación del producto plaguicida y la cosecha²².

La determinación del período de carencia implica trabajos experimentales a nivel de campo y en condiciones similares a las existentes en áreas de producción agrícola, de manera que los resultados sean confiables y representativos a la realidad. La *Figura 7* muestra como un plaguicida al ser afectado por factores físicos, químicos o biológicos disminuye su concentración en el tiempo posterior a su aplicación. El parámetro utilizado como referencia para definir el período de carencia son los Límites Máximos de Residualidad definidos desde el Codex y que idealmente se deben ajustar a las características de cada país²².



Una problemática actual relacionada con los períodos de carencia y que tiene implicaciones importantes en la utilización de un plaguicida, es el lugar y las condiciones donde fueron establecidos, y que aparecen en muchas de las etiquetas de los productos comercializados en el país²². La mayoría de los períodos de espera entre una aplicación de un producto y la cosecha provienen de investigaciones realizadas en países de otras latitudes y por esa razón no se van a ajustar 100% a las condiciones de un país tan diverso en climas como Colombia.

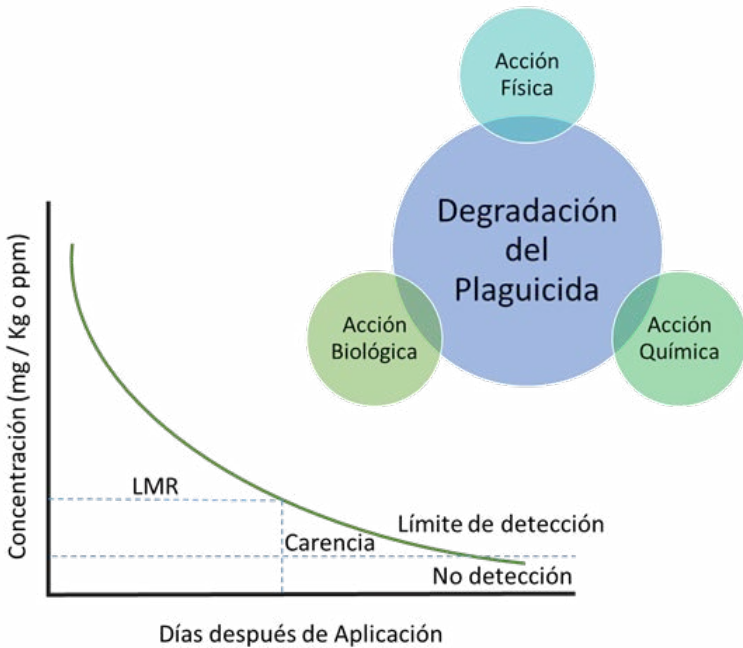
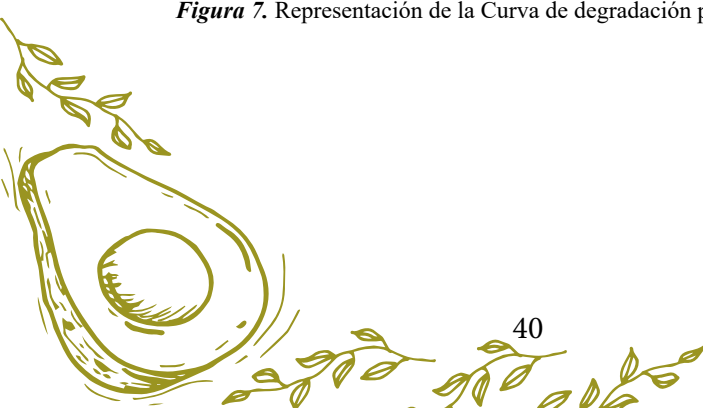


Figura 7. Representación de la Curva de degradación para un plaguicida.



