



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

INSTITUTO DE HORTICULTURA

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN CABEZUELAS DE BRÓCOLI DE EXPORTACIÓN Y CONSUMO NACIONAL EN MÉXICO

TESIS

Que como requisito parcial para

obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

Presenta:

Diego Francisco Castro Valdez

Bajo la supervisión de: Dr. Mario Pérez Grajales



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES



Chapingo, Edo. de México, 26 de Mayo de 2017

RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN CABEZUELAS DE BRÓCOLI DE
EXPORTACIÓN Y DE CONSUMO NACIONAL EN MÉXICO

Tesis realizada por Diego Francisco Castro Valdez bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

DIRECTOR: _____

Dr. Mario Pérez Grajales

ASESOR: _____

Dra. Ma. Antonia Pérez Olvera

ASESOR: _____

Dr. Luis Fernando Contreras Cruz

ASESOR: _____

Dr. Joel Pineda Pineda

CONTENIDO

CONTENIDO.....	III
LISTA DE CUADROS	V
LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE APÉNDICES	VII
DEDICATORIA.....	VIII
AGRADECIMIENTO	IX
DATOS BIOGRÁFICOS	X
RESUMEN GENERAL	1
SUMMARY	1
1. INTRODUCCIÓN GENERAL	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	1
2.1. Cultivo de Brócoli	1
2.2. Plaguicidas	7
2.3. Problemática en el uso de plaguicidas	9
2.4. Residuos de plaguicidas en los alimentos	10
2.5. Límites máximos de residuos.....	11
2.6. Efectos adversos de los plaguicidas.....	12
2.7. Análisis de residuos de plaguicidas.....	13
2.8. Indicadores de calidad en brócoli	15
2.9. Sistemas de producción	16
3. LITERATURA CITADA.....	18
4. RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN CABEZUELAS DE BRÓCOLI DE EXPORTACIÓN Y CONSUMO NACIONAL EN MÉXICO	21
4.1. RESUMEN.....	23
4.2. SUMMARY	23
4.3. INTRODUCCIÓN	25
4.4. Materiales y Métodos	26

4.5. Resultados y Discusión.....	28
4.6. Conclusiones	41
4.7. Literatura citada	41

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Plaguicidas autorizados para el cultivo de brócoli.....	6
Cuadro 2. Categorías de peligro de toxicidad aguda	9
Cuadro 3. Plagas que atacan al brócoli, reportadas en la región de Huixcolotla Puebla	29
Cuadro 4. Productos utilizados para el control de plagas en la región de Huixcolotla Puebla	29
Cuadro 5. Tiempos de retención, porcentaje de recuperación y desviación, límites de detección y cuantificación.	32
Cuadro 6. Concentraciones medias de los compuestos encontrados.....	35
Cuadro 7. Peso y diámetro promedio de las cabezuelas de brócoli	36
Cuadro 8. Peso promedio de las cabezuelas, de las diferentes regiones de donde se tomaron muestras	37
Cuadro 9. Diámetro promedio de cabezuelas, de las diferentes regiones de donde se tomaron muestras	38
Cuadro 10. Color de las cabezuelas de brócoli de acuerdo con la tabla de colores de la Royal Horticultural Society.....	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Principales productores de brócoli y coliflor a nivel mundial	2
Figura 2. En verde los principales estados productores de México.	3
Figura 3. Frecuencia de residuos de plaguicidas	30
Figura 4. Numero de residuos de plaguicidas detectados en cada muestra de brócoli analizada.	31
Figura 5. Cromatogramas del Blanco de brócoli utilizado para el análisis A) Cromatograma de Cuantificación B) Cromatograma de confirmación	33
Figura 6. Cromatogramas de muestra blanco fortificada con Imidacloprid A) Cromatograma de cuantificación B) Cromatograma de cuantificación	34
Figura 7. Cromatogramas de muestra 37 A) Cromatograma de cuantificación B) Cromatograma de cuantificación	34
Figura 8. Contenido de residuos de plaguicidas en muestras de brócoli analizadas.....	36
Figura 9. Rendimiento de brócoli, de las diferentes regiones de donde se tomaron muestras.	39

LISTA DE APÉNDICES

APÉNDICE 1: Resultados de análisis de residuos.....	43
APÉNDICE 2: Cromatogramas de los plaguicidas.....	69

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

ANA VALDEZ GODÍNEZ

FRANCISCO CASTRO RAMÍREZ

GRACIAS POR SU CARIÑO, COMPRENSIÓN Y APOYO EN TODO

MOMENTO.

A MI HERMANA:

MARÍA CECILIA CASTRO VALDEZ

GRACIAS POR SU CARIÑO Y APOYO EN TODO MOMENTO.

A MIS ABUELOS:

PABLO VALDEZ GARCÍA

ESTHER RAMÍREZ

AGRADECIMIENTO

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento proporcionado durante esta investigación, a la Universidad Autónoma Chapingo y al Instituto de Horticultura por las facilidades otorgadas.

Al Dr. Mario Pérez Grajales por todo el apoyo recibido, por la buena dirección para realizar este trabajo, su apoyo, sus correcciones, sugerencias, amistad y sobre todo por su paciencia. Por ser excelente persona. A la Dra. María Antonia Pérez Olvera por su apoyo, paciencia y dedicación al momento de realizar los análisis de laboratorio. Al Dr. Luis Fernando Contreras Cruz por su paciencia y apoyo y dedicación al momento de resolver todas las interrogantes estadísticas. Al Dr. Joel Pineda Pineda por su apoyo y sus valiosas contribuciones para la mejora y culminación del presente.

Al Ing. Jorge Everardo López Nolasco y los laboratorios GISENA por su apoyo en la realización e interpretación de los análisis de residuos de plaguicidas

Al Ing. Alejandro Velázquez Ortiz y la empresa Mar-Bran por facilitarnos las muestras de brócoli para la realización de este trabajo.

A la oficina de legumbres de la central de abastos de Huixcolotla por permitirnos el acceso a la central de abastos y apoyarnos durante los muestreo.

A los compañeros del Laboratorio Residuos Tóxicos en Vegetales Vero, Giovanni, Julio, Gina, Cesar, Claudia por todo el apoyo recibido, durante la elaboración de los análisis de residuos.

A Gaby por su apoyo durante los muestreos y por sus útiles consejos en la realización de este trabajo. A Toño, Eddi, Deneb, Palomo, Natalia por los buenos e inolvidables momentos convividos con ustedes dentro y fuera de esta casa de estudios.

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos personales

Nombre: Diego Francisco Castro Valdez

Fecha de nacimiento: 27 de octubre de 1991

Lugar de nacimiento: Huanimaro, Guanajuato

CURP: CAVD911027HMNSLG08

Cedula profesional: 09285914

Desarrollo académico

Bachillerato: Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Guanajuato (CECyTEG)

Licenciatura: Ingeniero Agrónomo Especialista en Parasitología Agrícola, UACH

RESUMEN GENERAL

El objetivo de esta investigación fue comparar mediante el análisis de residuos de plaguicidas y las características físicas de la cabezuela lista para su comercialización dos sistemas de producción de brócoli uno para consumo nacional y otro para exportación. Las muestras de consumo nacional se obtuvieron de la central de abastos de Huixcolotla, Puebla y las de exportación en un empaque de brócoli en Irapuato, Guanajuato. El análisis de residuos de plaguicidas se realizó mediante el método modificado 2007.01 de la AOAC, se usó cromatografía líquida de ultra alta eficiencia acoplada a espectrometría de masas en tándem (UHPLC-MS/MS). En el análisis Cualitativo 36 de las 78 muestras presentaron residuos de plaguicidas. Cuantitativamente solo 22 se consideran con residuos y el resto no fueron cuantificables. En las muestras de consumo nacional se encontraron los residuos de Dimetoato $0.0068 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Imidacloprid $0.0087 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Metamidofos $0.0266 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Ometoato $0.0111 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Penconazole $0.0039 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Propamocarb $0.0061 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ y Thiametoxan $0.0045 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, en las

SUMMARY

The aim of this work was to compare two broccoli farming systems in Mexico: one destined to the national market and one for the exportation market. Thus, four physical characteristics: weight, diameter, color and yield, as well as the pesticide residues levels were evaluated in broccoli heads. The analyzed samples for the national market were obtained from the local market in Huixcolotla, Puebla, while the ones for the exportation market were obtained from a specialized broccoli packing company in Irapuato, Guanajuato. The pesticide residues analyses were made following the modified 2007.01 method from AOAC and ultra-high efficiency liquid chromatography coupled to mass spectrometry in tandem (UHPLC-MS/MS) was used. From a total of 78 evaluated samples, 36 showed pesticide residues but only 22 contained measurable pesticide levels. The pesticide residues founded for the national market were: Dimetoato $0.0068 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Imidacloprid $0.0087 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Metamidofos $0.0266 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Ometoato $0.0111 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Penconazole $0.0039 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Propamocarb $0.0061 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$

muestras de exportación solo se encontró Boscalid $0.0061 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Para la evaluación de calidad física se midieron peso, diámetro y color de la cabezuela, además del rendimiento promedio por Ha. Los valores promedio de peso, diámetro y color de las cabezuelas de brócoli de Puebla fueron 539.47 g , diámetro de 13.53 cm , color verde oscuro y rendimiento promedio de $27.23 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ contra 464.95 g , 15.13 cm , verde azulado oscuro respectivamente y un rendimiento promedio de $22.69 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ para las de Guanajuato Ninguno supero el Límite Máximo de Residuos (LMR) indicados el Codex Alimentarius, sin embargo los residuos de plaguicidas encontrados en el brócoli, son inferiores en los cultivos destinados a exportación, frente a los cultivos de consumo nacional. Las dos zonas presentaron características de alta calidad, sin embargo las diferencias que presentan se debe al proceso al que van dirigidos.

Palabras clave: UHPLC-MS/MS, LMR, Residuos de plaguicidas

and Thiametoxan $0.0045 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. In the samples for the exportation market the only residues founded were from Boscalid $0.0061 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. The average values obtained for the physical characteristics in the samples for the national and the exportation market were respectively: weight 593.47 and 464.95 g , diameter 13.53 and 15.13 cm , color bluish green and dark green and yield $27.23 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ and $22.69 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$. It was concluded that the broccoli for both markets showed high quality physical characteristics and even when the pesticide residues levels founded in the broccoli for the national market were higher than those founded in the broccoli for the exportation market none pesticide residue level founded was over the Maximum Residues Limit (LMR) allowed by the Index Codex.

Key words: UHPLC-MS/MS, LMR, pesticide residues levels.

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

A través de la historia el ser humano se ha esforzado por obtener alimentos nutritivos, variados, inocuos, seguros y abundantes. No obstante, siempre ha estado presente el problema de las plagas en los cultivos. Para hacer frente a esta amenaza, durante la época de crecimiento y la post-cosecha se utiliza una gran variedad de tácticas, incluyendo el uso de plaguicidas como parte del manejo. La agricultura es la actividad que más emplea este tipo de compuestos, consumiendo el 85% de la producción mundial, con el fin de controlar químicamente las diversas plagas que merman la cantidad y calidad de las cosechas (Al-Saleh, 1994).

La presencia de residuos de plaguicidas en los alimentos se debe, principalmente al uso indiscriminado de estos en la agricultura. La eliminación de los plaguicidas depende de diversos factores como: el crecimiento propio del vegetal, la acción de agentes atmosféricos como el viento y la lluvia, el grado de solubilidad y volatilidad del plaguicida, el tipo de degradación química sufrida y la naturaleza del propio plaguicida (Ortiz *et al.*, 2003); otro factor importante es el intervalo de seguridad recomendado para cada plaguicida.

En los últimos años se ha incrementado la preocupación por las consecuencias y riesgos hacia la salud humana generados por la exposición ocupacional a plaguicidas y aun cuando es conocido que estos son agentes químicos tóxicos, también se sabe que sus beneficios hacia la sociedad son grandes; ya que han permitido potencializar la economía en términos de mejoras en la cantidad de producción agrícola en el mundo al disminuir las plagas y vectores (Martínez *et al.*, 2012).

En los años 70's el cultivo de brócoli tomo auge en México, debido a la rentabilidad y por los nuevos hábitos de consumo sano (SAGARPA, 2010). El estado de Guanajuato aporta el 64 % de la producción nacional de brócoli(SIAP 2014), del total de brócoli procesado, se destina aproximadamente un 95% a la exportación, siendo el principal destino los Estados Unidos de América(98% de las exportaciones) y otros clientes menores como Japón y algunos países de Europa.

En el estado de Puebla el brócoli se siembra en 24 municipios ocupando una área de 1,202 ha (SDR, 2010). Destacando el distrito de riego Valsequillo con el mayor número de municipios. La producción y comercialización de hortalizas del estado de Puebla para la exportación directa hacia EE.UU., Canadá y Cuba se han incrementado; en 2003 hubo más de 2600 embarques anuales con más de 30 000 ton de hortalizas (Fernández y Vázquez, 2003).

Considerando que los controles sanitarios de los productos alimenticios que se consumen en el país son escasos, y que hay poca información sobre los productos agrícolas que han sobrepasado los límites máximos de residuos de plaguicidas, además, los estudios relacionados a residuos de plaguicidas se consideran solo en productos de exportación, hace necesaria esta investigación para conocer cuáles son las condiciones de los productos nacionales con respecto a los de exportación.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Cultivo de Brócoli

La familia Brassicaceae consiste en una amplia gama de verduras que se originaron en Europa y China. Este importante grupo de plantas incluye el brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*), la coliflor (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*), repollo (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*), coles de Bruselas (*Brassica oleracea* L. var. *gemmifera*), violación de semilla oleaginosa (*Brassica napus* L.), coles (*Brassica oleracea* L. var. *gangylodes*), nabo (*Brassica rapa* *pekinesis*) y algunos cultivos especializados (Lozowicka *et al.*, 2012)

El brócoli tiene su origen en la zona noreste del Mediterráneo (desde Grecia hasta Siria), por lo que se le considera el centro de origen más probable de esta hortaliza. A pesar de ser conocida y consumida en época de los romanos, recién se ha generalizado su cultivo en diversas áreas del mundo, presentando una tasa alta de expansión y un incremento notable de su producción en los últimos años. En Estados Unidos, las primeras descripciones de brócoli datan de inicios del siglo XIX (LeStrange *et al.*, 2003).

Durante los 1980's, el consumo de brócoli adquirió gran popularidad debido a los beneficios para la salud que se le atribuyen de sus consumidores, particularmente debido a que se han encontrado efectos favorables ya que retarda el envejecimiento celular y ayuda a prevenir diferentes formas de cáncer, esto permitió que el cultivo del brócoli se introdujera a México a principios de la década de los 80's, como consecuencia de la popularidad que adquirió su consumo en los Estados Unidos así como la oportunidad que presentaba la zona centro de México para su producción a bajo costo, debido al uso intensivo de mano de obra durante su cosecha, principalmente (SAGARPA, 2010).

En 2013, la producción obtenida por los principales países productores que cultivan brócoli a nivel mundial, alcanzo un volumen aproximado de 22 millones de toneladas. La mayor parte de dicha producción la cubrieron China con 9.1 millones de toneladas y la India con 7.8 millones de toneladas. En el mismo año México

produjo 481 mil toneladas ocupando el 4 lugar entre os mayores productores (FAO, 2016).

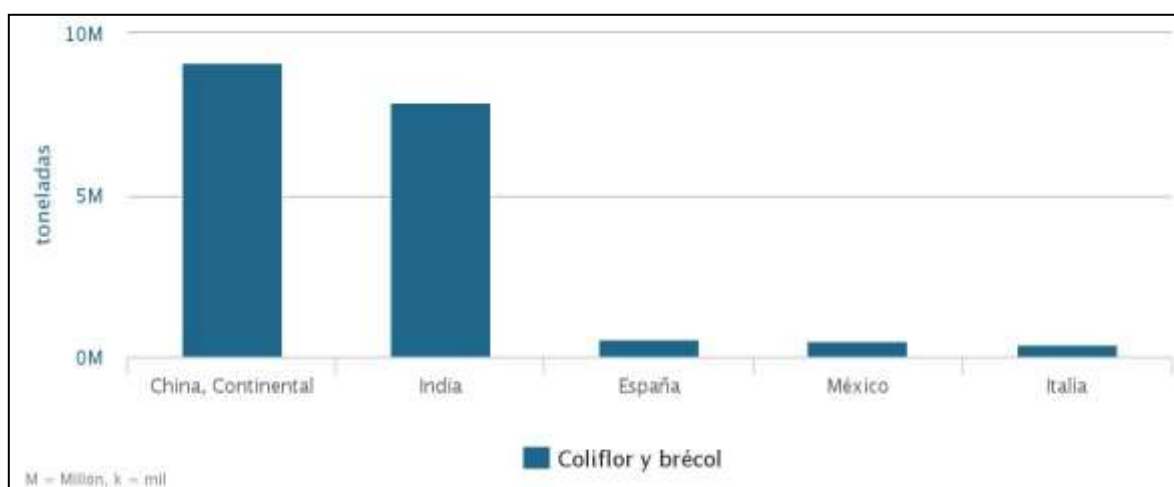


Figura 1. Principales productores de brócoli y coliflor a nivel mundial

Para el 2014 la producción de brócoli en México se reportó 446 mil toneladas. Las principales entidades altamente productivas son Guanajuato 292 mil toneladas; Michoacán con 45 mil toneladas, Puebla con 26 mil toneladas, Jalisco con 22 mil toneladas y Sonora con 13 mil toneladas. Geográficamente la producción de brócoli se extiende por toda la República Mexicana, sin embargo las zonas altamente productivas son: la zona centro y zona centro-oriente (SIAP, 2016).

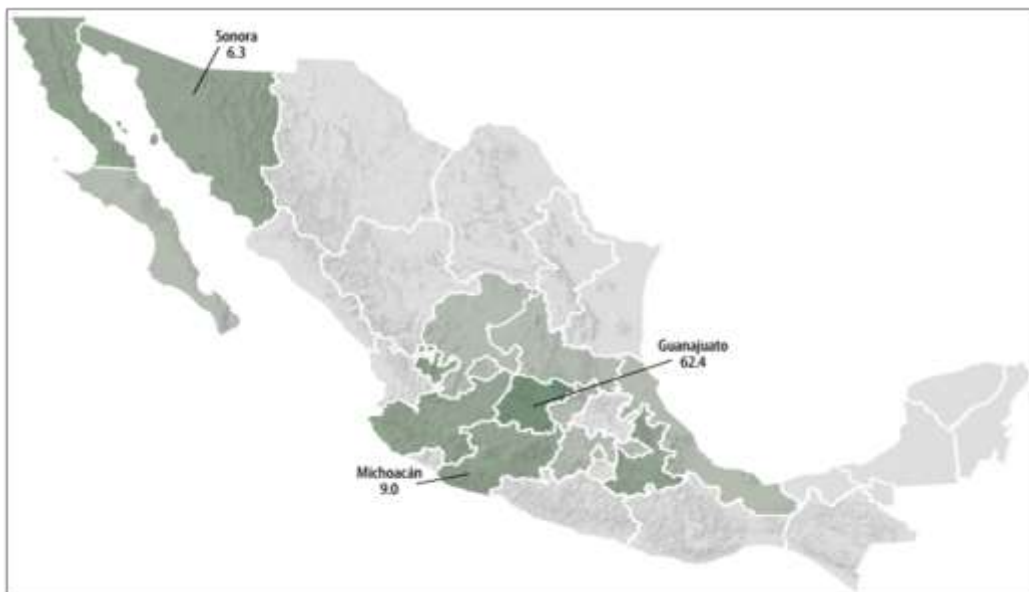


Figura 2. En verde los principales estados productores de México.

Con una aportación superior a 62% del valor de la producción; Guanajuato es líder nacional y de sus municipios productores destaca Valle de Santiago.

En el estado de Puebla el brócoli se siembra en 24 municipios (figura) ocupando una orea de 1,202 ha (SDR, 2010). Destacando el distrito de riego Valsequillo con el mayor número de municipios.

2.1.1. Plagas

La producción de esta hortaliza se ve afectada por varias especies de lepidópteros, cuyas larvas causan daños considerables al cultivo (Zacarías, 2002). Las tres especies de insectos-plaga de mayor importancia económica para los cultivos de crucíferas en la región de El Bajío son: la palomilla dorso de diamante, gusano falso medidor y el pulgón de la col. La presencia de varios de los estados biológicos de estas plagas, así como sus excrementos, ocasiona la contaminación de las cosechas de brócoli por lo cual afectan de forma negativa la calidad del producto (Bujanos y Marín, 1996)

Palomilla dorso de diamante (*Plutella xilostella* L.)

Contamina el producto demeritando su calidad y ocasionando perdidas directas por rechazo para exportación. En general los daños son las perforaciones en las hojas, la contaminación del producto por presencia de cocones o excrementos de la larva

que disminuyen su valor comercial. Los primeros 45 días durante la etapa de desarrollo vegetativo son los más importantes para mantener bajo control ésta plaga. La cual comienza su ataque de las orillas del cultivo hacia dentro (Solís y Ayala, 2006).

Gusano falso medidor (*Trichoplusia ni* Huber.)

Plaga muy polífaga, puede ocasionar reducciones considerables en los rendimientos a causa de los daños que produce al alimentarse del follaje. Son muy voraces cuando alcanzan su máximo desarrollo; pueden consumir un equivalente a su peso cada día También dejan grandes cantidades de material fecal en las zonas donde se alimentan (Santoyo y Martínez, 2011).

Mariposa blanca de las crucíferas (*Leptophobia aripa*)

Inicialmente antes de invadir la cabeza del brócoli, se alimentan de las hojas y las larvas se encuentran a menudo alineadas en grupos y debido a sus hábitos gregarios pueden defoliar una planta joven si se encuentran en grandes poblaciones dejando solo las nervaduras de las hojas. Su ataque es más fuerte en la época seca del año. Más de una larva por diez plantas de brócoli pueden producir daño económico en el cultivo (Santoyo y Martínez, 2011).

Gusano importado de la col (*Pieris brassicae*)

Es una plaga bastante frecuente, el daño principal de ésta plaga es la alimentación voraz que hacen de las hojas, generalmente agrandan las lesiones causadas por *Plutella*, la diferencia en su ataque es que el gusano importado de la col comienza por las orillas de las hojas.

Pulgón cenizo (*Brevicoryne brassicae*)

El pulgón cenizo es uno de los áfidos más importantes a nivel mundial y en México ataca cultivos pertenecientes a la familia Brassicaceae entre ellos el brócoli, tiene una alta capacidad reproductiva, es una plaga difícil de controlar debido a que presenta generaciones superpuestas durante el año. Altas poblaciones de éste pulgón pueden distorsionar o matar plantas pequeñas, causa pérdidas económicas de un 46 a un 70%. Además de la cantidad de enfermedades virales que puede transmitir ocasionando pérdidas considerables en el cultivo de brócoli. La presencia

de éste pulgón en el cultivo causa problemas de contaminación lo que causa rechazo para exportación. Puede atacar en cualquier fase de desarrollo de la planta, aunque es durante el desarrollo de la pella cuando las poblaciones de la plaga aumentan de manera exponencial (Carter y Sorensen, 2013).

La exigencia del mercado de brócoli libre de plagas, de sus daños y con una alta calidad, ha conducido al empleo de grandes cantidades de plaguicidas. Estos productos químicos ciertamente han contribuido a reducir los daños por contaminación de plagas momentáneamente pero ha generado otros problemas.

2.1.2. Métodos de control de plagas

Control Biológico

El control biológico es uno de los componentes de mayor importancia dentro del manejo integrado de plagas de las crucíferas y se define de una manera general como “la acción de organismos parásitos, depredadores y patógenos que mantienen la densidad de población de otro organismo a un nivel inferior de aquel que ocurriría en su ausencia” (Bujanos y Marín, 1996).

Control Químico

La exigencia del mercado de brócoli libre de plagas, de sus daños y con una alta calidad, ha conducido al empleo de grandes cantidades de plaguicidas. Estos productos químicos ciertamente han contribuido a reducir los daños por contaminación de plagas momentáneamente pero ha generado otros problemas (Bujanos y Marín, 1996).

En el cuadro 3 se mencionan los productos autorizados por CICOPLAFEST (2004) y por la liga de procesadores de alimentos de California (2008) para el control de plagas en brócoli.

Cuadro 1. Plaguicidas autorizados para el cultivo de brócoli.

Plaguicidas autorizados por CICOPLAFEST		Plaguicidas autorizados por la liga de procesadores de alimentos de California	
Lambda Cyalotrina	Azinfos Metílico	Acetamiprid	Indoxacarb
		Azadiractina	Iprodione
Malation	Bensulide	Azoxystrobin	Lambda Cihalotrina
		Bensulide	Malathion
Metalaxil	Benzoato De Emamectina	Bifenthrin	Mandipropamid
		Boscalid	Maneb
Metamidofos	Bifentrina	Carbaryl	Mefenoxam
			Mefenoxam & Clorotalonil
		Carfentrazone	
Methoxyfenozide	Captan	Clorantraniliprole	Methomyl
		Clorotalonil	Methoxyfenozide
Metomilo	Carbarilo	Clorpirifos	Cryolite
		Clethodim	Cyfluthrin
Mevinfos	Cipermetrina	Clopyralid	Naled
		Cryolite	Novaluron
Naled	Clorotalonil	Cyfluthrin	Oxydemeton-Methyl
		Cypermethrin	Oxyfluorfen
Oxidemeton Metil	Clortal Dimetil	Cyprodinil + Fludioxonil	Paraquat
		Cyromazine	Permethrin
Oxifluorfen	Diazinon	Diazinon	Pymetrozine
		Dimethoate	Pyraclostrobin
Paraquat	Dimetoato	Dinotefuran	Pyraflufen Ethyl
		Disulfoton	Pyrethrins + Rotenone
Paration Metilico	Endosulfan	Emamectin Benzoate	Pyriproxyfen
		Endosulfan	Sethoxydim
Glifosato	Esfenvarelato	Esfenvalerate	Spinetoram
		Fenpropathrin	Spinosad
Imidacloprid	Fenvarelato	Flonicamid	Spiromesifen
		Flubendiamine	Spirotetramat
Indoxacarb	Fosfamidon	Fosetyl-Al	Sulfosate
		Glyphosate	Tebufenozide
Glifosato	Glifosato	Imidacloprid	Thiametoxan
		Indoxacarb	Thiodicarb

Control legal

En El Bajío se han establecido convencionalmente épocas de veda para la siembra o trasplante de brócoli o coliflor. El objetivo de estas vedas es reducir las poblaciones de plagas en el siguiente ciclo de cultivo y dejar algunas generaciones sin seleccionar por el uso de los insecticidas, principalmente de dorso de diamante. Las épocas de veda se han implementado en forma voluntaria prácticamente desde principios de la década de los noventa, tienen su fundamento en la Norma Oficial Mexicana NOM -081-FITO-2001 que trata sobre el “manejo y eliminación de focos

de infestación de plagas mediante el establecimiento y reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos” publicada en el Diario Oficial de la Federación el miércoles 18 de septiembre de 2002 (DOF, 2002).

Las épocas de veda establecidas son las siguientes:

En la región Bajío, que comprende los municipios del sur del estado de Guanajuato y los del estado de Querétaro (Corregidora, Huimilpan y la parte sur del municipio de Querétaro) la época de veda es del 30 de abril al 15 de junio.

En la región norte de Guanajuato del municipio de Comonfort, la época de veda es del 1º de enero al 14 de febrero.

2.2. Plaguicidas

Plaguicida es cualquier sustancia o mezcla de sustancias que se destina a controlar cualquier plaga, incluidos vectores que transmiten enfermedades humanas y de animales, las especies no deseadas que causan perjuicio o que interfieren con la producción agropecuaria y forestal. Se incluye en esta definición las sustancias defoliantes y las desecantes (CICOPLAFEST, 2004)

Los plaguicidas se clasifican en función de su uso, estructura química, modo de acción y/o formulación, aunque algunos de ellos se usan contra dos o más grupos de plagas, y pueden tener diferentes modos de acción (Repetto *et al.*, 1995)

La clasificación más importante se establece de acuerdo con la plaga que controlan. Los grupos son insecticidas que destruyen insectos, herbicidas que controlan malezas, fungicidas que controlan hongos, etc. Los más usados son insecticidas y herbicidas; sin embargo, hay muchas otras aplicaciones (Font *et al.*, 2012)

La segunda clasificación en orden de importancia los agrupa por su naturaleza química. Los plaguicidas se dividen en dos grupos químicos: inorgánicos y orgánicos. La mayoría de los actualmente en uso son compuestos orgánicos de los cuales una pequeña proporción está constituida por aquellos presentes de manera natural en las plantas o derivados de estos (incluyen productos como rotenona, piretrina y nicotina) (Font *et al.*, 2012). La mayoría, sin embargo son compuestos sintéticos, responsables de la expansión rápida del uso de los plaguicidas desde la década de los 40, que son eficaces y específicos en su actividad (Ecobichon, 2001).

Los grupos químicos más importantes son: Organoclorados, Organofosforados, Carbamatos, Piretrinas, Triazinas, Ureas sustituidas.

Además de estos grupos, se han desarrollado nuevos compuestos como lactonas macrocíclicas, tetranortriterpenoides, sales de amonio cuaternario, dinitroanilinas, acetamidas, oximas, triazoles y moléculas con un núcleo de pirimidina con modos de acción muy heterogéneos (Pico *et al.*, 2000).

2.2.1. Toxicidad

La toxicidad es la capacidad para producir daño a un organismo vivo, en relación con la cantidad o dosis de sustancia administrada o absorbida, la vía de administración y su distribución en el tiempo (dosis única o repetidas), tipo y severidad del daño, tiempo necesario para producir éste, la naturaleza del organismo afectado y otras condiciones intervinientes (Repetto *et al.*, 1995)

Dentro de la clase de toxicidad las sustancias o mezclas se clasifican en cinco categorías de peligro basadas en la toxicidad aguda por: ingestión, absorción cutánea o inhalación; de acuerdo a los valores de corte que se indican en la tabla Los valores de toxicidad aguda se expresan en valores de la DL50 (oral, dérmica) o CL50 (inhalación) tal como se indica en el Cuadro 2 (NOM-232-SSA1-2009).

Cuadro 2. Categorías de peligro de toxicidad aguda

Vía de exposición	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4	Categoría 5
Oral ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	5	50	300	2000	5000
Dérmica ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	50	200	1000	2000	
Inhalatoria Gases (ppm V)	100	500	2500	5000	
Inhalatoria Vapores ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	0.5	2	10	20	-
Inhalatoria Polvos y nieblas ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	0.05	0.5	1	5	

Cuadro extraído de NOM-232-SSA1-2009-Plaguicidas

2.3. Problemática en el uso de plaguicidas

La aplicación de plaguicidas para la protección de cultivos en México es alta. En muchos casos se usan de manera inadecuada sin seguir las recomendaciones técnicas apropiadas para prevenir la exposición de los trabajadores agrícolas, limitar la presencia de residuos en alimentos y para proteger el ambiente.

Este problema se vuelve aún más crítico en el caso de los pequeños productores. Muchos campesinos no pueden identificar las plagas de sus cultivos y equivocan las medidas de control a seguir; tampoco toman en cuenta que existen plaguicidas más apropiados para determinada plaga y cultivo y no respetan los tiempos de carencia. Además, ciertos agricultores erróneamente creen que el plaguicida más tóxico es el más adecuado. El resultado de esto es que los alimentos de uso interno se encuentren contaminados con residuos de diversos plaguicidas.

Las grandes compañías que producen alimentos como productos de exportación, al contrario de los pequeños productores, cumplen con rigurosos procedimientos y controles exigidos por los mercados internacionales.

2.4. Residuos de plaguicidas en los alimentos

El Codex Alimentarius define “residuo de plaguicida” como cualquier sustancia especificada presente en los alimentos, productos agrícolas o alimentos para animales como consecuencia del uso de un plaguicida. El término incluye cualquier derivado de un plaguicida, tales como productos de conversión, metabolitos, productos de reacción o las impurezas que se considera que tienen una importancia toxicológica.

El origen de los problemas relacionados con los plaguicidas está relacionado con: el uso indebido o la aplicación excesiva, el uso de materiales contaminados con alimento de animales, el uso de productos con un alta residualidad, la conservación, manipulación, transporte, empaquetado y etiquetado inadecuados de los productos plaguicidas

La fracción de plaguicidas que se aplica sobre la planta es de especial interés tanto para el agricultor como para el consumidor, ya que además de actuar sobre la plaga específica, una parte de ella es la responsable de la inevitable presencia de residuos en los cultivos al momento de la cosecha (Pérez, 2007).

El problema de presencia de residuos de plaguicidas en los alimentos está tomando una importancia creciente, hasta el punto que puede decirse que, actualmente se ha convertido en una constante preocupación para los consumidores (Coscolla, 1993).

En la Unión Europea entre el 53-64 % de las muestras de alimentos presentaron residuos de plaguicidas que no eran detectados, 32-42 % contenía residuos detectables, los niveles estuvieron por debajo de los límites máximos de residuos y 3.0-5.5 % contienen niveles superiores a los límites máximos de residuos. De las muestras con niveles detectables 14-23 % presentan más de un ingrediente activo (CEC, 2007).

En México, a pesar de la regulación existente, aún se autorizan y utilizan algunos plaguicidas prohibidos en otros países; asimismo, se encontró una serie de productos caducos en uso o con almacenamiento inadecuado que son un riesgo para el ambiente; además, se detectó que la presencia de residuos de plaguicidas en hortalizas y frutas es frecuente, con más del 50% en las muestras evaluadas con estudios específicos, en monitoreos de productos para consumo nacional y de exportación a Estados Unidos de América; aunque, la mayoría de los casos no rebasaron los límites máximos de residuos de plaguicidas (Pérez *et al.*, 2013).

2.5. Límites máximos de residuos

Algunos plaguicidas tienen su uso totalmente prohibido y otros más o menos restringido, debido a su elevada toxicidad, persistencia o efectos acumulativos, para otros se autoriza su empleo, en más o menos cultivos, pero se fijan unos “límites de residuos” o “tolerancias” en los alimentos con ellos tratados (Coscolla, 1993).

Los plaguicidas una vez que ejercen su acción durante un tiempo determinado, deben desaparecer de los alimentos para no generar riesgos en humanos debido a sus propiedades intrínsecas. La desaparición es función de su "periodo de vida media", es decir del tiempo que transcurre hasta que la cantidad de plaguicida que permanece en el ambiente o en un alimento es la mitad de la que existía en un tiempo inicial. Esta vida media determina que tiempo de prudencia (plazo de seguridad) hay que esperar para que el plaguicida se encuentre en el alimento o en el ambiente en cantidades residuales o mínimas.

La FAO define como Límite máximo para residuos de plaguicidas (LMR) como la concentración máxima de residuos de un plaguicida (expresada en mg/kg), recomendada por la Comisión del Codex Alimentarius, para que se permita legalmente su uso en la superficie o la parte interna de productos alimenticios para consumo humano y de piensos. Los LMR se basan en datos de BPA y tienen por objeto lograr que los alimentos derivados de productos básicos que se ajustan a los respectivos LMR sean toxicológicamente aceptables.

En los últimos años, las normas establecidas en cuanto a los niveles máximos de residuos (LMR) en los productos básicos se han convertido más y más estrictas. La

Unión Europea (UE) ha establecido nuevas directivas para los plaguicidas en niveles bajos en los vehículos con el fin de cumplir con estos problemas de salud. Por ejemplo, el nuevo leyes como la Directiva Europea 91/414 / CEE, o la comida Ley de Protección de la Calidad (FQPA) en los EE.UU. han aumentado la normas para la salud humana, los trabajadores y la protección del medio ambiente. Las normas de calidad incluyen la re-evaluación de los límites máximos de residuos, que son generalmente más bajos que los anteriores (Ferrer *et al.*, 2005).

2.6. Efectos adversos de los plaguicidas

Los efectos negativos sobre la salud que se han producido como consecuencia de la exposición plaguicidas o a otros factores ambientales, pueden expresarse inmediatamente o tardar años en manifestarse, por lo que son estos últimos sobre los que hay que tener mayor atención para poder identificar el problema antes de la aparición de los síntomas, ya que los individuos estarán expuestos a los agentes nocivos durante mucho tiempo antes de que se manifiesten los efectos adversos (Jaga y Dharmani, 2005; Martínez *et al.*, 2012).

El nivel de exposición y la probabilidad de intoxicaciones agudas en estos grupos son sustancialmente mayores por el contacto continuo y estrecho con los compuestos químicos. A pesar de que los periodos de contacto son el agente son relativamente cortos, no dejan de ser intensos y repetitivos durante la jornada de trabajo, provocando efectos tóxicos que varían en función del tipo y la cantidad de plaguicidas al que se estuvo expuesto, siendo relativamente infrecuentes los episodios de tipo accidental o intencional.

Los efectos tóxicos de los plaguicidas sobre la población humana han sido motivo de preocupación durante muchos años, lo cual ha producido un crecimiento exponencial de las publicaciones científicas al respecto, incluidas aquellas relacionadas con su monitorización y distribución en el medio. Sin embargo, hasta el momento se conoce poco acerca de los mecanismos de toxicidad de la mayoría de los plaguicidas en humanos, puesto que son de diversos tipos y cada uno de ellos posee un mecanismo de acción distinto (Ferrer, 2003). En cualquier caso, los plaguicidas pueden entrar en el cuerpo humano por vía dérmica, oral o respiratoria,

originando dos grados distintos de toxicidad: crónica (derivada de una exposición prolongada a plaguicidas en dosis muy bajas y provocadas generalmente por la ingestión de alimentos que los contienen) y aguda (causada accidentalmente en su manipulación o aplicación, o bien por intentos suicidas).

2.6.1. Bioacumulación

Los seres vivos contribuyen de modo poderoso a movilizar la contaminación, y el ejemplo más claro es la bioacumulación y cuando acaece la biomagnificación a través de la cadena trófica, que se hace evidente a través de la escala alimenticia de los seres vivos (Ozonas, 2003).

El ser humano puede ingerir residuos de plaguicidas no solo al consumir vegetales tratados, sino también alimentos de origen animal, donde se hayan podido acumular esos residuos. Hay que tomar en cuenta que cuando se trata de residuos de cierta persistencia y además solubles en grasas pueden acumularse en los tejidos adiposos y grasas en general (Coscolla, 1993).

2.7. Análisis de residuos de plaguicidas

La determinación de residuos plaguicidas puede tener distintas finalidades, como el control de muestras que circulan en el comercio de acuerdo con los LMR's, el control de muestras para estudio del consumo diario total, tendencias en el tiempo, y el estudio de curvas de degradación en muestras (Ozonas, 2003).

2.7.1. Preparación de la muestra

Los organismos de control buscan implementar planes cada vez más ambiciosos para monitorear los residuos de plaguicidas en alimentos. En el año 2003, Anastassiades *et al* publicaron un nuevo método que revolucionó el análisis de plaguicidas en alimentos en todo el mundo. Esta técnica llamada QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe) fue rápidamente adoptada por los organismos de control de Estados Unidos y de Europa, haciendo que hoy en día sea el método de referencia en la mayor parte de laboratorios a nivel mundial (Sack *et al.*, 2011).

Hoy en día, variaciones de esta metodología son aplicadas, incluso, para la extracción de hidrocarburos aromáticos policíclicos, antibióticos y drogas veterinarias en alimentos (Shi *et al.*, 2011). Es un método relativamente simple y rápido, compuesto de dos partes, la primera consiste en extraer con un solvente, un amplio espectro de plaguicidas: organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides, en la segunda se realiza una limpieza del extracto por extracción dispersiva en fase sólida, además esta metodología es compatible con la espectrometría de masas (Wong *et al.*, 2010; Maštovská *et al.*, 2010).

2.7.2. Separación por cromatografía líquida

La cromatografía líquida es una técnica de separación que se basa en los diferentes grados de afinidad que tiene cada uno de los compuestos de una mezcla con la fase móvil y la estacionaria, éstas entre ellas inmiscibles (Skoog *et al.*, 2008).

El sistema de bombeo transfiere la fase móvil de su reservorio a través de la columna cromatográfica al detector. La muestra, luego de la inyección, pasa a la columna cromatográfica donde es separada y estas fracciones llegan al detector (Skoog *et al.*, 2008).

En el análisis de residuos de plaguicidas, la cromatografía en fase reversa es una de las técnicas más ampliamente usadas debido a su compatibilidad con gran parte de los plaguicidas no persistentes (Grimalt, 2009).

Dentro de la cromatografía líquida el más reciente avance es la disminución del tamaño de partícula del empaquetamiento de la columna a un diámetro de menos de 2 μm y lograr la resistencia física del material de empaque a presiones del orden de los 15 000 psi, en algunos casos incluso más, aumentando así la eficiencia y sensibilidad (Grimalt, 2009).

2.7.3. Espectrómetro de masas doble

En la actualidad el espectrómetro de masas doble es uno de los detectores más utilizado en la química analítica aplicada al medio ambiente, alimentos y salud pública por su alta sensibilidad, versatilidad y seguridad en los resultados.

Luego de salir de la columna cromatografía los analitos llegan a la fuente de ionización, y pasan de estar en solución a partículas ionizadas libres, que son atraídas al cono por la aplicación de diferencia de potencial, luego pasan por filtros que eliminan cualquier molécula neutra los focalizan llevándolos, a los iones, al primer analizador de masas, a la celda de colisión y al segundo analizador y finalmente a un detector (Waters, 2010).

2.8. Indicadores de calidad en brócoli

La calidad de los productos hortícolas es un concepto complejo que se refiere a un conjunto de propiedades, que abarcan un espectro muy diferente en función de quien lo contemple. Para el productor, la calidad va unida a productividad; para el almacenista y transportista viene condicionada por su estabilidad macroscópica, aspecto, presentación y resistencia a manipulaciones. Para el industrial, la calidad depende de la aptitud tecnológica del producto y de la buena aceptabilidad por parte de los consumidores. Para los responsables comerciales depende, en un primer momento, del aspecto externo, esto es, de los caracteres organolépticos. Para los servicios de inspección, está en relación con su composición química, bioquímica y sus características microbiológicas. Por último, para el consumidor, el concepto de calidad está relacionado con el sabor o aspecto y por tanto, es algo claramente subjetivo, ya que no dispone de medios que le permitan evaluar la calidad nutritiva, funcional e higiénica, así como el valor comercial de los alimentos (Adrián y Fragüe, 1990; Torija, 2002).

El brócoli es una fuente importante de vitamina C y sustancias con propiedades anticancerígenas, este vegetal presenta una rápida senescencia la cual se caracteriza por amarillamiento, pérdida de turgencia, desarrollo de olores no deseados, el aumento de actividad de la enzima y la reducción de valor nutricional (Carvalho y Clemente, 2004).

Es común que el brócoli una vez cosechado pase varias horas a temperatura ambiente mientras es clasificado y empacado, un entendimiento de los primeros cambios fisiológicos que sufre durante este periodo es esencial para interpretar adecuadamente la secuencia posterior postcosecha (King y Morris, 1994).

Para el brócoli los índices de cosecha o madurez están basados en el tamaño y apariencia de la pella (inflorescencia principal), que debe presentar un diámetro y grado de compactación adecuado, con todos los floretes cerrados. Según los índices de calidad, el brócoli debe tener los floretes cerrados y de color oscuro-brillante, la pella o cabeza debe ser regular y compacta (firme a la presión de la mano), y el tallo bien cortado y de la longitud requerida. Además, no debe tener ningún florete amarillo ni tonalidades pardas en las partes del tallo (Cantwell y Suslow, 1999), con ausencia de tronco o tallo hueco y también hay que tener en cuenta la finura del grano en la pella.

El tamaño del florete (inflorescencia) es el principal carácter comercial en el brócoli (Wescott y Callan, 1990), y la densidad de plantación es el principal factor que afecta el rendimiento cuando este es expresado en base a un área (Wien y Wurr, 1997). Manipulando la densidad de plantación se puede ajustar el peso del florete a los diferentes mercados (Fernández *et al.*, 1991). La alta densidad de plantación en el cultivo del brócoli se ha relacionado con una reducción del tamaño y peso del florete, bajo número de retoños secundarios (Chang, 1982), menor diámetro del tallo, menor rendimiento por planta (Damato, 2000) y menor incidencia de tallo hueco (Zink y Ankana, 1951; Cutcliffe, 1972).

2.9. Sistemas de producción

En México se tiene identificado un agrupamiento productivo de producción e industrialización de brócoli, cuyo eje central se ubica en el estado de Guanajuato. Dicho agrupamiento surge principalmente con la motivación de comercializar producto congelado y en una menor proporción a la comercialización de producto fresco. Por lo que a pesar de que el mercado de producto fresco es atractivo, ya que representa cerca del 40% de la producción total, los principales actores de la cadena productiva de brócoli son las empresas congeladoras y los productores asociados con el suministro de brócoli a dichas empresas (Espinoza *et al.*, 2003).

Dichas empresas se localizan principalmente en el Estado de Guanajuato. Querétaro y Aguascalientes cuentan con una planta cada uno dentro de éste encadenamiento productivo. Esta situación conlleva a que el principal estado

productor de brócoli en el país sea Guanajuato. Las necesidades de expansión de la producción, junto con la problemática técnica del manejo del cultivo, han generado la necesidad de buscar zonas de cultivo en los estados vecinos (Espinoza *et al.*, 2003).