7. DE LOS MÉTODOS ANALÍTICOS PARA LA DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE PLAGUICIDAS



Hoy en día, la gran cantidad de plaguicidas usados en la agricultura (o por fuera de ella), ha puesto en riesgo el ambiente al igual que la salud de animales y humanos. En ese sentido, se ha hecho cada vez más necesario la determinación del tipo y cantidad de un

plaguicida, metabolito o producto de degradación residual en un alimento²³.

Una característica de los residuos que se hallan en las matrices alimenticias es la concentración tan baja en la que se encuentran. Por ese motivo y hasta la fecha, las técnicas más comunes para la determinación de pesticidas, por su alta sensibilidad y selectividad a bajos límites de detección; han sido métodos convencionales de cromatografía líquida y gaseosa, cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC), ensayos con inmunoabsorbentes ligados a enzimas y la electroforesis capilar. En los últimos años, métodos más avanzados han ido surgiendo como aquellos basados en sensores que tienen varias ventajas sobre los métodos tradicionales como el hecho de ser más rápidos, sencillos y de operación a bajo costo, la alta sensibilidad, selectividad y detección en el sitio (*Figura 8*)²³.



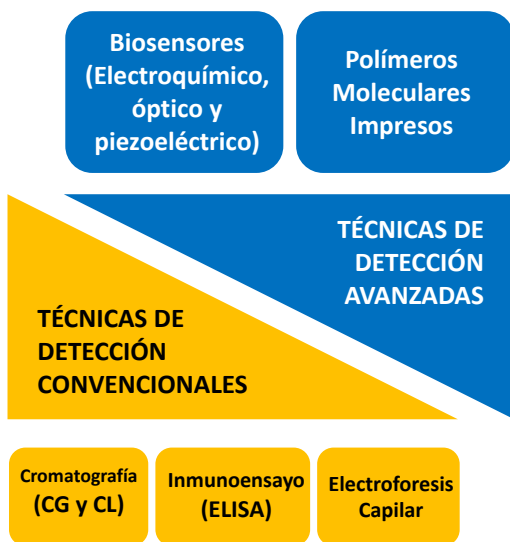


Figura 8. Técnicas de Detección de Plaguicidas²³.

La determinación a través de métodos analíticos como los mencionados anteriormente involucran varias etapas generales (*Figura 9*):

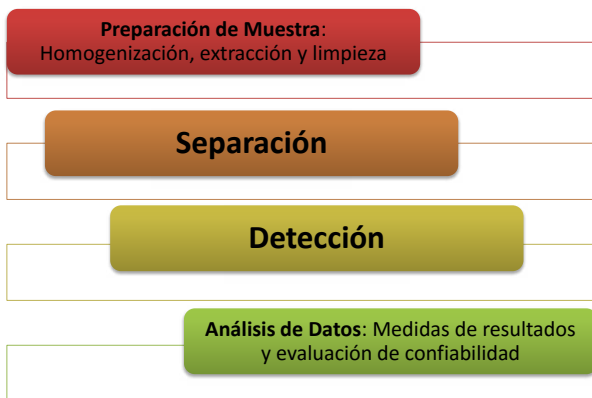


Figura 9. Etapas generales de los métodos analíticos²³.

En ámbitos de análisis de residualidad se resaltan los procesos de extracción a partir de matrices complejas y la limpieza de los principios activos (analitos) de la presencia de cualquier

otro contaminante diferente. Se conocen varios tipos de extracción:

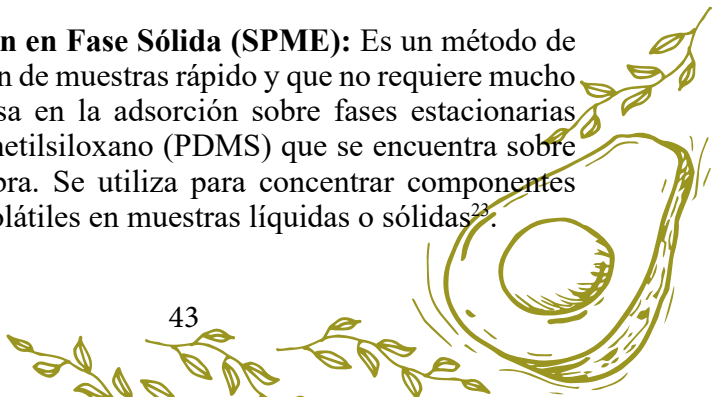
Extracción Líquido-Líquido (LLE): Es un proceso que implica el uso de solventes. Los pesticidas se disuelven en dos líquidos inmiscibles como el agua y un solvente orgánico. Es común encontrar como soluciones de extracción al diclorometano/acetona, acetonitrilo, etil acetato/ciclohexano y hexano²³.

Extracción en Fase Sólida (SPE): El proceso implica sorbentes sólidos seleccionados dependiendo la necesidad. Se separa el plaguicida mediante adsorción en la matriz de la fase sólida compatible con el compuesto. En esta extracción se pueden encontrar sorbentes como el gel híbrido magnético basado en grafeno, materiales magnéticos de carbono porosos, nanotubos de carbono²³.

Matriz de Dispersión en Fase Sólida (MSPD): Es un proceso que integra la extracción y limpieza al mismo tiempo. Para esto se combina la muestra con un sorbente adecuado como el Florisil, C18, alúmina o sílica hasta obtener una mezcla homogénea. Es un método muy útil para muestras sólidas²³.

Extracción rápida, fácil, barata, efectiva, resistente y segura (QuEChERS): Es un proceso ampliamente usado para análisis multiresiduos y multiclases de plaguicidas de uso agrícola principalmente. Extrae compuestos polares y no polares al mismo tiempo. El procedimiento involucra una extracción inicial con un solvente orgánico, un paso de extracción/separación con la adición de una mezcla de sales, un paso de limpieza de una alícuota del extracto y el análisis directo del extracto con un sistema instrumental²³.

Microextracción en Fase Sólida (SPME): Es un método de preconcentración de muestras rápido y que no requiere mucho solvente. Se basa en la adsorción sobre fases estacionarias como el polidimetilsiloxano (PDMS) que se encuentra sobre un soporte o fibra. Se utiliza para concentrar componentes volátiles y no volátiles en muestras líquidas o sólidas²³.



Otros métodos de Extracción: Existen otras estrategias como la microextracción dispersiva líquido líquido (DLLME), microextracción de una sola gota (SDME), microextracción de flujo continuo (CFME), microextracción en fase líquida de fibra hueca (HF-LPME), combinación de SPE y DLLME y extracción sólido líquido (SLE)²³.

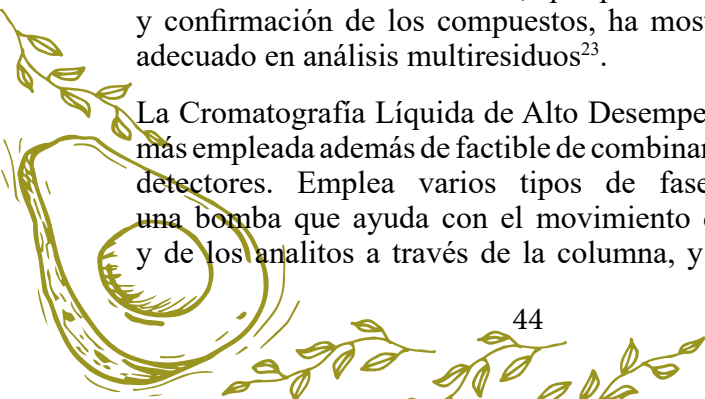
Métodos analíticos para la determinación de Plaguicidas

Existen numerosas técnicas para la determinación de residuos de pesticidas a partir de muestras ambientales y de alimentos. Debido a la diversidad de plaguicidas, existe diversidad de análisis empleando métodos tradicionales con diferentes tipos de detectores en donde se incluye la Cromatografía gaseosa (GC), la Cromatografía Líquida de Alto desempeño (HPLC) y métodos avanzados incluyendo sensores electroquímicos, ópticos e inmunosensores²³.