La producción de brócoli en la región de Tepeaca-Tecamachalco se considera una “agricultura transicional” la cual se caracteriza por tener tendencias hacia la explotación comercial y rasgos de producción campesina, además pueden poseer un sector capitalista poco desarrollado. En la zona es un cultivo muy conocido, a pesar de que cuenta con una nula asesoría y de acuerdo con los productores esta es una de las razones por las cuales se siembra además de que requiere de pocas aplicaciones de plaguicidas, es una hortaliza que se siembra todo el año, además de que los productores conocen las diferentes variedades que se adaptan a las diferentes estaciones del año, así mismo se siembra porque de acuerdo con ellos la venta del brócoli es segura (Torres, 2010).

3. LITERATURA CITADA

Ramón, R. C. (1993). *Residuos de plaguicidas en alimentos vegetales*. Mundi-Prensa.

Ferrer, I., Garcia-Reyes, J. F., Mezcua, M., Thurman, E. M., & Fernández-Alba, A. R. (2005). Multi-residue pesticide analysis in fruits and vegetables by liquid chromatography–time-of-flight mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1082(1), 81-90.

Zhang, Z. Y., Liu, X. J., Yu, X. Y., Zhang, C. Z., & Hong, X. Y. (2007). Pesticide residues in the spring cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata) grown in open field. *Food Control*, 18(6), 723-730.

Łozowicka, B., Jankowska, M., & Kaczyński, P. (2012). Pesticide residues in Brassica vegetables and exposure assessment of consumers. *Food Control*, 25(2), 561-575.

Carvalho, P. D. T., & Clemente, E. (2004). The influence of the broccoli (*Brassica oleracea* var. itálica) fill weight on postharvest quality. *Food Science and Technology (Campinas)*, 24(4), 646-651.

Ozonas, B. R. (2003). *Residuos de plaguicidas en alimentos*. Monografías de la Real Academia Nacional de Farmacia.

Waters Corporation. (2010). *Xevo-TQS Mass Spectrometry System, Operator's Overview and Maintenance Guide*, Massachusetts, Estados Unidos.

Grimalt, S. (2009). *Nuevas aportaciones de LC-MS con analizadores de triple cuadrupolo y tiempo de vuelo en el análisis de residuos de plaguicidas y metabolitos en alimentos de origen vegetal*. Tesis Doctoral, Instituto Universitario de Plaguicidas y Aguas, Universitat Jaume I, Castellón de la Plana, España, pp. 19 -37.

Skoog, D., Crouch, S., Holler, J. (2008). *Principios de Análisis Instrumental*. Sexta Edición, Cengage Learning, México, pp. 785-800.

Wong, J., Zhang, K., Tech, K., Hayward, D., Makovi, C., Krynitsky, A., Schenck, F., Banerjee, K., Dasgupta, S., y Brown, D. (2010). *Multiresidue Pesticide Analysis in*

Fres Produce by Capillary Gas Chromatography – Mass Spectrometry/Selective Ion Monitoring (GC-MS/SIM) and – Tandem Mass Spectrometry (GC-MS/MS). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, pp. 5868, 5869.

Maštovská, K., Dorweiler, K., Lehotay, S., Wegscheid, J., y Szpylka K. (2010). Pesticide Multiresidue Analysis in Cereal Grains Using Modified QuEChERS Method Combined with Automated Direct Sample Introduction GC-TOFMS and UPLC-MS/MS Techniques. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, pp. 5959, 5960.

Shi. X., Jin. F., Huang. Y., Du. X., Li C., Wang. M., Shao. H., Jin. M., Wang J. (2011). Simultaneous determination of five plant growth regulators in fruits by Modified Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, and Safe (QuEChERS) Extraction and Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60, pp. 60 – 63.

Sack, C., Smoker, M., Chamkasem, N., Thompson, R., Satterfield, G., Masse, C., Mercer, G., Neuhaus, B., Cassias, I., Chang, E., Lin, Y., MacMahon, S., Wong, J., Zhang, K., y Smith, R. (2011). Collaborative Validation of the QuEChERS Procedure for the Determination of Pesticides in Food by LC-MS/MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, pp. 6383 – 6386.

Bujanos, M. R. & Marin, J.A. (1996). Plagas de los cultivos de crucíferas en el Bajío, México.

Adrián, J. y Fragüe, R. (1990). La ciencia de los alimentos de la A a la Z. Ed. Acribia S.A. Zaragoza.

Torija Isasa, M.E. (2002). Factores determinantes de la calidad nutritiva de frutas y hortalizas frescas. En Aspectos relativos a la calidad de frutas y hortalizas frescas. Monografía I, 12-23. Publicado por: Fundación Sabor y salud. Valencia.

King, G.A. and Morris, S.C. (1994). Physiological changes of broccoli during early postharvest senescence and through the preharvest-postharvest continuum. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 119, 270-275.

Cantwell, M. and Suslow, T. (1999). Broccoli: Recommendation for maintaining postharvest quality. Page: <http://postharvest.ucdavis.edu/pfvegetable/Broccoli/> (Ultimo acceso octubre 2016).

King, G. A., & Morris, S. C. (1994). Physiological changes of broccoli during early postharvest senescence and through the preharvest-postharvest continuum. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 119(2), 270-275.

CEC (Commission of the European Communities), 2007. Monitoring of pesticide residues in products of plant origin in the European Union, Norway, Iceland and Liechtenstein (<http://ec.europa.eu/food/fvo/specialreports/pesticides> index en.htm).

Pérez, M. A., Navarro, H., & Miranda, E. (2013). Residuos de plaguicidas en hortalizas: Problemática y riesgo en México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29, 45-64.

Le Strange, M. E., Cahn, M., Koike, S., & Smith, R. (1996). *Broccoli Production in California*. UCANR Publications.

Repetto, M., Sanz, P., Jurado, C., López-Artíguez, M., Menéndez, M., & de la Peña, E. (1995). *Glosario de términos toxicológicos*. copyright c.

Pérez, G. F., Franzón, M. F., Hidalgo, M. J. R., & García, Y. P. (2012). *Residuos de plaguicidas en alimentos: Toxicología alimentaria*. Ediciones Díaz de Santos

4. RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN CABEZUELAS DE BRÓCOLI DE EXPORTACIÓN Y CONSUMO NACIONAL EN MÉXICO

4.1. RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue comparar dos sistemas de producción de brócoli en México: el destinado al mercado nacional de Puebla y el de exportación de Guanajuato. Para ello, se evaluó en cabezuelas de brócoli el peso, diámetro, color y rendimiento por hectárea, así como el nivel de residuos de plaguicidas. Los análisis de residuos de plaguicidas se realizaron mediante el método modificado 2007.01 de la AOAC, se usó cromatografía líquida de ultra alta eficiencia acoplada a espectrometría de masas en tándem (UHPLC-MS/MS). Se analizaron 78 cabezuelas, 36 mostraron presencia de plaguicidas, pero solo 22 presentaron niveles cuantificables de estos. En las muestras de consumo nacional se encontraron residuos de Dimetoato $0.0068 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Imidacloprid $0.0087 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Metamidofos $0.0266 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Ometoato $0.0111 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Penconazole $0.0039 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Propamocarb $0.0061 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ y Thiametoxan $0.0045 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ y en las muestras de exportación solo se encontró Boscalid $0.0061 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Los valores promedio de las características físicas evaluadas en el brócoli para consumo nacional y en el de exportación fueron

4.2. SUMMARY

The aim of this work was to compare two broccoli farming systems in Mexico: one destined to the national market and one for the exportation market. Thus, four physical characteristics: weight, diameter, color and yield, as well as the pesticide residues levels were evaluated in broccoli heads. The analyzed samples for the national market were obtained from the local market in Huixcolotla, Puebla, while the ones for the exportation market were obtained from a specialized broccoli packing company in Irapuato, Guanajuato. The pesticide residues analyses were made following the modified 2007.01 method from AOAC and ultra-high efficiency liquid chromatography coupled to mass spectrometry in tandem (UHPLC-MS/MS) was used. From a total of 78 evaluated samples, 36 showed pesticide residues but only 22 contained measurable pesticide levels. The pesticide residues founded for the national market were: Dimetoato $0.0068 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Imidacloprid $0.0087 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Metamidofos $0.0266 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Ometoato $0.0111 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Penconazole $0.0039 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Propamocarb $0.0061 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ and Thiametoxan $0.0045 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. In the

respectivamente: peso 539.47 y 464.95 g, diámetro 13.53 y 15.13 cm, color verde oscuro y verde azulado oscuro y rendimiento 27.23 y 22.69 ton•ha⁻¹. El brócoli para ambos mercados presentó características físicas de alta calidad, y aunque los niveles de residuos de plaguicidas encontrados en el brócoli para el mercado nacional fueron mayores a los detectados en el de exportación, ninguna de las muestras evaluadas superó el Límite Máximo de Residuos (LMR) indicados el Codex Alimentarius.

Palabras clave: UHPLC-MS/MS, LMR, Residuos de plaguicidas

samples for the exportation market the only residues founded were from Boscalid 0.0061 mg•kg⁻¹. The average values obtained for the physical characteristics in the samples for the national and the exportation market were respectively: weight 593.47 and 464.95 g, diameter 13.53 and 15.13 cm, color bluish green and dark green and yield 27.23 ton•ha⁻¹ and 22.69 ton•ha⁻¹. It was concluded that the broccoli for both markets showed high quality physical characteristics and even when the pesticide residues levels founded in the broccoli for the national market were higher than those founded in the broccoli for the exportation market none pesticide residue level founded was over the Maximum Residues Limit (LMR) allowed by the Index Codex.

Key words: UHPLC-MS/MS, LMR, pesticide residues levels.

4.3. INTRODUCCIÓN

El brócoli tiene su origen en la zona noreste del Mediterráneo, por lo que se le considera el centro de origen más probable de esta hortaliza. A pesar de ser conocida y consumida en época de los romanos, recién se ha generalizado su cultivo en diversas áreas del mundo. En Estados Unidos, las primeras descripciones de brócoli datan de inicios del siglo XIX (LeStrange *et al.*, 2003).

Para el 2014 la producción de brócoli en México se reportó 446 mil toneladas. Las principales entidades altamente productivas son Guanajuato 292 mil toneladas; Michoacán con 45 mil toneladas, Puebla con 26 mil toneladas, Jalisco con 22 mil toneladas y Sonora con 13 mil toneladas. Geográficamente la producción de brócoli se extiende por toda la República Mexicana, sin embargo las zonas altamente productivas son: la zona centro y zona centro-oriental (SIAP, 2016).

El uso de plaguicidas para el control de varias especies de lepidópteros, cuyas larvas causan daños considerables al cultivo. Entre las especies más importantes de ese orden están: el gusano del corazón de la col (*Copitarsia consueta*), el gusano falso medidor (*Trichoplusia ni*), la palomilla blanca de la col (*Leptophobia arifa*) (Zacarías, 2002).

En los últimos años se ha incrementado la preocupación por las consecuencias y riesgos hacia la salud humana generados por la exposición ocupacional a plaguicidas (Martínez *et al.*, 2012).

En México, aun se utilizan algunos plaguicidas prohibidos en otros países; además, se detectó que la presencia de residuos de plaguicidas en hortalizas y frutas es frecuente, con más del 50% en las muestras evaluadas con estudios específicos, en monitoreos de productos para consumo nacional y de exportación a Estados Unidos de América; aunque, la mayoría de los casos no rebasaron los límites máximos de residuos de plaguicidas (Pérez *et al.*, 2013).

Otro factor importante es la calidad, en el caso del brócoli fresco es altamente perecedero con una vida de anaquel de 3 a 4 semanas a 0°C (Serrano, *et al.*, 2006;

Makhloif *et al.*, 1989) y de 2 a 3 días a 20°C (Wang, 1977). El deterioro del brócoli se manifiesta principalmente por la pérdida de peso, amarillamiento y endurecimiento del tallo (Serrato *et al.*, 2006).

El tamaño del florete (inflorescencia) es el principal carácter comercial en el brocoli (Wescott y Callan, 1990), y en densidad de plantación es el principal factor que afecta el rendimiento cuando este es expresado en base a un área (Wien y Wurr, 1997)

Debido a esto nace la necesidad de conocer las diferencias que existen entre los sistemas de producción nacional y de exportación en cuestión de residuos de plaguicidas e indicadores de calidad física

4.4. Materiales y métodos

4.4.1 Muestreo

Se tomaron 78 muestras de las cuales 70 corresponden a los municipios Palmar de Bravo, Reyes de Juárez y Quecholac del estado de Puebla, estos municipios fueron seleccionados por que representan el mayor abastecimiento de brócoli para la central de abastos de Huixcolotla. Las ocho muestras restantes fueron tomadas de un empaque de brócoli de la ciudad de Irapuato Guanajuato.

En Puebla se realizó un muestreo estratificado, cuyos estratos fueron considerados los principales municipios que abastecen de brócoli a la central de abastos de Huixcolotla. Se seleccionaron 70 muestras de 10 cabezuelas cada muestra, fueron 15 del municipio de Los Reyes de Juárez, 40 de Palmar de Bravo y 15 de Quecholac. Las muestra fueron colectadas del área de subastas de la central de bastos, la aleatorización fue conforme iban llegando los productores a vender su producto, las muestra se colocaron en bolsas de plástico, las muestras fueron transportadas a los laboratorios GISENA ubicados en Emiliano Zapata No. 10 San Luis Huexotla, Texcoco, Estado de México, fueron almacenados en las cámaras de refrigeración a una temperatura de 10 °C, para después realizas la toma de datos y los análisis de residuos.

En Guanajuato el muestreo se realizó en un empaque de brócoli que empaca a Estados Unidos, aquí se aplicó la técnica de muestreo por conveniencia, debido a que no se permitió entrar al empaque a realizar los muestreos, los encargados llevaban las muestras a las oficinas y ahí se tomaban los datos. Las muestras se congelaron y se llevaron al laboratorio de residuos tóxicos en vegetales.

4.4.2 Variables de calidad física

- a) Peso de cabezuela: se cuantifico con una balanza digital
- b) Color: se determinó utilizando una tabla de colores de la Royal Horticultural Society (RHS). En cada tarjeta de color se presentan 4 matices, existen 4 grupos de tarjetas agrupadas en abanico: amarillo al rojo, rojo-púrpura al azul, azul-verdoso al amarillo-verdoso y grisáceos de todos los grupos de color. El color queda descrito por un número y una letra (Pérez *et al*, 2008)
- c) Diámetro ecuatorial de la cabezuela de brócoli: se midió con un vernier-
- d) Rendimiento: se calculó con el peso promedio de las cabezuelas y la densidad de población. Se consideró una densidad de población media de 50000 plantas ha⁻¹, la cual es un promedio de las reportadas por la literatura en cada una de las regiones estudiadas que varían de 33 000 a 80000 plantas ha⁻¹.

A los datos se les realizó un análisis estadístico, se estimaron las medias y varianza de cada uno de los lugares de donde provenían las muestras, además se realizaron pruebas de comparación de medias Tukey ($p=0.05$).

4.4.3 Residuos de plaguicidas

Se tomó como referencia el método 15662 establecido por la European Committee Standardization (CEN, 2008), que es una modificación del método 2007.01 "Pesticides Residues in Foods by Acetonitrile Extraction and Partitioning with Magnesium Sulfate" de la AOC Internacional (Annassticides 2003). Se utilizaron 500 gramos de material vegetal, el cual fue molido hasta formase una pasta homogénea. El recipiente donde se molió el material se lavó con hexano, acetona

y agua destilada. Se guardó en recipientes de plástico de medio litro, en condiciones de congelación. Se tomaron 10 g de pasta en un tubo falcón de 50 ml, se añadieron 10 ml de acetonitrilo, se 100 µl del estándar interno (Atrazina 0.01 mg•l⁻¹), se agregaron las sales de extracción. Se agito en un vortex por 10 min y se centrifugo por 5 min a 3000 rpm. Se tomó 1 ml del sobrenadante colocándolo en el tubo 2 con las sales de limpieza, para luego mezclar en un vortex por 10 min y centrifugar por 5 min a 3000 rpm. Se tomaron 200 µl de este filtrado y se colocó en un vial, adicionando 800 µl de fase móvil A (Formiato de Amonio), el vial se lleva al vortex por 3 min y se procedió a inyectar en el equipo. Se evalúalo mediante los estudios de recuperación. Para llevar acabo dichos estudios se realizó la fortificación de muestras blanco con una mezcla de 104 residuos que han sido validados por el laboratorio GISENA, se utilizaron 5 niveles de concentración: Nivel 1 = 6.25 µl, Nivel 2 = 12.5 µl, Nivel 3 = 25 µl, Nivel 4 = 50 µl, Nivel 5 = 100 µl. Se utilizó un UHPLC modelo Acquity acoplado a un espectro MS/MS modelo XEVO TQ-S (ambos de Waters Corporation); una columna cromatografica Acquity UPLC CSH C18 de 1.7 µm de tamaño de partícula, 2.1 mm de diámetro interno, 50 mm longitud.

4.5. Resultados y Discusión

4.5.1. Residuos de plaguicidas

Plagas del brócoli

En el cuadro 3 se presentan las principales plagas reportadas por los productores de brócoli de los municipios que abastecen la central de abastos. Destaca que las plagas más comunes en este cultivo son Palomilla dorso de diamante y pulgón cenizo. Estos resultados coinciden con los reportados para este mismo cultivo en Tecamachalco, Puebla por Torres (2011) quien reporta a la palomilla dorso de diamante y al gusano falso medidor como las principales plagas en la región Tepeaca-Tecamachalco.

Cuadro 3. Plagas que atacan al brócoli, reportadas en la región de Huixcolotla Puebla

Nombre común	Nombre científico
Palomilla dorso de diamante	<i>Plutella xylostella</i>
Pulgón cenizo	<i>Brevicorinae brassicae</i>
Pulgón verde	<i>Mysus persicae</i>
Gusano falso medidor	<i>Trichoplusia ni</i>
Palomilla blanca	<i>Leptophobia aripa</i>

Para el control de las plagas se utiliza mayormente plaguicidas sintéticos. En el Cuadro 4 se muestran los principales productos utilizados para el control de plagas de brócoli mencionados por productores de la zona de Tecamachalco Puebla.

Cuadro 4. Productos utilizados para el control de plagas en la región de Huixcolotla Puebla

Nombre comercial	Nombre común	Grupo químico	Toxicidad ¹
Belt	Flubendiamida	Diamida	I
Sprintor, Tracer	Spinosad	Spinosos	IV
Furadan	Carbofuran	Carbamatos	I
Arrivo	Cipermetrina	Piretroide	II
Disparo, Foley	Clorpirifos	Organofosforado	I
Muralla max	Imidacloprid	Neonicotinoide	II
Vidate	Oxamil	Carbamato	I
Javelin	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Biológico	IV

¹NOM-232-SSA1-2009-Plaguicidas

Torres (2010), reporta en la región Tepeaca-Tecamachalco a Furadan (Carbofuran, Organofosforado), Arrivo (Cipermetrina, Piretroide) y Spintor como los productos más utilizados para el control de plagas insectiles.

Análisis de residuos de plaguicidas

La presencia de residuos de plaguicidas se determinó mediante los tiempos de retención de cada uno de los plaguicidas considerados para el análisis, además se consideró el límite de detección como la mitad de la concentración del analito presente en el nivel 1 de la curva de calibración (poner el nivel 1 o concentración más baja).

En la Figura 3 se muestran los residuos encontrados de manera cualitativa en las 78 muestras de brócoli analizadas, agrupados por plaguicidas, se encontró un total de 95 residuos de los cuales imidacloprid estuvo presente en 19 (20 %) muestras, Boscalid 18 (18.9 %), Penconazole 15 (15.8 %), Thiametoxan 12 (12.6 %), Metamidofos 9 (9.4 %), Propamocarb 8 (8.4 %), Dimetoato 7 (7.3 %), Ometoato 3 (3.2 %), Metalaxil 2 (2.1%) y Carbofuran 2 (2.1 %).

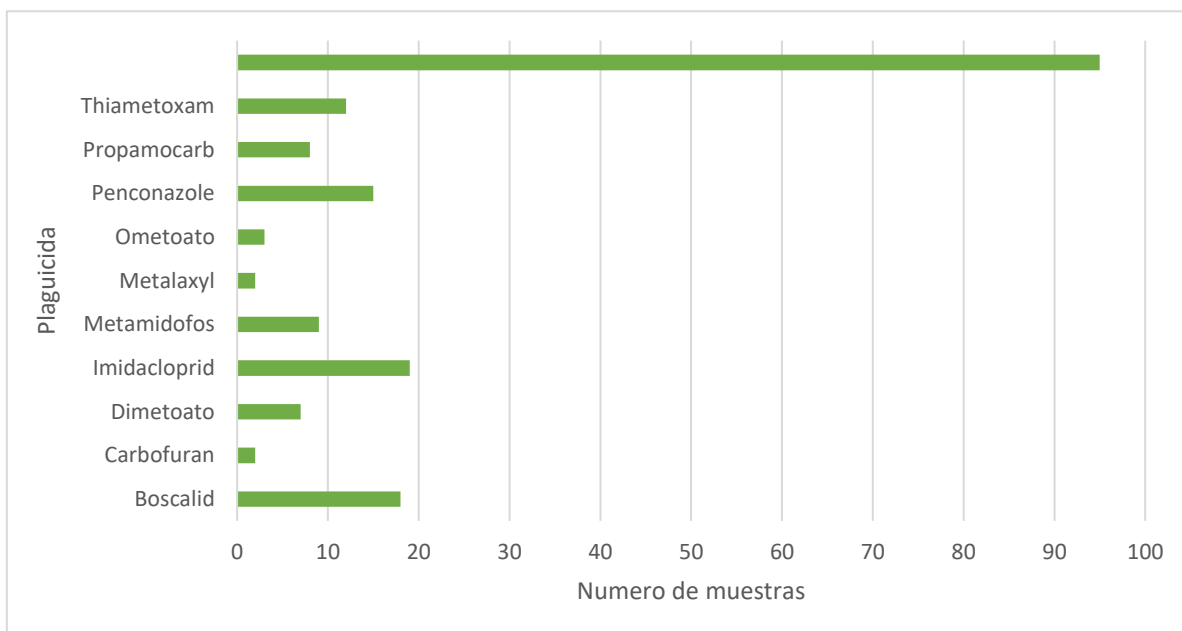


Figura 3. Frecuencia de residuos de plaguicidas

En la Figura 4 se muestra el número de residuos detectados de manera cualitativa en las muestras. Del total de muestras analizadas en 38 (51.4 %) no se detectaron residuos de plaguicidas y en el resto se detectaron desde un residuo (1.3 %), dos (16.2 %), tres (17.6 %), cuatro (8.1 %) y cinco (5.4 %).