Cromatografía de Gases (GC): Es la técnica cromatográfica más común en la cual se separan los componentes con base en su volatilidad. Se puede emplear para compuestos volátiles, no polares y fácilmente vaporizables. Normalmente se emplean detectores como el Detector de Captura de Electrones (ECD), el Detector fotométrico de llama (FPD), el Detector Fósforo Nitrógeno (NPD) y el Detector de Ionización de Llama (FID). Adicionalmente, se acoplan los detectores espectrométricos de masas (MS y MS en tándem)²³.

Cromatografía Líquida (LC): Se emplea para separar y determinar plaguicidas con alta polaridad, no volátiles y/o termolábiles. Se utilizan detectores como el Detector UV, de Fluorescencia y de Arreglo de Diodos (DAD). La utilización del sistema de detección MS, que permite la identificación y confirmación de los compuestos, ha mostrado ser lo más adecuado en análisis multiresiduos²³.

La Cromatografía Líquida de Alto Desempeño (HPLC) es la más empleada además de factible de combinarse con diferentes detectores. Emplea varios tipos de fases estacionarias, una bomba que ayuda con el movimiento de la fase móvil y de los analitos a través de la columna, y un detector que



establece el tiempo de retención del analito. Los métodos son relativamente complejos, los equipos son costosos y además requieren de personal calificado para su operación²³.

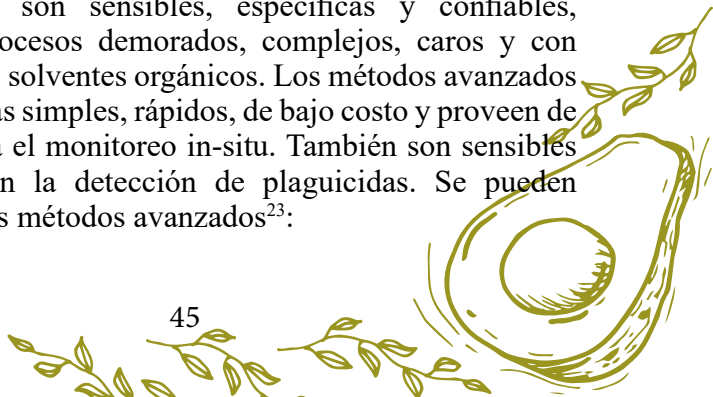
Cromatografía capilar con electrocinética micelar (MEKC): Es un método híbrido que combina los principios de la separación cromatográfica y electroforética, de manera que extiende los métodos de la electroforesis capilar para analitos neutrales. Incorpora surfactantes en el proceso. La separación se basa en la separación diferencial de un analito entre el sistema de dos fases: Una fase móvil acuosa y una fase micelar pseudoestacionaria²³.

Ensayo por Inmunoabsorción Ligado a Enzimas (ELISA): Procedimiento analítico de alta sensibilidad y especificidad (selectividad) a ciertos tipos de pesticidas basado en la interacción antígeno-anticuerpo. Se emplea como estrategia rápida y simple para inspeccionar residuos de pesticidas en la producción agrícola antes de ser exportada²³.

Electroforesis Capilar (CE): Método de separación con variedad de ventajas entre las que se encuentra el uso de pequeños volúmenes de reactivos y muestras, alta eficiencia en la separación y corto tiempo. Una de las limitantes es el diámetro del capilar (50-70 μm) lo que permite el paso de pequeños volúmenes en todo el sistema. Se puede acoplar con detector MS²³.

Métodos Avanzados para la Determinación de Plaguicidas

Los métodos avanzados han aparecido como una alternativa a los métodos tradicionales acoplados con detectores selectivos en el análisis de plaguicidas. Si bien las técnicas cromatográficas son sensibles, específicas y confiables, también son procesos demorados, complejos, caros y con alto consumo de solventes orgánicos. Los métodos avanzados prometen ser más simples, rápidos, de bajo costo y proveen de la facilidad para el monitoreo in-situ. También son sensibles y específicos en la detección de plaguicidas. Se pueden identificar varios métodos avanzados²³:



Biosensores Electroquímicos: Involucran una interacción selectiva entre el blanco o analito y un elemento de reconocimiento.

Biosensores ópticos: Emplea transductores ópticos que en respuesta a los analitos cambian la respuesta en términos de absorción, reflectancia o emisión fluorescente.

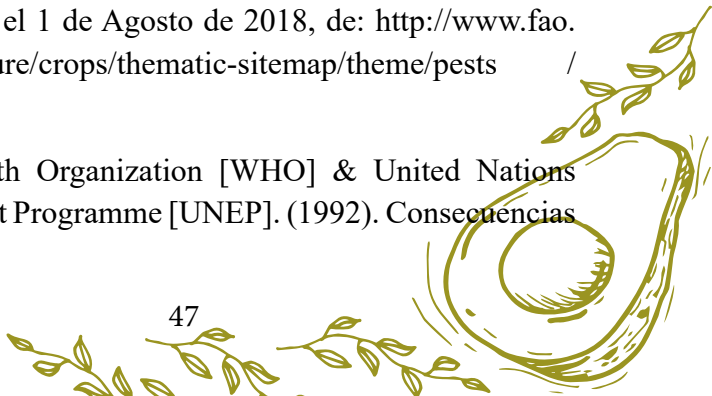
Biosensores piezoeléctricos: Es un sensor que emplea una microbalanza de cristal de cuarzo como un transductor preciso que contiene un cristal de cuarzo con un antígeno, un conjugado o un anticuerpo inmovilizado en su superficie. El principio del sensor es medir cambios en la masa al interactuar con un plaguicida.

Biosensores con polímeros de impresión molecular (MIP): Emplea materiales artificiales que se asemejan en función a receptores biológicos, con estabilidad restringida. Los MIPs se consideran ventajosos para métodos de biosensado ya que superan las desventajas de usar anticuerpos, péptidos y enzimas que son usadas normalmente como elementos de reconocimiento molecular.



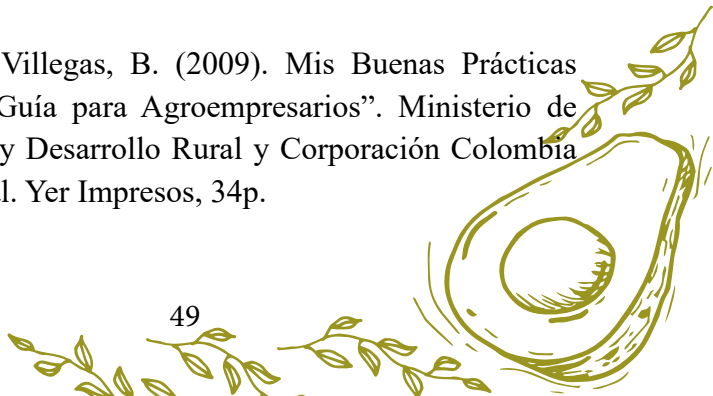
BIBLIOGRAFÍA

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] (2018). Base de datos FAOSTAT. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/es/#data>.
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] & World Trade Organization [WTO]. (2017). Trade and Food Standards. Recuperado el 5 de Septiembre de 2018, de <http://www.fao.org/3/i7407en/I7407EN.pdf>.
3. World Health Organization [WHO]. (2003). Fruit and vegetable promotion initiative. En Fruit and vegetable promotion initiative. Recuperado el 5 de Septiembre de 2018, de http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/f&v_promotion_initiative_report.pdf.
4. Jaramillo-Colorado, B. E., Palacio-Herrera, F. & Pérez-Sierra, I. (2016). Residuos de pesticidas organofosforados en frutas obtenidas de plazas de mercado y supermercados en Cartagena, Colombia. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 25(4), 39-46.
5. Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] & World Health Organization [WHO]. (2014). The International Code of Conduct on Pesticide Management. Recuperado el 1 de Agosto de 2018, de: [http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/pests / code/en/](http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/pests/code/en/).
6. World Health Organization [WHO] & United Nations Environment Programme [UNEP]. (1992). Consecuencias