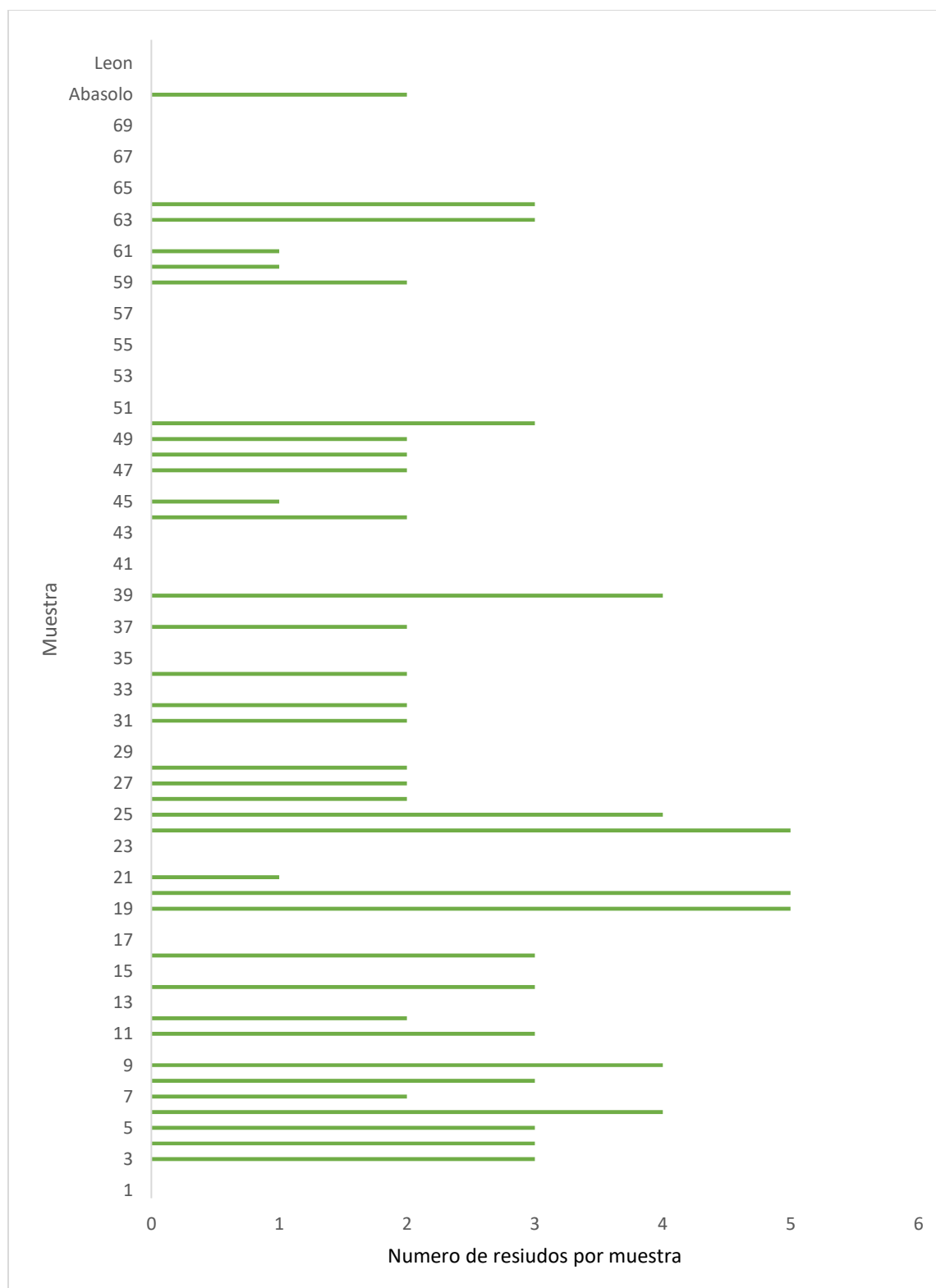


Figura 4. Numero de residuos de plaguicidas detectados en cada muestra de brócoli analizada.

En el Cuadro 5 se pueden observar los Tiempos de Retención, % de Recuperación, % de Desviación y los Límites de Detección y Cuantificación. Los tiempos de retención nos indica el momento en que se presentó el pico respuesta para cada plaguicida.

Cuadro 5. Tiempos de retención, porcentaje de recuperación y desviación, límites de detección y cuantificación.

Compuesto	Tiempo de Retención (min)	Recuperación (%)	Desviación (%)	Límite de detección (mg•kg ⁻¹)	Límite de cuantificación (mg•kg ⁻¹)
Boscalid	2.73	93.6 – 107.9	-6.4 – 7.9	0.0011	0.0022
Carbofuran	2.13	94.9 - 107.7	-5.1 – 7.7		
Clorpirifos	3.40	30.0-216.6	-69.9 – 116.6		
Dimetoato	1.56	94.6 -104.7	-5.4 – 4.7		
Imidacloprid	1.45	94.6 –107.9	-5.4 – 7.9		
Metamidofos	0.59	93.4 –106.4	-6.6 – 6.4		
Metalaxil	2.43	95.8 –105.8	-4.2 – 5.8		
Ometoato	0.85	88.9 –121.3	-11.1 – 21.3		
Penconazole	3.02	81.0 –126.1	-9.7 – 26.7		
Propamocarb	0.68	96.7 –107.3	-3.3 – 7.3		
Thiametoxan	1.22	87.5 –121.3	-12.6 – 21.3		

Límite de detección se refiere a la cantidad más pequeña del analito en una muestra, que puede ser detectada con un nivel de confianza determinado, pero no necesariamente cuantificada con un valor exacto. Es comúnmente expresado como concentración del analito (SENASICA, 2016). Para las muestras analizadas se estableció como límite de cuantificación a la mitad de la concentración del nivel 1 de la curva de calibración.

El límite de cuantificación es la concentración más baja de un analito que se puede determinar con la precisión aceptable (capacidad de repetición) y la exactitud bajo condiciones indicadas de la prueba. SENASICA (2016), menciona un rango de Recuperación medio de 70 – 120.

Los porcentajes de desviación y recuperación son indicadores de precisión de los análisis. Para el caso de clorpirifos se descarta debido a que los porcentajes de recuperación y desviación se salen de los límites permitidos.

Las muestras que presentaron Clorpirifos en el análisis cualitativo fueron descartadas debido a que los valores de porcentaje de recuperación y desviación sobrepasan los rangos establecidos para considerar el resultado confiable.

La figura 5 muestra el cromatograma de una muestra de brócoli libre de plaguicidas o blanco, la figura A corresponde al cromatograma de cuantificación y el cromatograma B corresponde a la confirmación. Se observa una gran cantidad de pico respuesta, todos estos corresponde a el ruido generado por la matriz por diferentes componentes que fueron detectados.

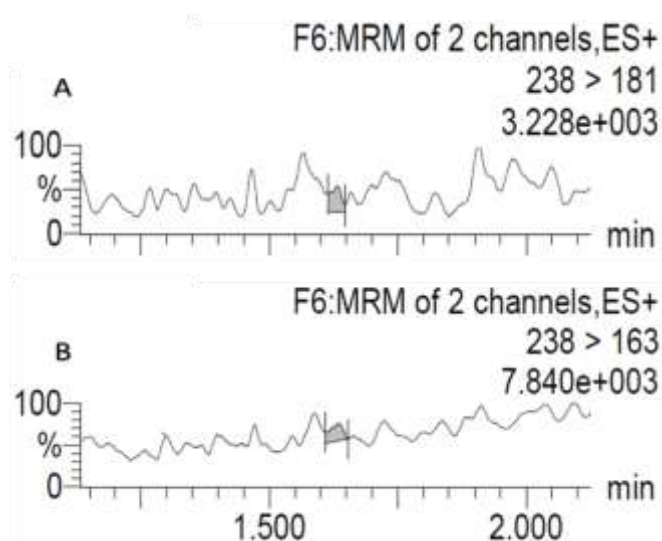


Figura 5. Cromatogramas del Blanco de brócoli utilizado para el análisis A) Cromatograma de Cuantificación B) Cromatograma de confirmación

En la Figura 6 se muestran los cromatogramas de una muestra blanco de brócoli fortificada con Imidacloprid A corresponde a la cuantificación y B corresponde a la confirmación. En la Figura 7 se muestra el cromatograma de la muestra 37, se puede observar un pico bien definido que aparece en el mismo tiempo de retención que la muestra fortificada, el cromatograma A muestra la respuesta de cuantificación y el B muestra la respuesta de confirmación. Carneiro *et al.* (2013) reporta los mismos valores para los iones de cuantificación y confirmación de Imidacloprid.

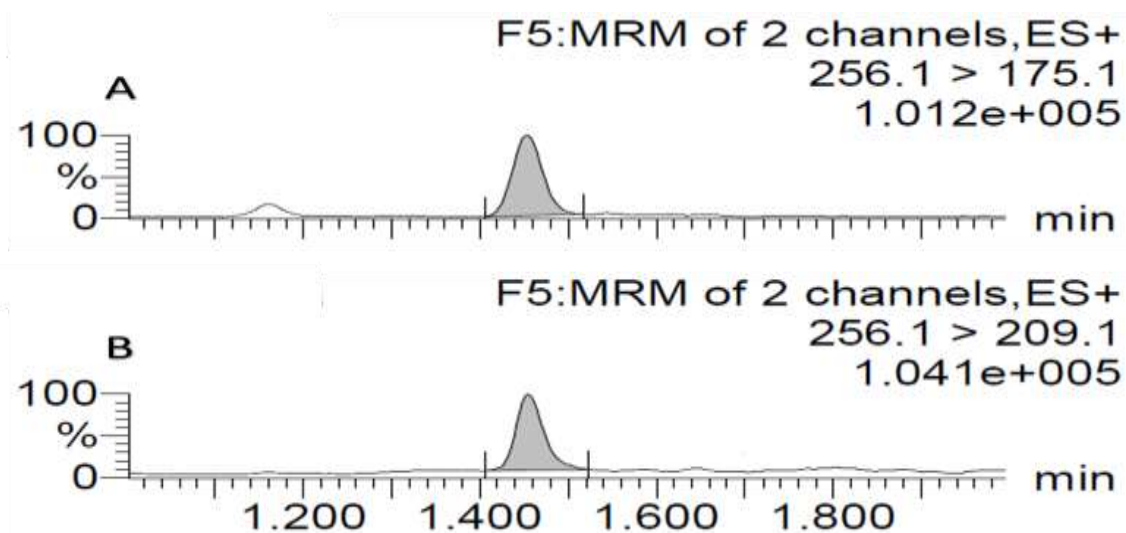


Figura 6. Cromatogramas de muestra blanco fortificada con Imidacloprid A) Cromatograma de cuantificación B) Cromatograma de cuantificación

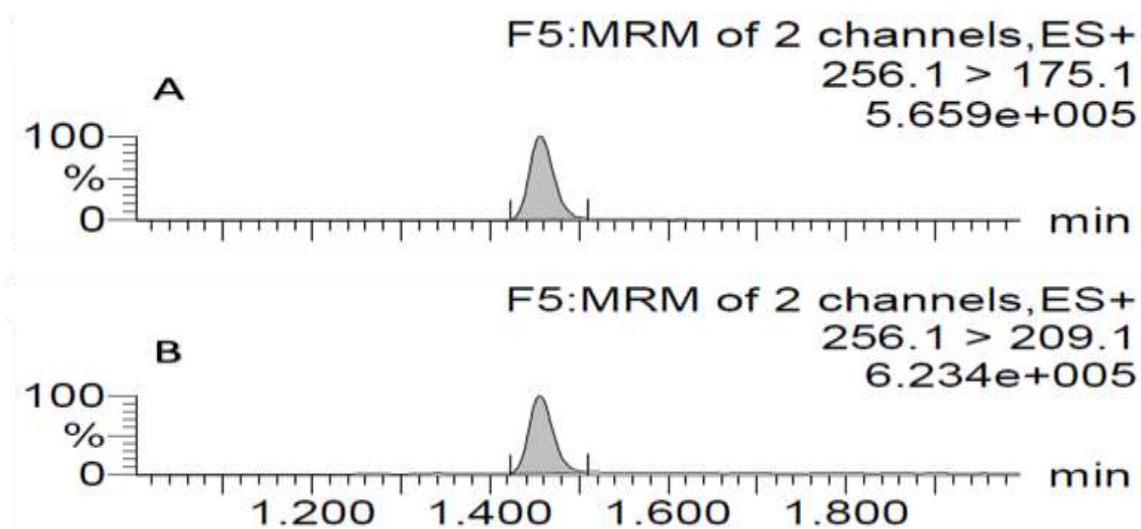


Figura 7. Cromatogramas de muestra 37 A) Cromatograma de cuantificación B) Cromatograma de cuantificación

Análisis cuantitativo

Los residuos de plaguicidas encontrados en las muestras analizadas en orden de importancia considerando la concentración media se muestran en el Cuadro 6. Algunos de los plaguicidas identificados en el análisis cualitativo ya no aparecen en el análisis cuantitativo, debido a que su concentración es menor al límite de

cuantificación o debido a que los porcentajes de recuperación y desviación se salen de los estándares.

Cuadro 6. Concentraciones medias de los compuestos encontrados

Plaguicida	Grupo químico	Promedio de residuos (mg•kg ⁻¹)	Global MRL (mg•kg ⁻¹)	CICOPLAFEST (mg•kg ⁻¹)	Codex Alimentarius (mg•kg ⁻¹)
Propamocarb	Carbamato	0.0061	-	-	3
Boscalid	Estrobirulina	0.0061	3	-	-
Imidacloprid	Neonicotinoide	0.0087	-	3.5	0.5
Thiametoxan	Neonicotinoide	0.0045	-	-	-
Dimetoato	Organofosforado	0.0068	2	2	0.2
Ometoato	Organofosforado	0.0111	-	-	0.01
Metamidofos	Organofosforado	0.0266	3.5	1	-
Penconazole	Triazol	0.0039	-	-	-

Ninguna de las concentraciones de los plaguicidas encontrados supera los límites máximos de residuos (LMR) mencionados por el Codex Alimentarius, la USDA o el CICOPLAFEST. Para algunos de los productos no se reportan los LMR para brócoli debido a que estos productos no están autorizados para brócoli.

El análisis de residuos de plaguicidas analizados de manera individual no superan los límites establecidos para cada uno de ellos, sin embargo considerando que algunas muestras contienen residuos de varios tipos de plaguicidas. En este sentido y de acuerdo con los resultados encontrados se tienen consumos potenciales de hasta 0.0897 mg kg⁻¹ (Figura 8).

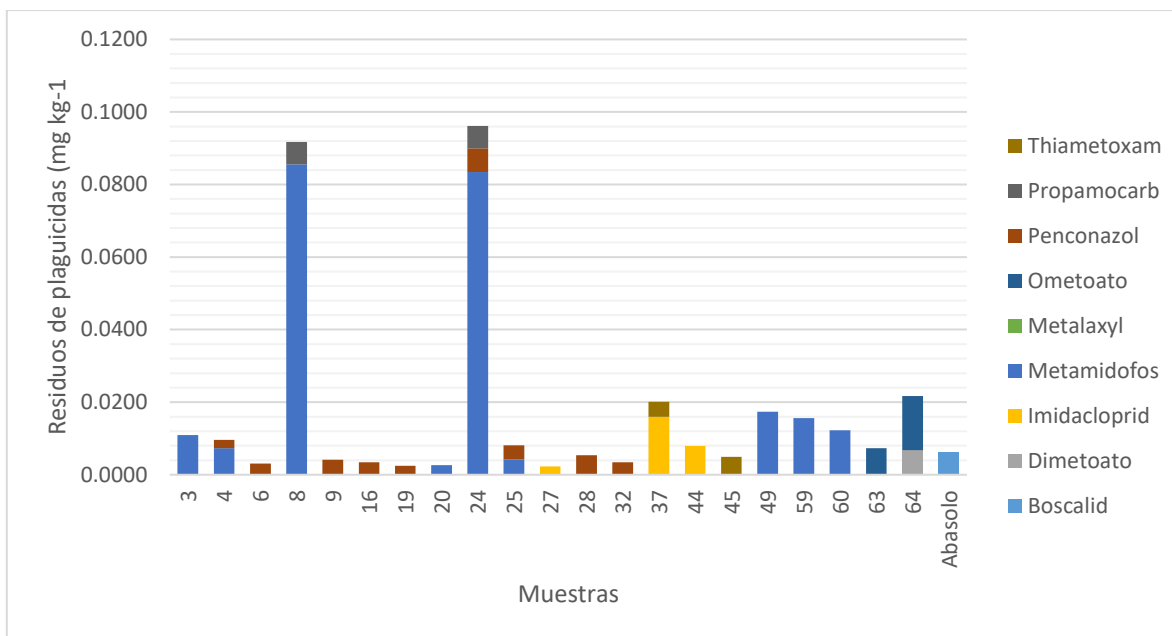


Figura 8. Contenido de residuos de plaguicidas en muestras de brócoli analizadas

4.5.2. Calidad física de las cabezuelas de brócoli

Peso y diámetro

El análisis estadístico realizado a las variables; diámetro y peso de cabezuelas de brócoli indica diferencias significativas. En el **Cuadro 7** se pueden ver los valores de peso y diámetro promedio por estado. Los valores más altos para peso corresponden a las cabezuelas provenientes de Puebla, mientras que las de mayor tamaño corresponden a Guanajuato. Estas diferencias se pueden deber al uso de diferentes variedades así como a la presencia de tallo hueco. Como lo reporta Villalobos-Reyes *et al.* (2005) quien menciona que el tallo hueco puede ser un problema cuando la producción se destina al mercado en fresco.

Cuadro 7. Peso y diámetro promedio de las cabezuelas de brócoli

Estado	Peso (g)	Diámetro (cm)
<i>Puebla</i>	539.47 A	13.53 B
<i>Guanajuato</i>	464.95 B	15.13 A

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales

Fraire *et al.* (2010) mencionaron que existen diferencias de diámetro del florete entre cultivares de brócoli, el cultivar ‘Monaco’ fue el que registro el mayor diámetro.

En el Cuadro 8 se muestran los pesos promedio de cada una de las cabezuelas provenientes de las comunidades muestreadas, se puede observar que los mayores pesos se presentaron en las cabezuelas provenientes de las comunidades de Puebla.

Cuadro 8. Peso promedio de las cabezuelas, de las diferentes regiones de donde se tomaron muestras

Muestra	Peso (g)
Reyes de Juárez	682.97 A
La Concordia	582.43 AB
Tuzupán	564.35 AB
San Bartolo	563.83 AB
Palmar de Bravo	542.78 BC
Irapuato	539.63 BC
Palmarito	536.24 BCD
Xaltepec	530.56 BCD
Quecholac	511.45 BCD
Nazareno	508.21 BCD
Manjarrez	490.3 BCD
Benito Juárez	476.92 BCD
Valle de Santiago	435.33 CD
León	428.28 CD
Abasolo	411.94 D

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

Los pesos obtenidos superan a los reportados por Pérez *et al.*, (2014), quien menciona pesos entre 491.5 a 188.2 g. por cabezuela. En todas las comunidades evaluadas se observó un peso superior a 250 g lo que de acuerdo con Lazcano *et al.*, (1997), son consideradas como producto de primera calidad, si además presentan diámetros entre 8 y 20 cm, características que se cumplen en la totalidad de las parcelas, las cuales presentaron diámetros superiores a los 10 cm.

En el Cuadro 9 se muestran los diámetros promedio de las cabezuelas de cada comunidad de muestreo, en esta se puede observar que los valores más altos corresponden a las muestras provenientes de Guanajuato.

Cuadro 9. Diámetro promedio de cabezuelas, de las diferentes regiones de donde se tomaron muestras

Región	Diámetro (cm)
Irapuato	15.88 A
León	15.72 A
Xaltepec	14.33 B
Abasolo	13.97 BC
San Bartolo	13.92 BC
Valle de Santiago	13.83 BC
Tuzuapan	13.82 BC
Palmar de Bravo	13.75 BC
Nazareno	13.68 BC
Quecholac	13.61 BC
Reyes de Juárez	13.59 BC
La Concordia	13.53 BC
Benito Juárez	13.24 BC
Palmarito	13.21 BC
Manjarrez	12.85 C

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

La Norma Oficial Mexicana NMX-FF-046-1982 de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial establece que para la calidad México Extra y México No. 1 deben presentar un diámetro ecuatorial mayor a 7.0 cm, estar en punto sazón las yemas cerradas y la inflorescencia compacta. Fraire *et al.* (2010) reportan diámetros de florete de 17.1 a 21 cm en las zonas de Apaseo el grande Guanajuato.

El rendimiento evaluado presentó diferencias estadísticas con valor de 20.59 t ha⁻¹, que corresponde a Abasolo integra el grupo D, las comunidades de León y Valle de Santiago presentaron valores de 21.41 y 21.76 t ha⁻¹ respectivamente con igualdad estadística e integrando otro grupo estadístico, las comunidades de Benito Juárez, Manjarrez, Nazareno, Quecholac, Xaltepec y Palmarito presentaron valores entre 23.84 y 26.81 t ha⁻¹ sin diferencias significativas, otro grupo que no presento diferencias significativas estuvo formado por Irapuato y Palmarito con valores de

26.98 y 27.13 t ha⁻¹ respectivamente, para las comunidades de San Bartolo, Tuzuapan y La Concordia presentaron valores entre 28.19 y 29.12 t ha⁻¹ sin diferencias significativas y el último grupo estadístico está formado por Reyes de Juárez con un rendimiento de 34.15 t ha⁻¹. En estos resultados no se consideraron las selecciones que se realizan en la mayoría de los empaques o en las centrales de abasto, Villalobos-Reyes *et al.* (2005) reporta que las maquiladoras en la región del Bajío se realiza una clasificación en grado 1, grado 2 y desecho.

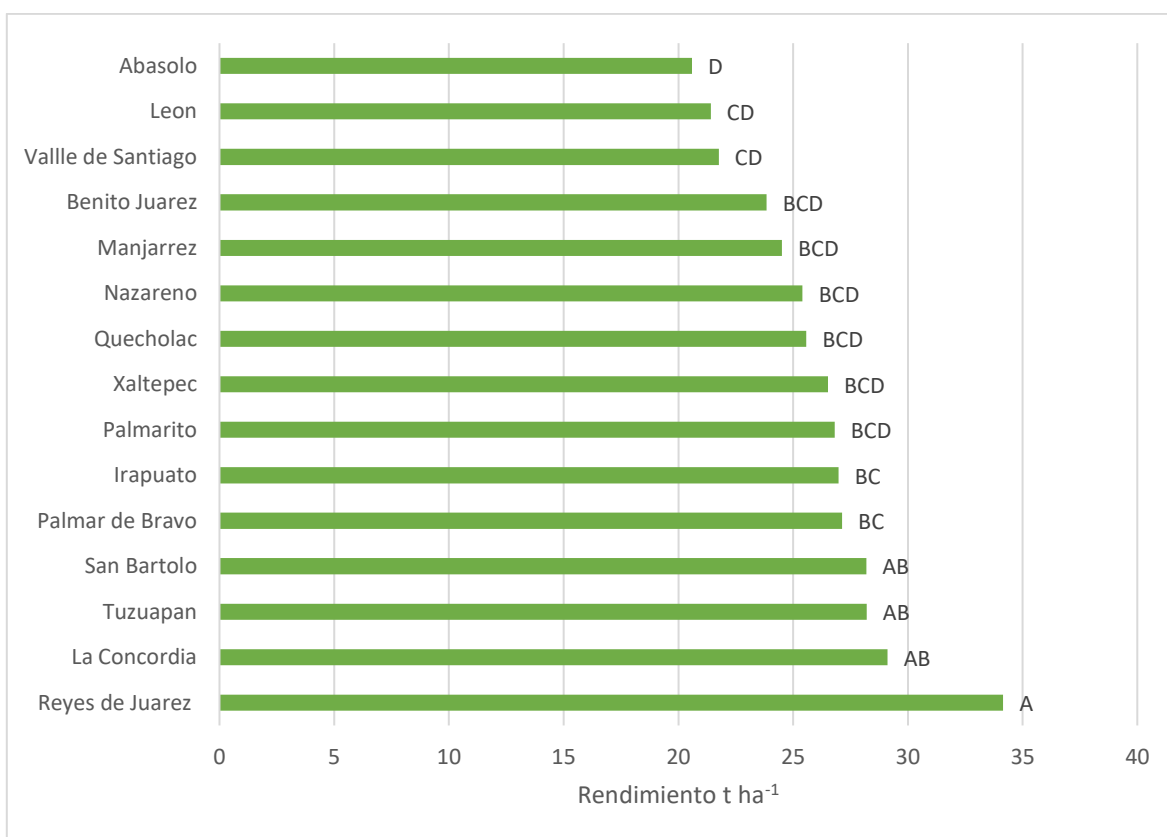


Figura 9. Rendimiento de brócoli, de las diferentes regiones de donde se tomaron muestras.

En la región de Tepeaca-Tecamachalco, Puebla el rendimiento comercial promedio de brócoli es de 12 t•ha⁻¹, aunque una gran proporción de productores obtiene 10 t•ha⁻¹, y un pequeño grupo puede llegar a obtener un rendimiento de 15 t•ha⁻¹ (Torres, 2010). Los resultados de rendimiento son similares a los reportados por

Villalobos-Reyes *et al.* (2005), quien reporta en Guanajuato rendimientos de 41 t·ha⁻¹, mediante el manejo de humedad a 20 kPa de tensión.

Color de las cabezuelas de brócoli

En el Cuadro 10 se presenta los resultados correspondientes a la caracterización del color de las cabezuelas de acuerdo a la Tabla de colores de la Royal Horticultural Society (RHS, 2007). Para tejidos vegetales. Destaca que la mayoría de la muestras presentaron colores verde oscuro y verde azulado oscuro. De las muestras provenientes de 11 municipios de Puebla y 4 de Guanajuato; las muestras provenientes de 7 de los municipios de Puebla y 2 de Guanajuato presentaron color verde obscuro y las muestras de 4 de los municipios de Puebla y 2 de los de Guanajuato presentaron coloración verde azulado oscuro.

Cuadro 10. Color de las cabezuelas de brócoli de acuerdo con la tabla de colores de la Royal Horticultural Society

Estado	Muestra	RHS (Green group)	COLOR
Puebla	Manjarrez	131A	Verde azulado oscuro
	Palmar de Bravo		
	Tehuacan		
	La Concordia	133A	Verde azulado oscuro
	Palmarito	135A	Verde oscuro
	Quecholac		
	San Bartolo		
Guanajuato	Benito Juárez	136A	Verde oscuro
	Nazareno		
	Reyes de Juárez		
	Xaltepec	133 A	Verde azulado oscuro
	León		
	Abasolo		
	Irapuato		
	V. de Santiago	136 A	Verde oscuro

La Norma Oficial Mexicana NMX-FF-046-1982 establece que los brócolis deben presentar un color verde o violeta grisáceo característico. Se ha determinado que la coloración del brócoli no afecta la calidad intrínseca del brócoli (Shewfelt *et al.*, 1984). Sin embargo, en México y sobre todo para el mercado en fresco es un parámetro importante a considerar (Pérez-Olvera *et al.*, 2014). Los resultados

obtenidos en color son similares a los reportados por Fernández (2012) quien menciona que los cultivares de brócoli Phartenon y Maratón presentaron un color verde-azulado.

4.6. Conclusiones

Los sistemas de producción presentaron diferencias en el caso de residuos, los brócolis que venían de la Central de Abastos de Huixcolotla, Puebla, presentaron mayor cantidad de residuos que los analizados de Guanajuato. En el caso de las características de calidad física, Puebla supero a Guanajuato.

El 48% de las muestras analizadas presentan residuos al menos un plaguicida.

La concentración media de los plaguicidas encontrados no superan los límites máximos permisibles, sin embargo algunos de los plaguicidas encontrados no son productos autorizados para su uso en brócoli. Y en muestras analizadas se encontraron de 1 a 3 residuos de plaguicidas.

Las plagas de mayor incidencia en la región de Tepeaca-Tecamachalco son: *Plutella xylostella*, *Brebicorinae brassicae*, *Mysus persicae*, *Trichoplusia ni* y *Leptophobia aripa*. Reportadas por los productores

Todos los productores realizan el control de plagas en brócoli mediante la aplicación de productos químicos.

Las variables de peso, diámetro y color indican que las cabezuelas de brócoli cumplen con las exigencias del mercado nacional.

El rendimiento evaluado de las diferentes localidades muestreadas presenta valores que van de 20.59 a 34.15 t•ha⁻¹

4.7. Literatura citada

Anastassiades, M., Lehotay, S. J., Štajnbaher, D., & Schenck, F. J. (2003). Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and “dispersive solid-phase extraction” for the determination of pesticide residues in produce. *Journal of AOAC international*, 86(2), 412-431.

Bujanos M., R., Marín, J. A., Galván, C. F., & K. F. Byerly (1993). Manejo integrado de la palomilla dorso de diamante, *Plutella xylostella* (L.) (LEPIDOPTERA: YPONOMEUTIDAE) en el Bajío, México. INIFAP-SAGARPA. México. 36 pp.

Carneiro, R. P., Oliveira, F. A., Madureira, F. D., Silva, G., de Souza, W. R., & Lopes, R. P. (2013). Development and method validation for determination of 128 pesticides in bananas by modified QuEChERS and UHPLC–MS/MS analysis. *Food Control*, 33(2), 413-423.

CESAVEG (Comité Estatal de Sanidad Vegetal Guanajuato). (2001). Contingencia de manejo fitosanitario de crucíferas. Brócoli, coliflor y col. Guanajuato, México. 14 p.

European Committee for Standardization (CEN). (2009). EN 15662:2008 - Foods of plant origin Determination of pesticide residues using GC-MS and/or LC-MS/MS following acetonitrile extraction/partitioning and clean-up by dispersive SPE — QuEChERS-method. CEN, Brussels (Belgium),

Fernández León, M. F. (2013). Evolución de los parámetros de calidad físico-químico y funcional de distintas brassicas sometidas a diferentes tratamientos postcosecha.

Fernández-Cevada, J. N., & Vázquez-Ortiz, J. R. (2003). *Copitarsia incommoda* (Walker) en cultivos agrícolas de exportación para el estado de Puebla. In *Simposio Nacional sobre Copitarsia incommoda*. Soc. Mexicana Entomol.-Colegio de Postgraduados, México, DF (pp. 29-35).

Fraire Cordero, M., Nieto Ángel, D., Cárdenas Soriano, E., Gutiérrez Alonso, G., Bujanos Muñiz, R., & Vaquera Huerta, H. (2010). Efecto de variedades y densidad de plantación en la calidad física del florete de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). *Revista fitotecnica mexicana*, 33(2), 141-147.

Garay, A. V. A., & Chávez, B. C. (2014). LA HORTICULTURA EN MÉXICO: UNA PRIMER APROXIMACIÓN AL ESTUDIO DE SU COMPETITIVIDAD. *INCEPTUM Revista de Investigación en Ciencias de la Administración*, 7(12), 271-294.

Gnanasekharan, V., Shewfelt, R. L., & Chinnan, M. S. (1992). Detection of color changes in green vegetables. *Journal of Food Science*, 57(1), 149-154.

Lagunés-Tejeda, A. & Villanueva-Jiménez, J.A., (2009). Toxicología y manejo de insecticidas. Colegio de postgraduados en ciencias agrícolas. Montecillos, México.

Lagunés-Tejeda, A. & Villanueva-Jiménez, J.A., (2009). Toxicología y manejo de insecticidas. Colegio de postgraduados en ciencias agrícolas. Montecillos, México.

Ortiz B.F., López M., Fernández M., Yruela M.C., Navas J.A., López J., Lirola J... & Caballero E. (2003) Aplicación de plaguicidas. Nivel Cualificado. Junta de Andalucía–Consejería de Agricultura y Pesca. 2a Edición. Andalucía, España. 235 pp.

Pérez, M., Jiménez, S., Ebrahimzadeh, A., Verdejo, M. M., Chaves, L. A., & Lao, M. T. (2008). Propuesta de una metodología para la determinación del color del tejido vegetal.

Pérez-Olvera, M., García-Mateos, R., Pérez Grajales, M., & Navarro-Garza, H. (2014). Sistema de producción y parámetros de calidad agronómica de brócoli en Mixquic, DF. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(8), 1459-1468.

Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2016). Criterios de funcionamiento de métodos analíticos.

Torres Nava, D. (2011). Caracterización del sistema de producción de brócoli y efecto de la fertilización organo mineral en la dinámica del nitrógeno.

Valdez-Carrasco, J., Rosas, R. A., Vera-Graziano, J., Pinto, V. M., Vargas, A. D. S., Ormeño, A. A., ... & Bautista-Martínez, N. (2006). Fluctuación poblacional de *Copitarsia decolora* (Gueéne) y su asociación con crucíferas comerciales. *Agrociencia*, 40(4), 501-509.

Villalobos-Reyes, S., Castellanos, J. Z., Tijerina-Chávez, L., & Crespo-Pichardo, G. (2005). Efecto de la tensión de humedad en el suelo sobre rendimiento y calidad del brócoli con riego por goteo. *Terra Latinoamericana*, 23(3), 321-328.

Zacarías, L.J.A. (2002). Control de larvas de *Leptophobia aripa* Boisduval (Lepidoptera: Pieridae) en el cultivo de brócoli en Mixquic, D.F. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Mexico.

APÉNDICES

APÉNDICE 1: Resultados de análisis de residuos

Boscalid

Identificación	Tipo	Std. Conc	TR	Área	mg/kg	%Rec	%Dev
Blanco Electrónico	Solvente		2.67	11.716	0.0002		
Blanco Reactivo	Blanco		2.79	68.627	0.0007		
Blanco Matriz	Blanco		2.74	66.299	0.0007		
Nivel 1 Curva	Estándar	0.0022	2.73	2770.232	0.0024	107.9	7.9
Nivel 2 Curva	Estándar	0.0046	2.73	5323.005	0.0043	93.6	-6.4
Nivel 3 Curva	Estándar	0.0094	2.73	12087.568	0.0096	101.7	1.7
Nivel 4 Curva	Estándar	0.0191	2.73	22455.191	0.0179	93.9	-6.1
Nivel 5 Curva	Estándar	0.0389	2.73	49867.984	0.04	102.9	2.9
Recuperación	Recuperación	0.0094	2.73	12518.904	0.01	106.4	6.4
Muestra 3	Analito		2.74	142.574	0.0002		
Muestra 4	Analito						
Muestra 5	Analito		2.87	46.843	0.0001		
Muestra 6	Analito		2.73	63.899	0.0001		
Muestra 7	Analito		2.76	23.856	0.0001		
Muestra 8	Analito		2.73	61.813	0.0001		
Muestra 9	Analito		2.73	120.573	0.0002		
Muestra 11	Analito		2.75	91.733	0.0001		
Muestra 12	Analito						
Muestra 14	Analito		2.74	171.173	0.0002		
Muestra 16	Analito		2.74	87.867	0.0001		
Muestra 19	Analito		2.75	106.728	0.0002		
Muestra 20	Analito		2.78	62.931	0.0001		

Muestra 21	Analito			
Muestra 24	Analito	2.83	33.659	0.0001
Muestra 25	Analito	2.81	99.216	0.0001
Muestra 26	Analito	2.83	111.727	0.0001
Muestra 27	Analito	2.7	20.151	0.0001
Muestra 28	Analito			
Muestra 31	Analito	2.73	195.864	0.0002
Muestra 32	Analito			
Muestra 34	Analito	2.72	31.167	0.0001
Muestra 24-B	Analito	2.81	73.735	0.0001
Muestra AB	Analito	2.73	7284.83	0.0061

Carbofuran

Identificación	Tipo	Std. Conc	RT	Área	mg/kg	%Rec	%Dev
Blanco Electrónico	Solvente		2.15	2230.365	0.0014		
Blanco Reactivo	Blanco		2.13	2774.666	0.0019		
Blanco Matriz	Blanco		2.13	2224.151	0.0014		
Nivel 1 Curva	Estándar	0.0022	2.13	36354.098	0.0024	107.7	7.7
Nivel 2 Curva	Estándar	0.0046	2.12	62133.418	0.0044	94.9	-5.1
Nivel 3 Curva	Estándar	0.0094	2.12	120069.961	0.009	95.9	-4.1
Nivel 4 Curva	Estándar	0.0191	2.12	241973.453	0.0192	100.7	0.7
Nivel 5 Curva	Estándar	0.0389	2.12	480476.125	0.0392	100.8	0.8
Recuperación	Recuperación	0.0094	2.12	120457.906	0.0092	97.4	-2.6
Muestra 3	Analito		2.13	3360.914			
Muestra 4	Analito		2.13	2703.101			
Muestra 5	Analito		2.13	2630.799			
Muestra 6	Analito		2.13	2363.761			
Muestra 7	Analito		2.12	2093.312			
Muestra 8	Analito		2.13	2265.875			
Muestra 9	Analito		2.13	2587.794			
Muestra 11	Analito		2.13	2019.856			
Muestra 12	Analito		2.13	2591.209			
Muestra 14	Analito		2.13	2584.744			
Muestra 16	Analito		2.13	2454.181			
Muestra 19	Analito		2.12	13894.727	0.0005		
Muestra 20	Analito		2.13	2762.512			
Muestra 21	Analito		2.13	2809.024			
Muestra 24	Analito		2.13	2376.042			
Muestra 25	Analito		2.13	2684.159			

Muestra 26	Analito	2.12	8870.707
Muestra 27	Analito	2.13	2127.591
Muestra 28	Analito	2.13	2691.743
Muestra 31	Analito	2.12	3314.928
Muestra 32	Analito	2.13	2278.522
Muestra 34	Analito	2.13	2076.671
Muestra 24-B	Analito	2.13	2874.508
Muestra AB	Analito	2.13	2552.391

Carbofuran 3-hydroxy

Identificación	Tipo	Std. Conc	RT	Área	mg/kg	%Rec	%Dev
Blanco Electrónico	Solvente		1.66	22.9			
Blanco Reactivo	Blanco		1.62	43.816	0		
Blanco Matriz	Blanco		1.63	23.309			
Nivel 1 Curva	Estándar	0.0022	1.58	2591.048	0.0022	102.1	2.1
Nivel 2 Curva	Estándar	0.0046	1.58	4992.848	0.0045	98.6	-1.4
Nivel 3 Curva	Estándar	0.0094	1.58	9893.416	0.0093	98.9	-1.1
Nivel 4 Curva	Estándar	0.0191	1.58	19578.162	0.0191	100.1	0.1
Nivel 5 Curva	Estándar	0.0389	1.58	39190.813	0.039	100.2	0.2
Recuperación	Recuperación	0.0094	1.58	9402.775	0.0089	94.8	-5.2
Muestra 3	Analito		1.58	683.087	0.0002		
Muestra 4	Analito		1.59	190.627			
Muestra 5	Analito		1.6	16.017			
Muestra 6	Analito		1.6	13.025			
Muestra 7	Analito		1.59	172.414			
Muestra 8	Analito		1.63	49.486			
Muestra 9	Analito		1.6	69.205			
Muestra 11	Analito						
Muestra 12	Analito		1.63	17.902			
Muestra 14	Analito		1.59	75.599			
Muestra 16	Analito		1.62	35.539			
Muestra 19	Analito		1.58	1111.074	0.0008		
Muestra 20	Analito		1.64	13.314			
Muestra 21	Analito		1.64	36.451			
Muestra 24	Analito		1.64	53.058			
Muestra 25	Analito		1.66	14.506			

Muestra 26	Analito	1.58	1666.291	0.0011
Muestra 27	Analito	1.63	70.478	
Muestra 28	Analito	1.62	19.867	
Muestra 31	Analito	1.58	330.786	
Muestra 32	Analito	1.61	28.597	
Muestra 34	Analito	1.66	34.207	
Muestra 24-B	Analito	1.58	255.5	
Muestra AB	Analito	1.66	32.87	

Clorpirifos

Identificación	Tipo	Std. Conc	RT	Área	mg/kg	%Rec	%Dev
Blanco Electronico	Solvente		3.42	15409.888	0.0389		
Blanco Reactivo	Blanco		3.4	28394.441	0.0029		
Blanco Matriz	Blanco		3.4	22451.443	0.0007		
Nivel 1 Curva	Estándar	0.0022	3.4	22089.742	0.0076	30.03	-69.97
Nivel 2 Curva	Estándar	0.0046	3.4	23229.967	0.012	164.54	64.54
Nivel 3 Curva	Estándar	0.0094	3.4	23963.924	0.0146	127.82	27.82
Nivel 4 Curva	Estándar	0.0191	3.4	24390.736	0.0394	76.45	-23.55
Nivel 5 Curva	Estándar	0.0389	3.4	28476.348	0.0204	101.17	1.17
Recuperacion	Recuperación	0.0094	3.4	25341.166	0.0062	216.59	116.59
Muestra 37	Analito		3.4	22996.455	0.0051		
Muestra 39	Analito		3.4	22822.971	0.0046		
Muestra 44	Analito		3.4	22732.902	0.0039		
Muestra 45	Analito		3.4	22629.871	0.0033		
Muestra 47	Analito		3.4	22518.586	0.0038		
Muestra 48	Analito		3.4	22610.021	0.0019		
Muestra 49	Analito		3.4	22299.938	0.004		
Muestra 50	Analito		3.4	22648.809	0.0125		
Muestra 59	Analito		3.4	24036.393	0.009		
Muestra 60	Analito		3.4	23468.34	0.0995		
Muestra 61	Analito		3.4	38399.215	0.0066		
Muestra 63	Analito		3.4	23066.006	0.0134		
Muestra 64	Analito		3.4	24184.754			

Dimetoato

Identificación	Tipo	Std. Conc	RT	Área	mg/kg	%Rec	%Dev
Blanco Electrónico	Solvente		1.61	55.271			
Blanco Reactivo	Blanco		1.6	53.303			
Blanco Matriz	Blanco		1.6	41.295			
Nivel 1 Curva	Estándar	0.0022	1.56	8187.201	0.0023	104.7	4.7
Nivel 2 Curva	Estándar	0.0046	1.56	15420.292	0.0045	98.5	-1.5
Nivel 3 Curva	Estándar	0.0094	1.56	29261.715	0.0089	94.6	-5.4
Nivel 4 Curva	Estándar	0.0191	1.56	61397.344	0.0194	101.8	1.8
Nivel 5 Curva	Estándar	0.0389	1.56	120939.969	0.039	100.3	0.3
Recuperación	Recuperación	0.0094	1.56	30366.818	0.0093	99.4	-0.6
Muestra 3	Analito		1.62	46.819			
Muestra 4	Analito		1.57	57.38			
Muestra 5	Analito		1.62	19.593			
Muestra 6	Analito		1.61	53.387			
Muestra 7	Analito		1.61	15.237			
Muestra 8	Analito		1.61	10.11			
Muestra 9	Analito		1.61	10.381			
Muestra 11	Analito		1.56	1320.35			
Muestra 12	Analito		1.6	24.85			
Muestra 14	Analito		1.56	3635.643	0.0007		
Muestra 16	Analito		1.62	35.237			
Muestra 19	Analito		1.56	1757.482	0.0001		
Muestra 20	Analito		1.59	54.172			
Muestra 21	Analito		1.61	15.414			
Muestra 24	Analito		1.56	98.217			
Muestra 25	Analito		1.53	114.804			

Muestra 26	Analito	1.61	18.403	
Muestra 27	Analito	1.63	27.173	
Muestra 28	Analito	1.62	30.645	
Muestra 31	Analito	1.56	3603.485	0.0002
Muestra 32	Analito	1.59	30.055	
Muestra 34	Analito	1.62	25.793	
Muestra 24-B	Analito	1.6	54.95	
Muestra 37	Analito	1.59	95.389	
Muestra 39	Analito	1.56	5204.782	0.001
Muestra 44	Analito	1.59	198.967	
Muestra 45	Analito	1.59	89.782	
Muestra 47	Analito	1.56	110.05	
Muestra 48	Analito	1.6	45.559	
Muestra 49	Analito	1.6	41.479	
Muestra 50	Analito	1.56	7144.066	0.0018
Muestra 59	Analito	1.6	70.855	
Muestra 60	Analito	1.6	47.299	
Muestra 61	Analito	1.54	15.862	
Muestra 63	Analito	1.56	6329.958	0.0015
Muestra 64	Analito	1.56	19293.033	0.0068
Muestra AB	Analito	1.63	17.003	

Imidacloprid

Identificación	Tipo	Std. Conc	RT	Área	mg/kg	%Rec	%Dev
Blanco Electrónico	Solvente		1.48	85.396	0.0001		
Blanco Reactivo	Blanco		1.59	70.366			
Blanco Matriz	Blanco		1.45	283.335	0.0016		
Nivel 1 Curva	Estándar	0.0022	1.45	4256.382	0.0024	107.9	7.9
Nivel 2 Curva	Estándar	0.0046	1.45	7585.953	0.0044	96.7	-3.3
Nivel 3 Curva	Estándar	0.0094	1.45	14508.76	0.0089	94.6	-5.4
Nivel 4 Curva	Estándar	0.0191	1.45	29559.463	0.019	99.3	-0.7
Nivel 5 Curva	Estándar	0.0389	1.45	60291.367	0.0395	101.6	1.6
Recuperación	Recuperación	0.0094	1.45	14916.498	0.0093	98.5	-1.5
Muestra 3	Analito		1.52	16.267			
Muestra 4	Analito		1.45	148.028			
Muestra 5	Analito		1.45	2784.208	0.0014		
Muestra 6	Analito		1.46	3608.082	0.0019		
Muestra 7	Analito		1.45	3010.917	0.0006		
Muestra 8	Analito		1.55	89.549			
Muestra 9	Analito		1.45	2067.232	0.001		
Muestra 11	Analito		1.45	2055.592	0.0009		
Muestra 12	Analito		1.45	1101.644	0.0002		
Muestra 14	Analito		1.47	50.097			
Muestra 16	Analito		1.46	38.702			
Muestra 19	Analito		1.45	1337.649	0.0004		
Muestra 20	Analito		1.46	1401.311	0.0004		
Muestra 21	Analito		1.45	2020.783	0.0008		
Muestra 24	Analito		1.45	1048.459	0.0001		
Muestra 25	Analito		1.45	251.819			