- sanitarias del empleo de plaguicidas en la agricultura. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 13 de Septiembre de 2018, de <http://www.who.int/iris/handle/10665/39175>.
7. United States Environmental Protection Agency [EPA]. (2018) Pesticides. Recuperado de <http://www.epa.gov/pesticides/about>.
 8. Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2018) Biological pesticides. Recuperado de <http://www.oecd.org/chemicalsafety/pesticides-biocides/biological-pesticides.htm>.
 9. Del Puerto Rodríguez, A., Suárez Tamayo, S. & Palacio Estrada, D. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. Revista Cubana de Higiene Y Epidemiología, 52(3), 372-387.
 10. World Health Organization [WHO] & International Programme on Chemical Safety. (2010). The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification 2009. Geneva: World Health Organization. Recuperado de <http://www.who.int/iris/handle/10665/44271>
 11. Ta, G. C., Mokhtar, M. B., Peterson, P. J. & Yahaya, N. B. (2011). A comparison of mandatory and voluntary approaches to the implementation of Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS) in the Management of Hazardous Chemicals. Industrial health, 49(6), 765-773.
 12. Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] & World Health Organization [WHO].

- (2018). Codex Alimentarius. International Food Standards. Recuperado de <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/es/>.
13. Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] (1999). Orígenes del Codex Alimentarius. Recuperado el 04 de Agosto de 2018, de http://www.fao.org/docrep/w9114s/W9114s03.htm#P0_0.
 14. Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2018). Codex Alimentarius. Contaminantes. Recuperado de <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/themes/contaminants/es/>
 15. Food and Agricultural Organization of the United Nations [FAO] & World Health Organization [WHO]. (2018). Maximum residue limits. Recuperado de <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/maximum-residue-limits/es/>.
 16. Food and Agricultural Organization of the United Nations [FAO] & World Health Organization [WHO]. (2018). General Standard for contaminants and toxins in food and feed. Recuperado de [http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1 &url=https%253A%252F%252Fworksp.ace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCODEX%2BS-TAN%2B193-1995%252FCXS_193e.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworksp.ace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCODEX%2BS-TAN%2B193-1995%252FCXS_193e.pdf).
 17. Ciro, P. & Villegas, B. (2009). Mis Buenas Prácticas Agrícolas “Guía para Agroempresarios”. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Corporación Colombia Internacional. Yer Impresos, 34p.



18. Villasanti, C. & Godoy, N. (2012). Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para el Productor Hortofrutícola. 2da ed. Santiago de Chile, pp 72.
19. Fenik, J., Tankiewicz, M. & Biziuk, M. (2011). Properties and determination of pesticides in fruits and vegetables. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 30(6), 814-826.
20. Garcia Gutierrez, C. & Rodriguez Meza, G. (2012). Problemática y riesgo ambiental por uso de plaguicidas en Sinaloa. *Ra Ximhai*, 8(3), 1-10.
21. Resolución ICA 4174. Bogotá, Colombia, 6 de Noviembre de 2009.
22. Hernández, R., Sisinno, A., Ricardo, C., Nela Llanes, M., Linares, C. & Lazo, A. (2003). Establecimiento de términos de carencia de plaguicidas en diferentes cultivos. *Fitosanidad*, 7(4).
23. Samsidar, A., Siddiquee, S. & Shaarani, S. M. (2017). A review of extraction, analytical and advanced methods for determination of pesticides in environment and foodstuffs. *Trends in Food Science & Technology*.





PESTICIDAS, RESIDUALIDAD Y PERÍODOS DE CARENCIA

Aplicaciones en el Cultivo del AGUACATE

ISBN: 978-958-15-0376-6