Muestra 26	Analito	1.45	307.444	
Muestra 27	Analito	1.45	4193.452	0.0023
Muestra 28	Analito	1.45	3064.939	0.0018
Muestra 31	Analito	1.44	378.771	
Muestra 32	Analito	1.45	666.26	
Muestra 34	Analito	1.45	4347.609	0.0021
Muestra 24-B	Analito	1.45	180.572	
Muestra 37	Analito	1.45	17701.223	0.016
Muestra 39	Analito	1.45	2322.592	0.0008
Muestra 44	Analito	1.46	9514.94	0.0079
Muestra 45	Analito	1.46	480.625	
Muestra 47	Analito	1.45	3108.175	0.0015
Muestra 48	Analito	1.45	1921.316	0.0004
Muestra 49	Analito	1.45	209.678	
Muestra 50	Analito	1.46	2039.141	0.0005
Muestra 59	Analito	1.45	317.698	
Muestra 60	Analito	1.45	494.444	
Muestra 61	Analito			
Muestra 63	Analito	1.45	244.928	
Muestra 64	Analito	1.45	186.604	
Muestra AB	Analito	1.45	510.716	

Metalaxil

Identificación	Tipo	Std. Conc	RT	Área	mg/kg	%Rec	%Dev
Blanco Electrónico	Solvente		2.45	13423.103	0.0125		
Blanco Reactivo	Blanco		2.43	16007.751	0.0149		
Blanco Matriz	Blanco		2.43	15020.613	0.0139		
Nivel 1 Curva	Estándar	0.0022	2.43	42831.277	0.0023	105.8	5.8
Nivel 2 Curva	Estándar	0.0046	2.42	69091.32	0.0045	97.5	-2.5
Nivel 3 Curva	Estándar	0.0094	2.42	121651.156	0.009	95.8	-4.2
Nivel 4 Curva	Estándar	0.0191	2.42	233450.484	0.0191	99.9	-0.1
Nivel 5 Curva	Estándar	0.0389	2.42	458521.844	0.0393	101.1	1.1
Recuperación	Recuperación	0.0094	2.42	122381.195	0.0092	97.6	-2.4
Muestra 3	Analito		2.42	35257.957	0.0016		
Muestra 4	Analito		2.43	18099.002	0.0001		
Muestra 5	Analito		2.43	14267.748			
Muestra 6	Analito		2.43	14175.427			
Muestra 7	Analito		2.43	13502.357			
Muestra 8	Analito		2.43	13648.565			
Muestra 9	Analito		2.43	13386.333			
Muestra 11	Analito		2.43	13521.3			
Muestra 12	Analito		2.43	13756.826			
Muestra 14	Analito		2.42	13713.403			
Muestra 16	Analito		2.43	15871.872			
Muestra 19	Analito		2.43	14919.199			
Muestra 20	Analito		2.42	14655.39			
Muestra 21	Analito		2.42	15108.447			
Muestra 24	Analito		2.42	16577.9			
Muestra 25	Analito		2.43	14986.324			

Muestra 26	Analito	2.42	14927.631
Muestra 27	Analito	2.42	13575.791
Muestra 28	Analito	2.42	13544.827
Muestra 31	Analito	2.42	21700.252
Muestra 32	Analito	2.43	14936.332
Muestra 34	Analito	2.43	14542.962
Muestra 24-B	Analito	2.42	14272.955
Muestra AB	Analito	2.43	12824.158

Metamidofos

Identificación	Tipo	Std. Conc	RT	Área	mg/kg	%Rec	%Dev
Blanco Electrónico	Solvente		0.67	13.336	0		
Blanco Reactivo	Blanco		0.63	3.635			
Blanco Matriz	Blanco		0.6	102.401	0.001		
Nivel 1 Curva	Estándar	0.0022	0.59	2372.698	0.0023	106.4	6.4
Nivel 2 Curva	Estándar	0.0046	0.59	4604.381	0.0045	97.2	-2.8
Nivel 3 Curva	Estándar	0.0094	0.59	9034.952	0.0088	93.4	-6.6
Nivel 4 Curva	Estándar	0.0191	0.59	19738.104	0.0196	102.7	2.7
Nivel 5 Curva	Estándar	0.0389	0.59	38826.598	0.039	100.2	0.2
Recuperación	Recuperación	0.0094	0.59	9175.552	0.009	95.9	-4.1
Muestra 3	Analito		0.59	10718.143	0.0109		
Muestra 4	Analito		0.59	6804.177	0.0073		
Muestra 5	Analito						
Muestra 6	Analito						
Muestra 7	Analito						
Muestra 8	Analito		0.59	85000.578	0.0856		
Muestra 9	Analito						
Muestra 11	Analito						
Muestra 12	Analito						
Muestra 14	Analito						
Muestra 16	Analito						
Muestra 19	Analito		0.59	61.87			
Muestra 20	Analito		0.59	2585.028	0.0026		
Muestra 21	Analito						
Muestra 24	Analito		0.59	19.947			
Muestra 25	Analito		0.59	3807.601	0.0042		

Muestra 26	Analito	0.59	52.259	
Muestra 27	Analito			
Muestra 28	Analito			
Muestra 31	Analito			
Muestra 32	Analito			
Muestra 34	Analito			
Muestra 24-B	Analito			
Muestra 37	Analito	0.59	16.561	
Muestra 39	Analito	0.59	38.542	
Muestra 44	Analito			
Muestra 45	Analito	0.59	29.866	
Muestra 47	Analito	0.59	129.189	
Muestra 48	Analito	0.59	93.475	
Muestra 49	Analito	0.59	7374.948	0.0174
Muestra 50	Analito	0.58	32.048	
Muestra 59	Analito	0.59	6598.578	0.0156
Muestra 60	Analito	0.59	5248.291	0.0123
Muestra 61	Analito			
Muestra 63	Analito	0.59	17.935	
Muestra 64	Analito	0.59	77.353	
Muestra AB	Analito	0.59	78688.258	0.0834

Ometoato

Identificación	Tipo	Std. Conc	RT	Área	mg/kg	%Rec	%Dev
Blanco Electrónico	Solvente		1	249.098			
Blanco Reactivo	Blanco		0.85	2855.423			
Blanco Matriz	Blanco		0.85	1330.978			
Nivel 1 Curva	Estándar	0.0022	0.85	13638.786	0.002	92.84	-7.16
Nivel 2 Curva	Estándar	0.0046	0.85	27480.381	0.0056	121.27	21.27
Nivel 3 Curva	Estándar	0.0094	0.85	38568.762	0.0084	89.48	-10.52
Nivel 4 Curva	Estándar	0.0191	0.85	74506.617	0.0176	92.1	-7.9
Nivel 5 Curva	Estándar	0.0389	0.85	164486.172	0.0406	104.31	4.31
Recuperación	Recuperación	0.0094	0.85	38371.703	0.0084	88.94	-11.06
Muestra 37	Analito						
Muestra 39	Analito		0.85	8910.276	0.0008		
Muestra 44	Analito		0.84	461.662			
Muestra 45	Analito						
Muestra 47	Analito						
Muestra 48	Analito						
Muestra 49	Analito		0.84	4528.444			
Muestra 50	Analito		0.85	4460.27			
Muestra 59	Analito		0.85	2749.514			
Muestra 60	Analito		0.84	2083.093			
Muestra 61	Analito		0.85	3069.024			
Muestra 63	Analito		0.85	34324.051	0.0073		
Muestra 64	Analito		0.85	63920.414	0.0149		

Penconazole

Identificación	Tipo	Std. Conc	RT	Área	mg/kg	%Rec	%Dev
Blanco Electrónico	Solvente		3.04	126843.43	0.3767		
Blanco Reactivo	Blanco		3.02	157890.453	0.4688		
Blanco Matriz	Blanco		3.02	124635.094	0.3625		
Nivel 1 Curva	Estándar	0.0022	3.02	132531.844	0.0028	126.7	26.7
Nivel 2 Curva	Estándar	0.0046	3.02	142176.141	0.0037	81	-19
Nivel 3 Curva	Estándar	0.0094	3.02	162004.953	0.0085	90.3	-9.7
Nivel 4 Curva	Estándar	0.0191	3.02	197189.125	0.0187	97.9	-2.1
Nivel 5 Curva	Estándar	0.0389	3.02	275114.375	0.0405	104.1	4.1
Recuperación	Recuperación	0.0094	3.02	161684.625	0.0089	94.2	-5.8
Muestra 3	Analito		3.02	123495.617			
Muestra 4	Analito		3.02	125370.453	0.0023		
Muestra 5	Analito		3.02	122547.086	0.0003		
Muestra 6	Analito		3.02	136510.469	0.0031		
Muestra 7	Analito		3.02	125341.734			
Muestra 8	Analito		3.02	123205.313			
Muestra 9	Analito		3.02	124189.531	0.0041		
Muestra 11	Analito		3.02	126009.203	0.0014		
Muestra 12	Analito		3.02	123822.633	0.0002		
Muestra 14	Analito		3.02	125525.859	0.0002		
Muestra 16	Analito		3.02	124910.383	0.0034		
Muestra 19	Analito		3.02	124100.063	0.0025		
Muestra 20	Analito		3.02	124500.617	0.0012		
Muestra 21	Analito		3.02	126851.969			
Muestra 24	Analito		3.02	124638.688			
Muestra 25	Analito		3.02	125066.57	0.0039		

Muestra 26	Analito	3.02	123957.609	
Muestra 27	Analito	3.02	126126.453	0
Muestra 28	Analito	3.02	124416.672	0.0054
Muestra 31	Analito	3.02	125742.773	
Muestra 32	Analito	3.02	124381.398	0.0034
Muestra 34	Analito	3.02	128076.367	
Muestra 24-B	Analito	3.02	123834.031	0.0006
Muestra AB	Analito	3.03	124924.648	0.0003

Propamocarb

Identificación	Tipo	Std. Conc	RT	Área	mg/kg	%Rec	%Dev
Blanco Electronico	Solvente						
Blanco Reactivo	Blanco						
Blanco Matriz	Blanco		0.68	380.929	0.0008		
Nivel 1 Curva	Estándar	0.0022	0.68	10808.882	0.0024	107.3	7.3
Nivel 2 Curva	Estándar	0.0046	0.68	20511.469	0.0045	96.9	-3.1
Nivel 3 Curva	Estándar	0.0094	0.68	41449.371	0.0091	96.7	-3.3
Nivel 4 Curva	Estándar	0.0191	0.68	82208.383	0.0185	96.7	-3.3
Nivel 5 Curva	Estándar	0.0389	0.68	175001.359	0.0398	102.4	2.4
Recuperacion	Recuperación	0.0094	0.68	41961.207	0.0093	98.9	-1.1
Muestra 3	Analito		0.69	420.813			
Muestra 4	Analito		0.68	599.931			
Muestra 5	Analito		0.68	319.536			
Muestra 6	Analito		0.68	2223.744	0.0003		
Muestra 7	Analito		0.68	544.014			
Muestra 8	Analito		0.69	27469.652	0.0061		
Muestra 9	Analito		0.68	1560.988	0.0002		
Muestra 11	Analito		0.69	498.237			
Muestra 12	Analito		0.74	78.543			
Muestra 14	Analito		0.75	419.728			
Muestra 16	Analito		0.68	1608.674	0.0002		
Muestra 19	Analito		0.69	846.668			
Muestra 20	Analito		0.68	1729.474	0.0002		
Muestra 21	Analito						
Muestra 24	Analito		0.68	168.241			
Muestra 25	Analito		0.68	1171.245	0.0001		

Muestra 26	Analito	0.68	252.73	
Muestra 27	Analito			
Muestra 28	Analito			
Muestra 31	Analito	0.77	115.941	
Muestra 32	Analito	0.69	1083.859	0.0001
Muestra 34	Analito	0.68	732.631	
Muestra 24-B	Analito	0.68	26384.586	0.0061
Muestra AB	Analito	0.69	280.234	

Thiametoxan

Identificación	Tipo	Std. Conc	RT	Área	mg/kg	%Rec	%Dev
Blanco Electrónico	Solvente		1.23	1686.177			
Blanco Reactivo	Blanco		1.22	1642.928			
Blanco Matriz	Blanco		1.22	4679.407	0.0006		
Nivel 1 Curva	Estándar	0.0022	1.22	7552.4	0.0021	95.4	-4.6
Nivel 2 Curva	Estándar	0.0046	1.22	14096.224	0.0056	121.34	21.34
Nivel 3 Curva	Estándar	0.0094	1.22	19056.336	0.0082	87.47	-12.53
Nivel 4 Curva	Estándar	0.0191	1.23	35988.398	0.0172	90.23	-9.77
Nivel 5 Curva	Estándar	0.0389	1.22	80758.297	0.0411	105.56	5.56
Recuperación	Recuperación	0.0094	1.22	19131.059	0.0083	87.89	-12.11
Muestra 37	Analito		1.22	11240.701	0.0041		
Muestra 39	Analito		1.22	5107.062	0.0008		
Muestra 44	Analito		1.23	5455.993	0.001		
Muestra 45	Analito		1.23	12787.904	0.0049		
Muestra 47	Analito		1.22	4918.427	0.0007		
Muestra 48	Analito		1.23	3969.139	0.0002		
Muestra 49	Analito		1.22	4605.404	0.0005		
Muestra 50	Analito		1.22	7433.428	0.002		
Muestra 59	Analito		1.23	5444.547	0.001		
Muestra 60	Analito		1.23	3249.672			
Muestra 61	Analito		1.22	6363.007	0.0015		
Muestra 63	Analito		1.22	4250.811	0.0003		
Muestra 64	Analito		1.23	5904.12	0.0012		

Atrazina

Identificación	Tipo	Std. Conc	RT	Área	mg/kg	%Rec	%Dev
Blanco Electronico	Solvente	0.01	2.43	2721.06	0.001	10.39	-89.61
Blanco Reactivo	Blanco	0.01	2.42	5111.399	0.002	19.51	-80.49
Blanco Matriz	Blanco	0.01	2.41	3791.622	0.0014	14.47	-85.53
Nivel 1 Curva	Estándar	0.01	2.41	7709.753	0.0029	29.43	-70.57
Nivel 2 Curva	Estándar	0.01	2.41	13532.224	0.0052	51.65	-48.35
Nivel 3 Curva	Estándar	0.01	2.41	18159.273	0.0069	69.31	-30.69
Nivel 4 Curva	Estándar	0.01	2.41	29530.945	0.0113	112.72	12.72
Nivel 5 Curva	Estándar	0.01	2.41	62060.238	0.0237	236.88	136.88
Recuperacion	Recuperación	0.01	2.41	18604.473	0.0071	71.01	-28.99
Muestra 3	Analito	0.01	2.41	82693.789	0.0098	98.2	-1.8
Muestra 4	Analito	0.01	2.41	77564.969	0.0092	92.1	-7.9
Muestra 5	Analito	0.01	2.41	79989.898	0.0095	95	-5
Muestra 6	Analito	0.01	2.41	82696.406	0.0098	98.2	-1.8
Muestra 7	Analito	0.01	2.41	149366.266	0.0177	177.4	77.4
Muestra 8	Analito	0.01	2.41	84344.523	0.01	100.2	0.2
Muestra 9	Analito	0.01	2.41	73303.922	0.0087	87.1	-12.9
Muestra 11	Analito	0.01	2.41	79796.367	0.0095	94.8	-5.2
Muestra 12	Analito	0.01	2.41	81056.227	0.0096	96.3	-3.7
Muestra 14	Analito	0.01	2.41	82115.844	0.0098	97.5	-2.5
Muestra 16	Analito	0.01	2.41	75019.133	0.0089	89.1	-10.9
Muestra 19	Analito	0.01	2.41	76297.406	0.0091	90.6	-9.4
Muestra 20	Analito	0.01	2.41	79345.531	0.0094	94.3	-5.7
Muestra 21	Analito	0.01	2.41	84204.578	0.01	100	0
Muestra 24	Analito	0.01	2.41	87544.43	0.0104	104	4

Muestra 25	Analito	0.01	2.41	74236.75	0.0088	88.2	-11.8
Muestra 26	Analito	0.01	2.41	87661.469	0.0104	104.1	4.1
Muestra 27	Analito	0.01	2.41	83046.258	0.0099	98.7	-1.3
Muestra 28	Analito	0.01	2.41	71073.164	0.0084	84.4	-15.6
Muestra 31	Analito	0.01	2.41	139528.391	0.0166	165.7	65.7
Muestra 32	Analito	0.01	2.41	74698.758	0.0089	88.7	-11.3
Muestra 34	Analito	0.01	2.41	90220.148	0.0107	107.2	7.2
Muestra 24-B	Analito	0.01	2.41	80104.531	0.0095	95.2	-4.8
Muestra 37	Analito	0.01	2.41	74917.109	0.0286	285.96	185.96
Muestra 39	Analito	0.01	2.41	72419.117	0.0276	276.42	176.42
Muestra 44	Analito	0.01	2.41	71671.898	0.0274	273.57	173.57
Muestra 45	Analito	0.01	2.41	72490.188	0.0277	276.7	176.7
Muestra 47	Analito	0.01	2.41	92958.352	0.0355	354.82	254.82
Muestra 48	Analito	0.01	2.41	69455.047	0.0265	265.11	165.11
Muestra 49	Analito	0.01	2.41	76284.938	0.0291	291.18	191.18
Muestra 50	Analito	0.01	2.41	83285.039	0.0318	317.9	217.9
Muestra 59	Analito	0.01	2.41	74236.797	0.0283	283.36	183.36
Muestra 60	Analito	0.01	2.41	72320.922	0.0276	276.05	176.05
Muestra 61	Analito	0.01	2.41	74255.969	0.0283	283.44	183.44
Muestra 63	Analito	0.01	2.41	77304.828	0.0295	295.07	195.07
Muestra 64	Analito	0.01	2.41	66385.523	0.0253	253.39	153.39
Muestra AB	Analito	0.01	2.41	81480.367	0.0097	96.8	-3.2

Paration

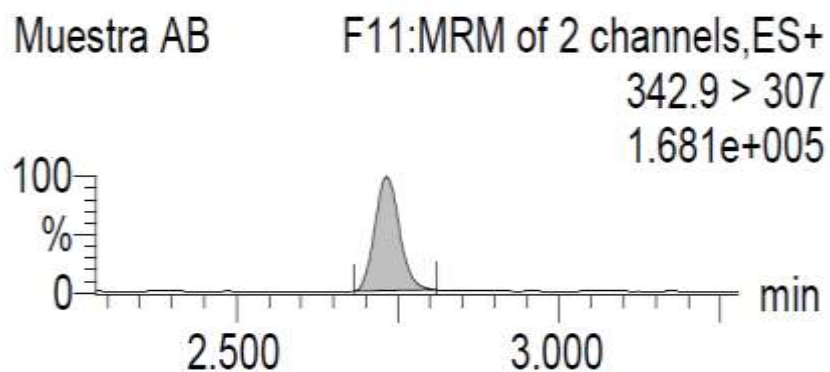
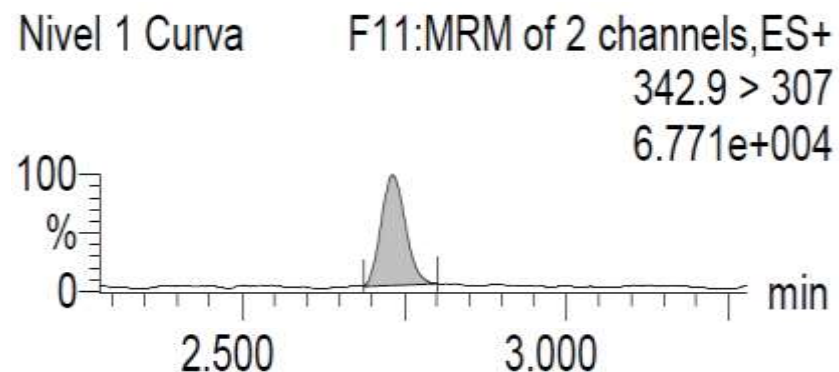
Identificación	Tipo	Std. Conc	RT	Área	mg/kg	%Rec	%Dev
Blanco Electronico	Solvente	0.01	2.99	860.795	0.0039	39.47	-60.53
Blanco Reactivo	Blanco	0.01	2.98	1779.195	0.0082	81.59	-18.41
Blanco Matriz	Blanco	0.01	2.98	1421.912	0.0065	65.21	-34.79
Nivel 1 Curva	Estándar	0.01	2.98	1813.381	0.0083	83.16	-16.84
Nivel 2 Curva	Estándar	0.01	2.98	1874.601	0.0086	85.97	-14.03
Nivel 3 Curva	Estándar	0.01	2.98	2098.199	0.0096	96.22	-3.78
Nivel 4 Curva	Estándar	0.01	2.98	2057.585	0.0094	94.36	-5.64
Nivel 5 Curva	Estándar	0.01	2.98	3059.346	0.014	140.3	40.3
Recuperacion	Recuperación	0.01	2.98	1896.263	0.0087	86.96	-13.04
Muestra 3	Analito	0.01	2.98	3046.844	0.0033	32.7	-67.3
Muestra 4	Analito	0.01	2.98	2292.78	0.0025	24.6	-75.4
Muestra 5	Analito	0.01	2.98	2895.214	0.0031	31.1	-68.9
Muestra 6	Analito	0.01	2.98	2793.771	0.003	30	-70
Muestra 7	Analito	0.01	2.98	3833.588	0.0041	41.2	-58.8
Muestra 8	Analito	0.01	2.98	2166.807	0.0023	23.3	-76.7
Muestra 9	Analito	0.01	2.98	1893.628	0.002	20.3	-79.7
Muestra 11	Analito	0.01	2.98	2740.541	0.0029	29.5	-70.5
Muestra 12	Analito	0.01	2.98	2785.466	0.003	29.9	-70.1
Muestra 14	Analito	0.01	2.98	2416.215	0.0026	26	-74
Muestra 16	Analito	0.01	2.98	2337.862	0.0025	25.1	-74.9
Muestra 19	Analito	0.01	2.98	2601.047	0.0028	28	-72
Muestra 20	Analito	0.01	2.98	2981.964	0.0032	32	-68
Muestra 21	Analito	0.01	2.98	2653.563	0.0029	28.5	-71.5
Muestra 24	Analito	0.01	2.98	2941.376	0.0032	31.6	-68.4
Muestra 25	Analito	0.01	2.98	2312.194	0.0025	24.8	-75.2

Muestra 26	Analito	0.01	2.98	3112.819	0.0033	33.5	-66.5
Muestra 27	Analito	0.01	2.98	2543.01	0.0027	27.3	-72.7
Muestra 28	Analito	0.01	2.98	2239.593	0.0024	24.1	-75.9
Muestra 31	Analito	0.01	2.98	9808.423	0.0105	105.4	5.4
Muestra 32	Analito	0.01	2.98	2284.231	0.0025	24.5	-75.5
Muestra 34	Analito	0.01	2.98	2957.194	0.0032	31.8	-68.2
Muestra 24-B	Analito	0.01	2.98	2986.385	0.0032	32.1	-67.9
Muestra 37	Analito	0.01	2.98	3094.273	0.0142	141.9	41.9
Muestra 39	Analito	0.01	2.98	3169.393	0.0145	145.34	45.34
Muestra 44	Analito	0.01	2.98	3092.224	0.0142	141.8	41.8
Muestra 45	Analito	0.01	2.98	2840.475	0.013	130.26	30.26
Muestra 47	Analito	0.01	2.98	3802.865	0.0174	174.39	74.39
Muestra 48	Analito	0.01	2.98	3113.797	0.0143	142.79	42.79
Muestra 49	Analito	0.01	2.98	3642.156	0.0167	167.02	67.02
Muestra 50	Analito	0.01	2.98	4045.001	0.0185	185.5	85.5
Muestra 59	Analito	0.01	2.98	3559.583	0.0163	163.24	63.24
Muestra 60	Analito	0.01	2.98	3039.186	0.0139	139.37	39.37
Muestra 61	Analito	0.01	2.98	3423.221	0.0157	156.98	56.98
Muestra 63	Analito	0.01	2.98	3330.703	0.0153	152.74	52.74
Muestra 64	Analito	0.01	2.98	2826.253	0.013	129.61	29.61
Muestra AB	Analito	0.01	2.98	2993.839	0.0032	32.2	-67.8

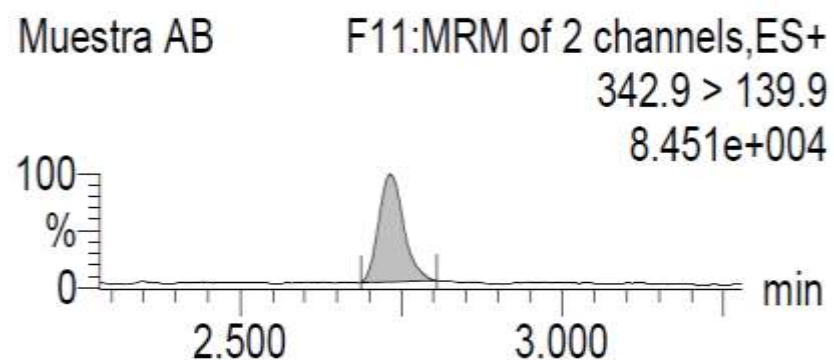
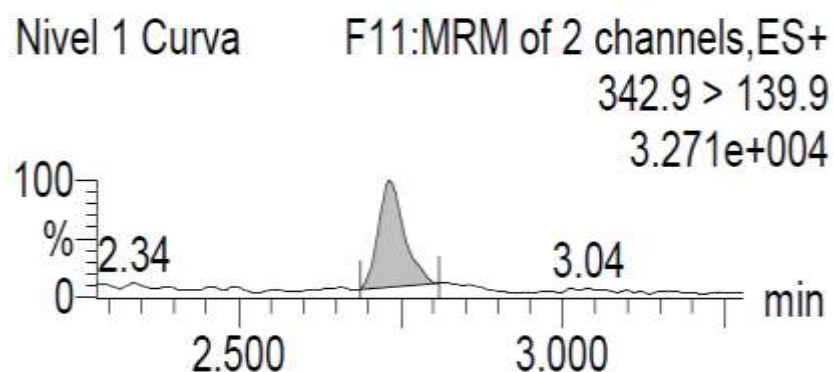
APÉNDICE 2: Cromatogramas de los plaguicidas

Boscalid

Cromatograma de cuantificación



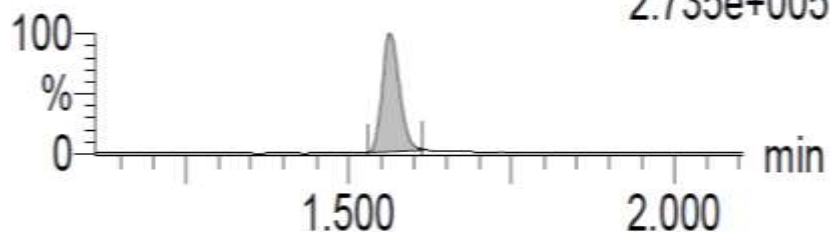
Cromatograma de confirmación



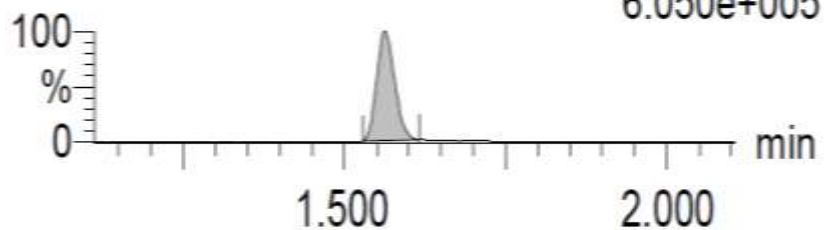
Dimetoato

Cromatograma de cuantificación

Nivel 1 Curva F5:MRM of 2 channels,ES+
230.1 > 199
2.735e+005

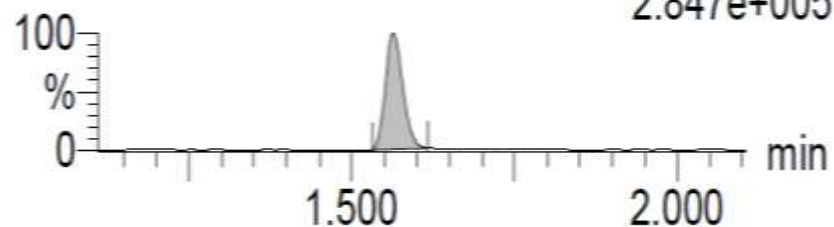


Muestra 64 F4:MRM of 2 channels,ES+
230.1 > 199
6.050e+005

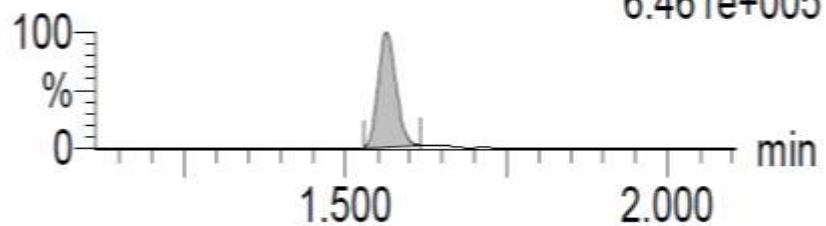


Cromatograma de confirmación

Nivel 1 Curva F5:MRM of 2 channels,ES+
230.1 > 125
2.847e+005



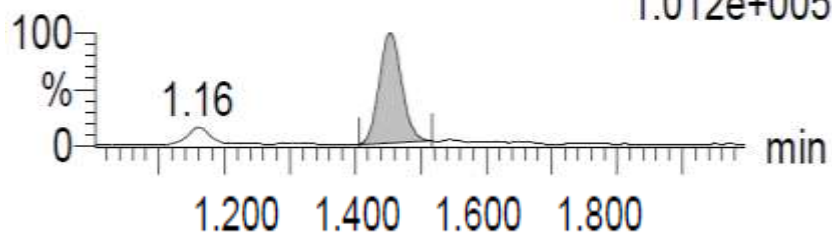
Muestra 64 F4:MRM of 2 channels,ES+
230.1 > 125
6.461e+005



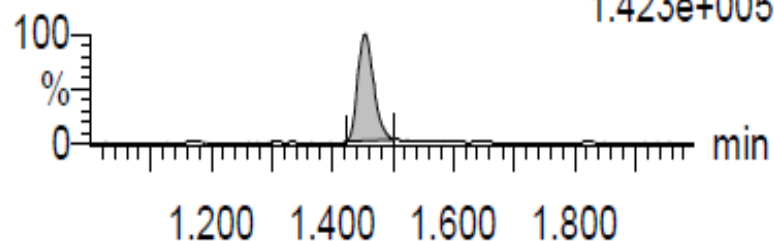
Imidacloprid

Cromatograma de cuantificación

Nivel 1 Curva F5:MRM of 2 channels,ES+
256.1 > 175.1
1.012e+005

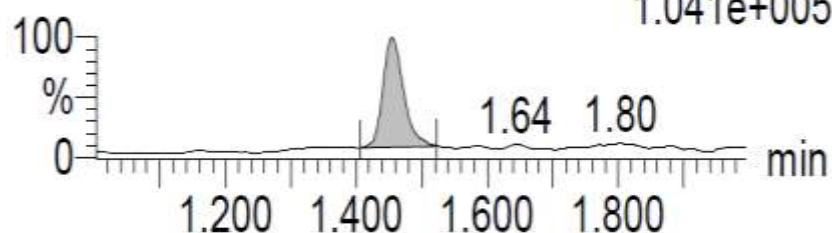


Muestra 27 F7:MRM of 2 channels,ES+
256.1 > 175.1
1.423e+005

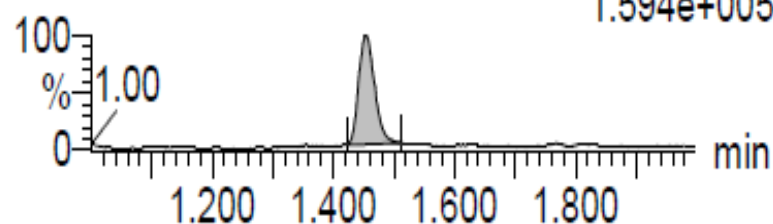


Cromatograma de confirmación

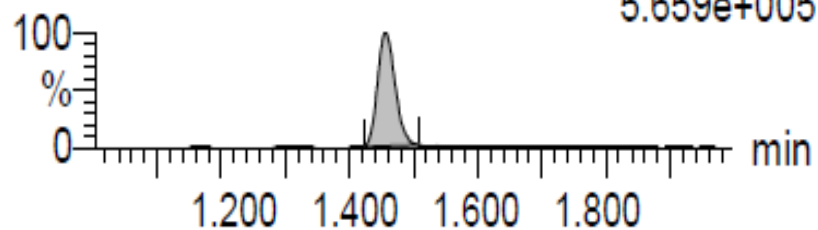
Nivel 1 Curva F5:MRM of 2 channels,ES+
256.1 > 209.1
1.041e+005



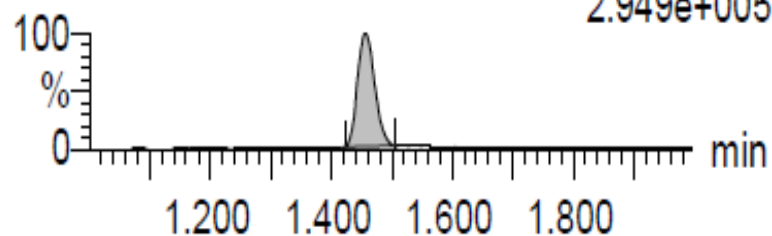
Muestra 27 F7:MRM of 2 channels,ES+
256.1 > 209.1
1.594e+005



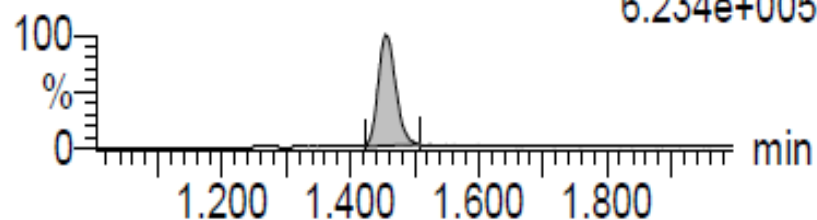
Muestra 37 F5:MRM of 2 channels,ES+
256.1 > 175.1
5.659e+005



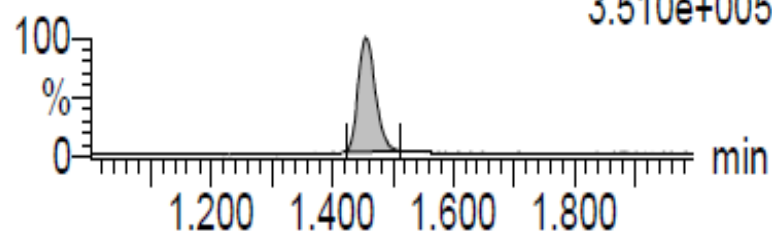
Muestra 44 F5:MRM of 2 channels,ES+
256.1 > 175.1
2.949e+005



Muestra 37 F5:MRM of 2 channels,ES+
256.1 > 209.1
6.234e+005



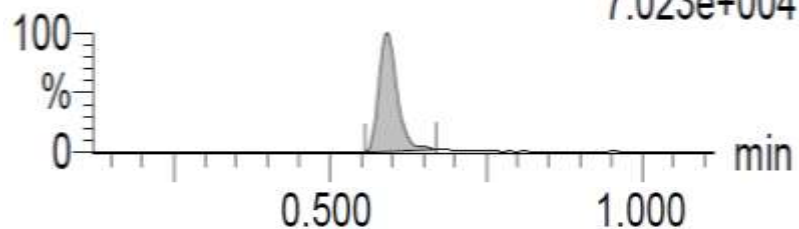
Muestra 44 F5:MRM of 2 channels,ES+
256.1 > 209.1
3.510e+005



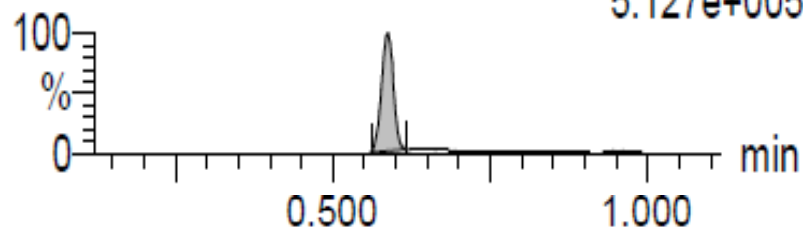
Metamidofos

Cromatograma de cuantificación

Nivel 1 Curva F1:MRM of 2 channels,ES+
142 > 93.9
7.023e+004

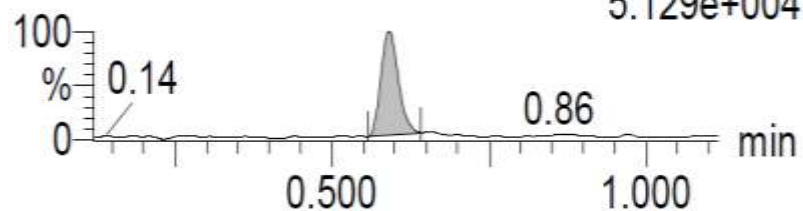


Muestra 3 F1:MRM of 2 channels,ES+
142 > 93.9
5.127e+005

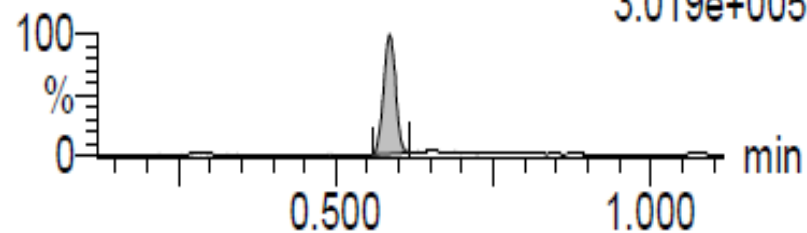


Cromatograma de confirmación

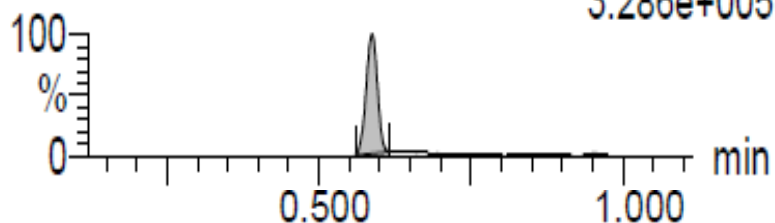
Nivel 1 Curva F1:MRM of 2 channels,ES+
142 > 124.9
5.129e+004



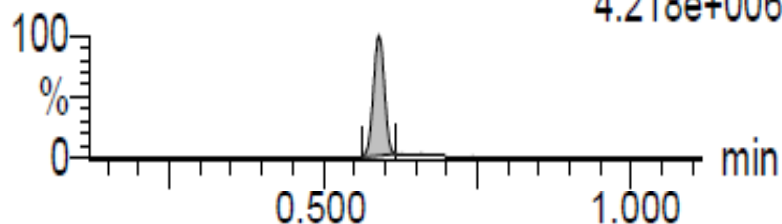
Muestra 3 F1:MRM of 2 channels,ES+
142 > 124.9
3.019e+005



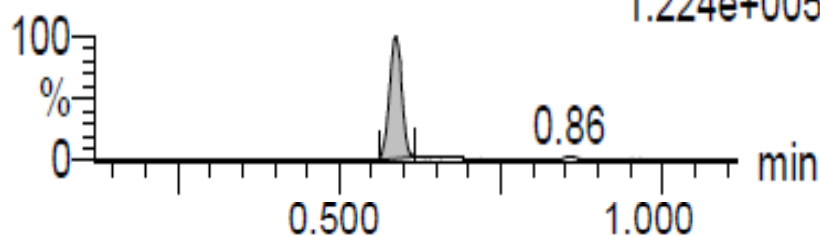
Muestra 4 F1:MRM of 2 channels,ES+
142 > 93.9
3.286e+005



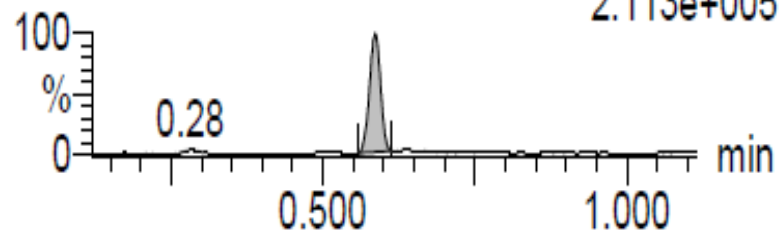
Muestra 8 F1:MRM of 2 channels,ES+
142 > 93.9
4.218e+006



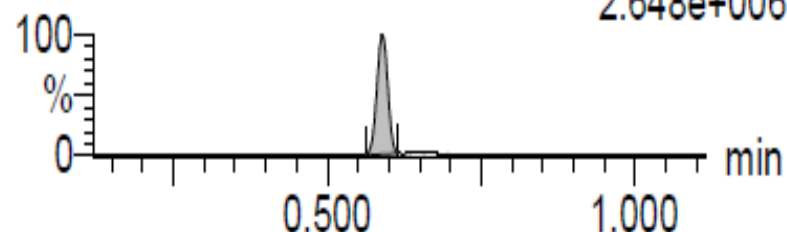
Muestra 20 F1:MRM of 2 channels,ES+
142 > 93.9
1.224e+005



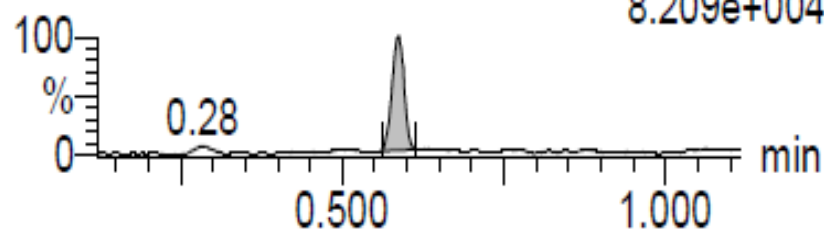
Muestra 4 F1:MRM of 2 channels,ES+
142 > 124.9
2.113e+005



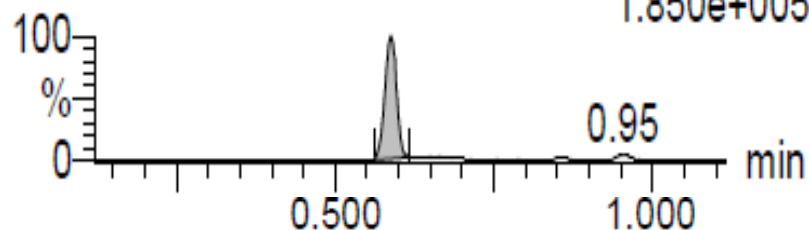
Muestra 8 F1:MRM of 2 channels,ES+
142 > 124.9
2.648e+006



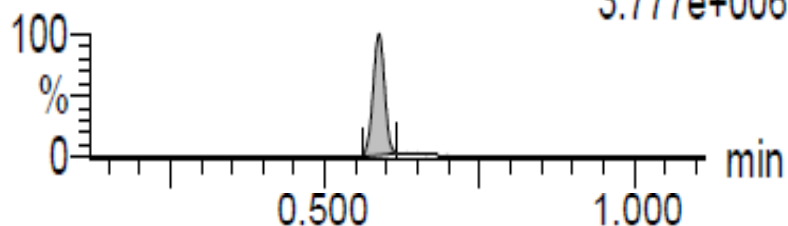
Muestra 20 F1:MRM of 2 channels,ES+
142 > 124.9
8.209e+004



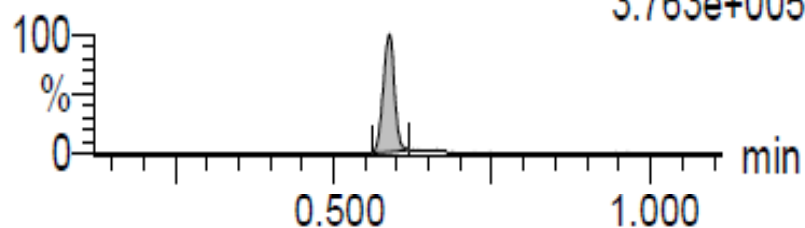
Muestra 25 F1:MRM of 2 channels,ES+
142 > 93.9
1.850e+005



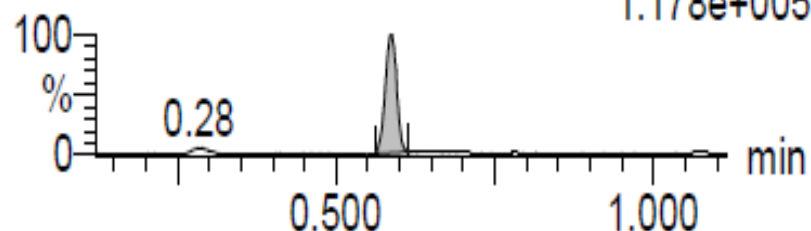
Muestra 24-B F1:MRM of 2 channels,ES+
142 > 93.9
3.777e+006



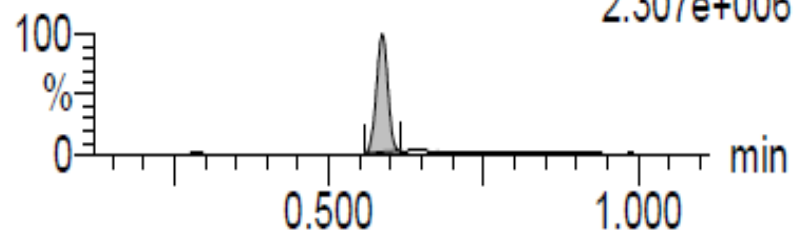
Muestra 49 F1:MRM of 2 channels,ES+
142 > 93.9
3.763e+005



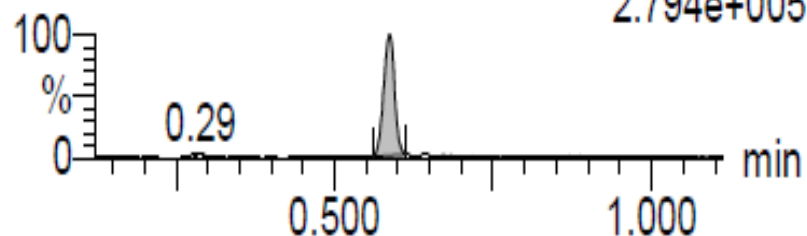
Muestra 25 F1:MRM of 2 channels,ES+
142 > 124.9
1.178e+005



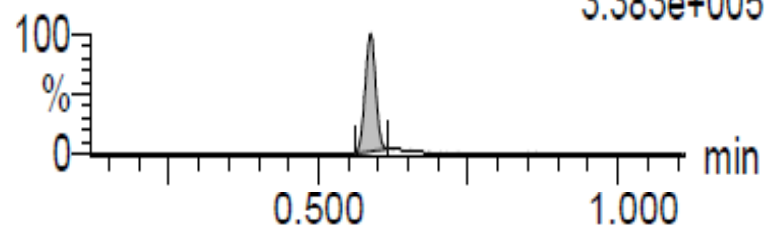
Muestra 24-B F1:MRM of 2 channels,ES+
142 > 124.9
2.307e+006



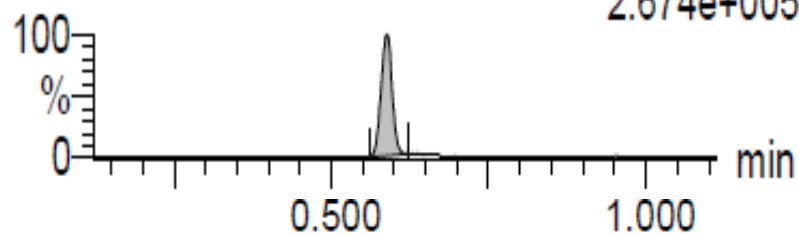
Muestra 49 F1:MRM of 2 channels,ES+
142 > 124.9
2.794e+005



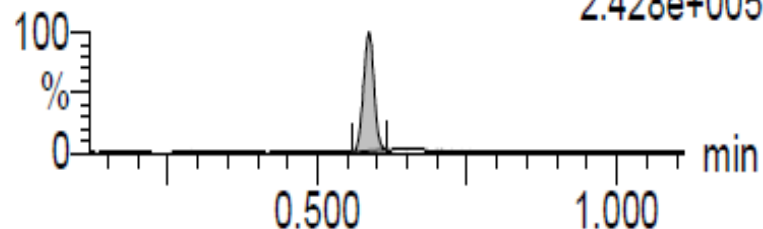
Muestra 59 F1:MRM of 2 channels,ES+
142 > 93.9
3.383e+005



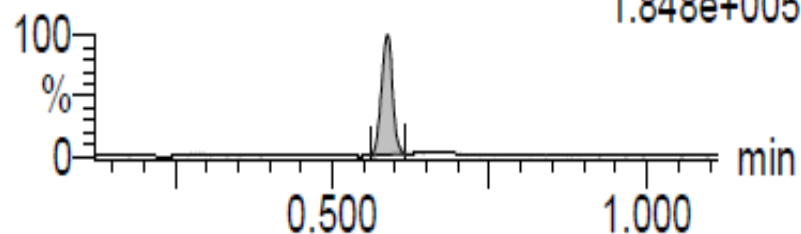
Muestra 60 F1:MRM of 2 channels,ES+
142 > 93.9
2.674e+005



Muestra 59 F1:MRM of 2 channels,ES+
142 > 124.9
2.428e+005



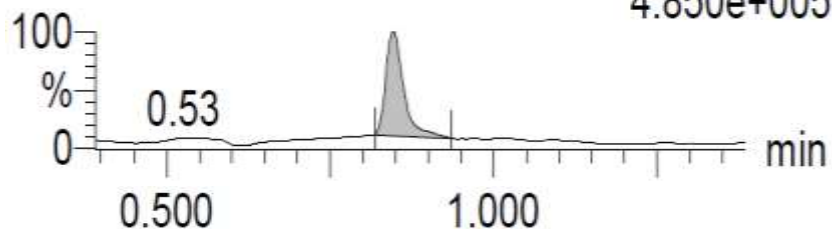
Muestra 60 F1:MRM of 2 channels,ES+
142 > 124.9
1.848e+005



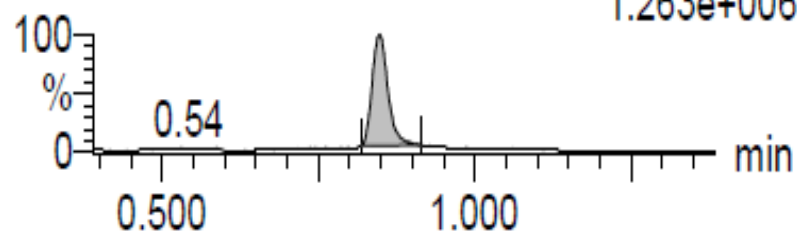
Ometoato

Cromatograma de cuantificación

Nivel 1 Curva F2:MRM of 2 channels,ES+
214.1 > 125.1
4.850e+005

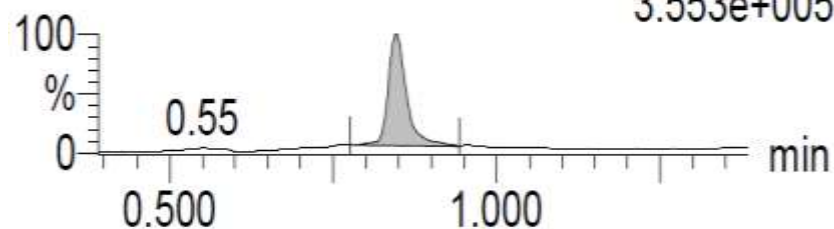


Muestra 63 F2:MRM of 2 channels,ES+
214.1 > 125.1
1.263e+006

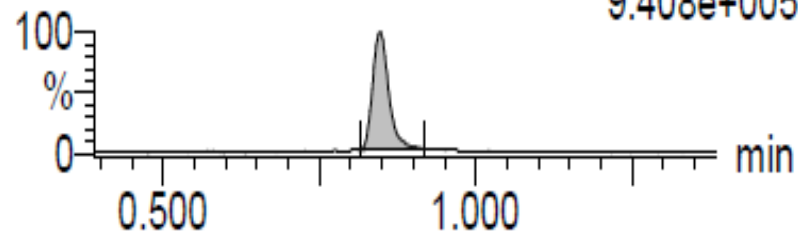


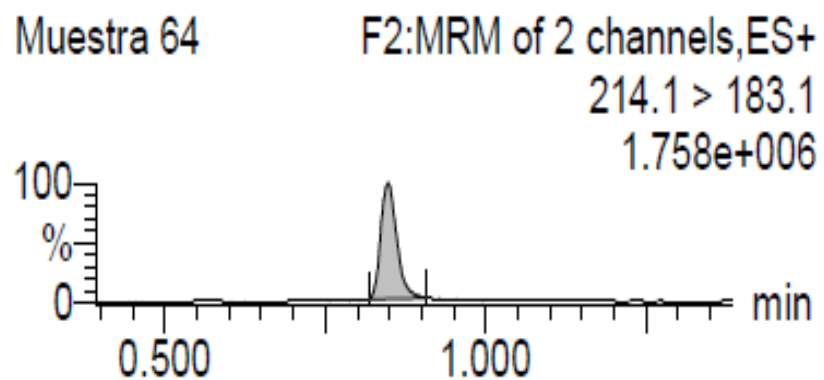
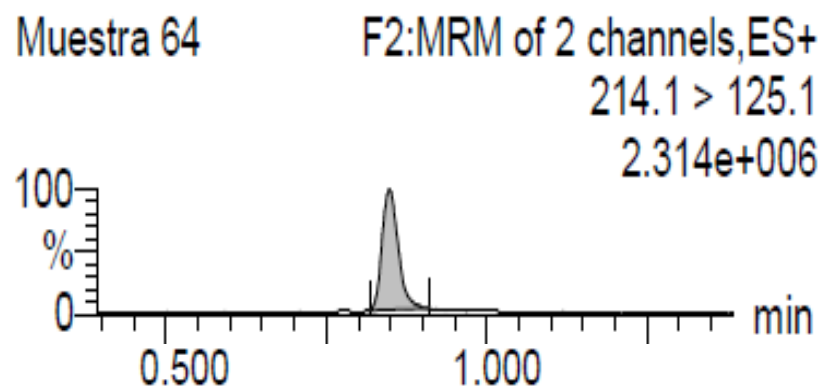
Cromatograma de confirmación

Nivel 1 Curva F2:MRM of 2 channels,ES+
214.1 > 183.1
3.553e+005



Muestra 63 F2:MRM of 2 channels,ES+
214.1 > 183.1
9.408e+005

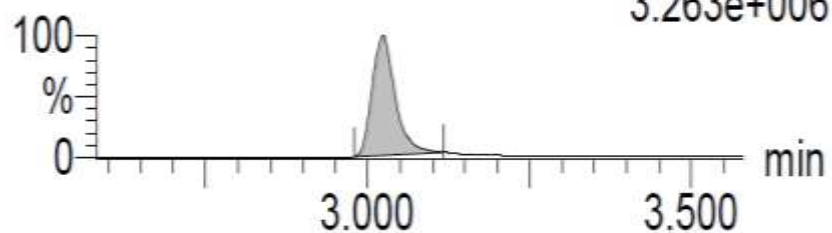




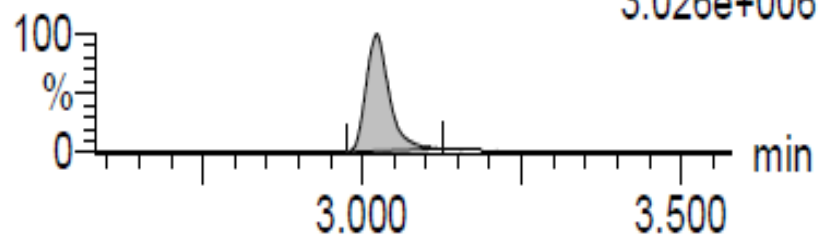
Penconazole

Cromatograma de cuantificación

Nivel 1 Curva F9:MRM of 2 channels,ES+
284 > 70.1
3.263e+006

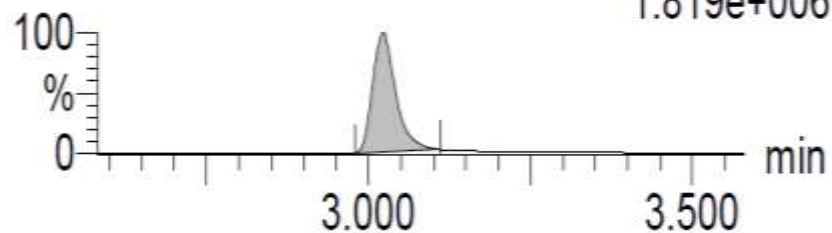


Muestra 4 F9:MRM of 2 channels,ES+
284 > 70.1
3.026e+006

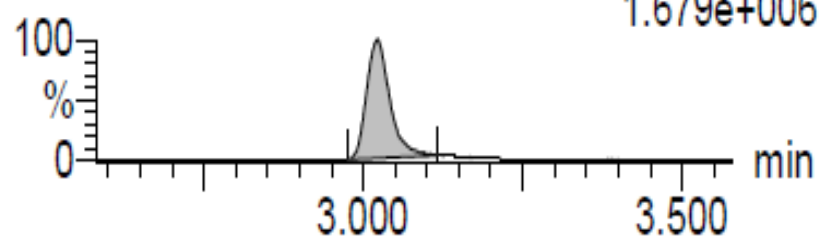


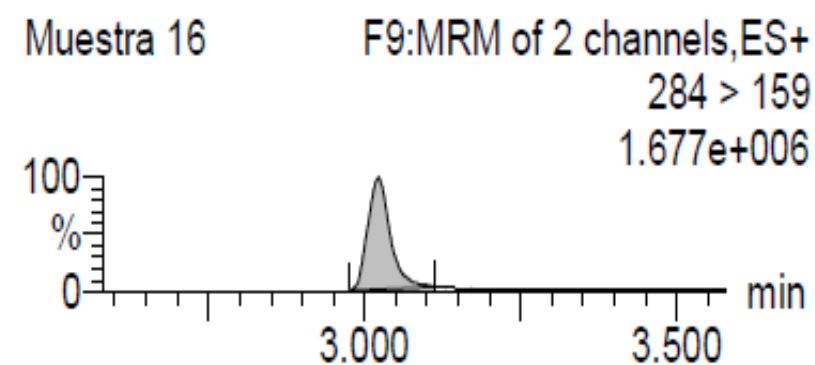
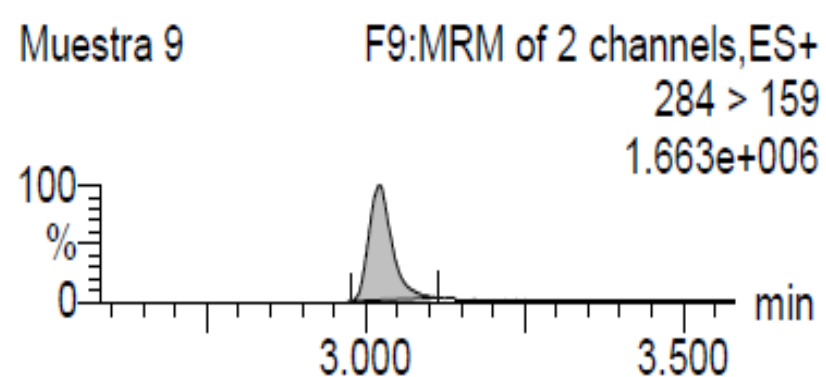
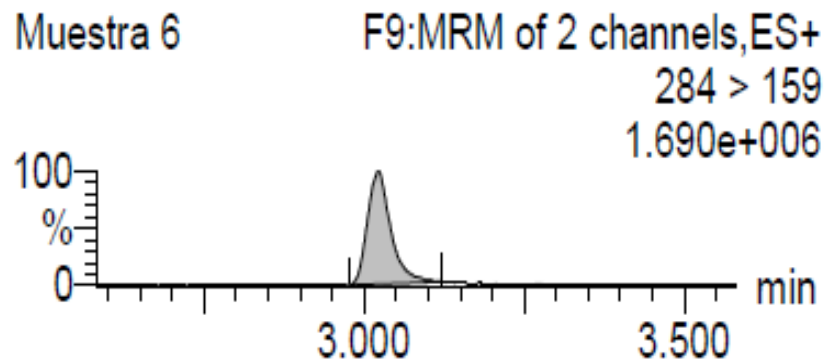
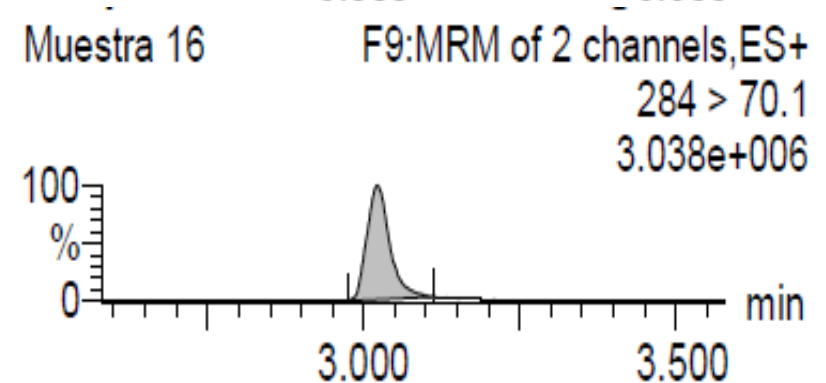
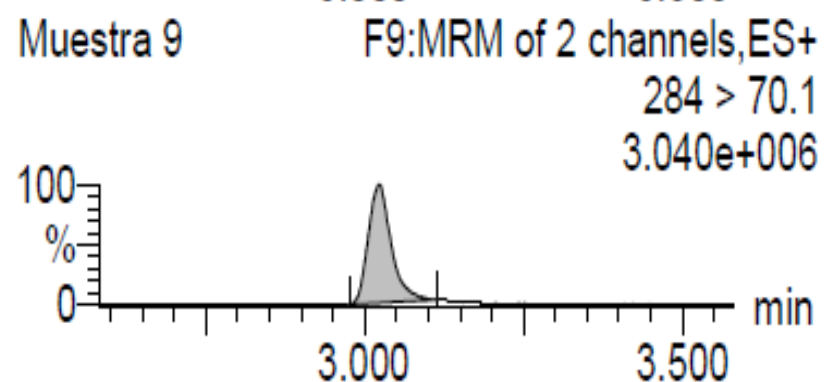
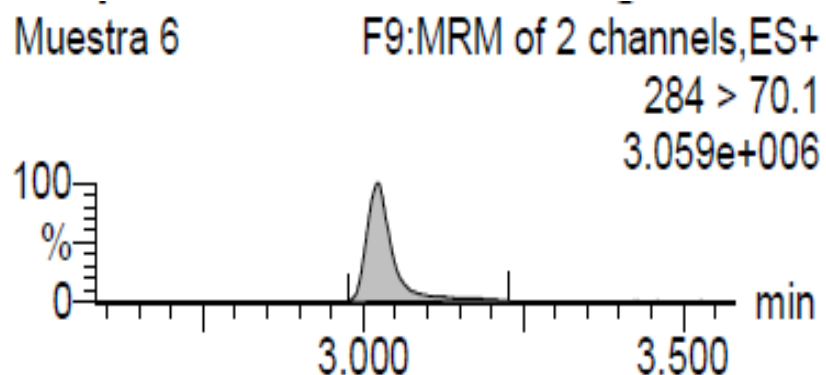
Cromatograma de confirmación

Nivel 1 Curva F9:MRM of 2 channels,ES+
284 > 159
1.819e+006

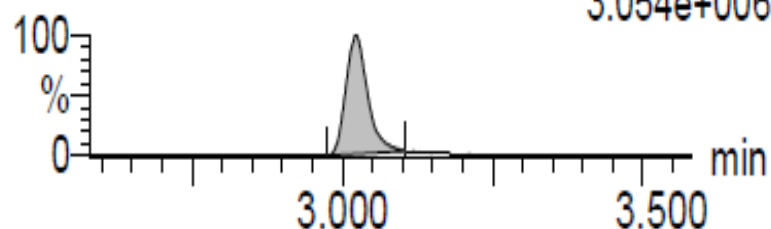


Muestra 4 F9:MRM of 2 channels,ES+
284 > 159
1.679e+006

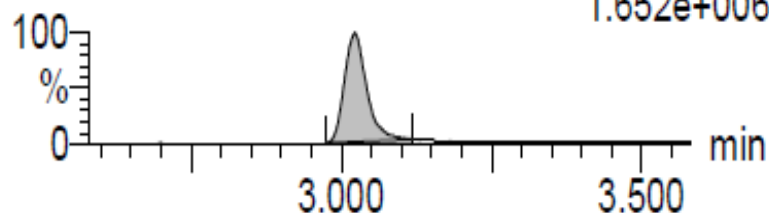




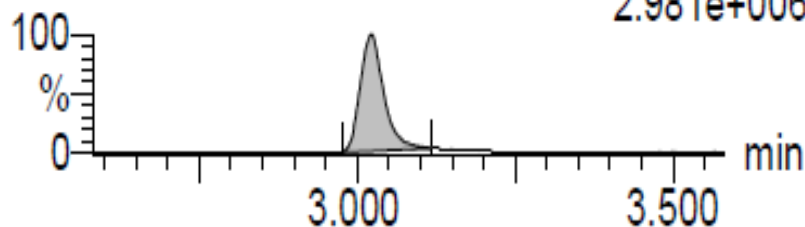
Muestra 19 F9:MRM of 2 channels,ES+
284 > 70.1
3.054e+006



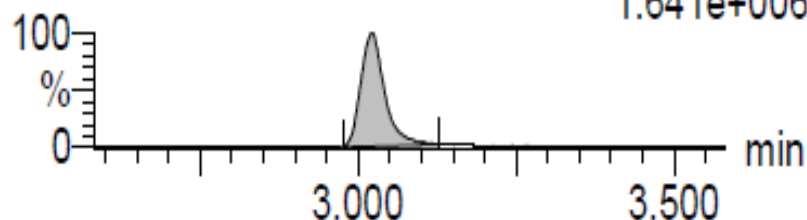
Muestra 19 F9:MRM of 2 channels,ES+
284 > 159
1.652e+006



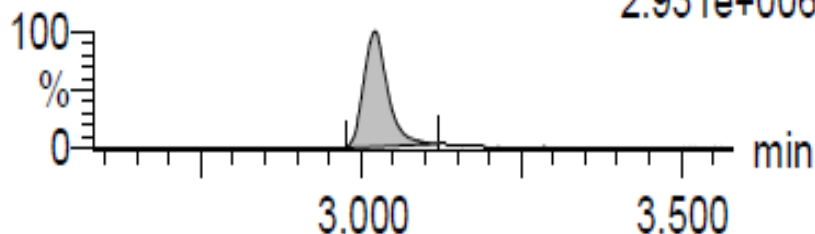
Muestra 25 F9:MRM of 2 channels,ES+
284 > 70.1
2.981e+006



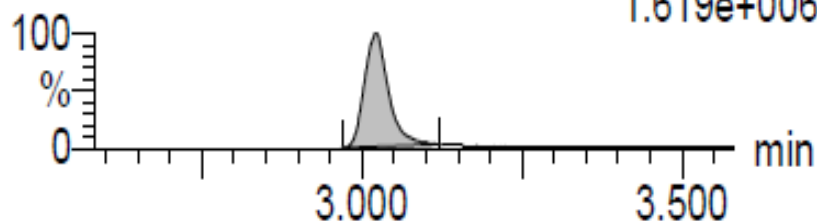
Muestra 25 F9:MRM of 2 channels,ES+
284 > 159
1.641e+006

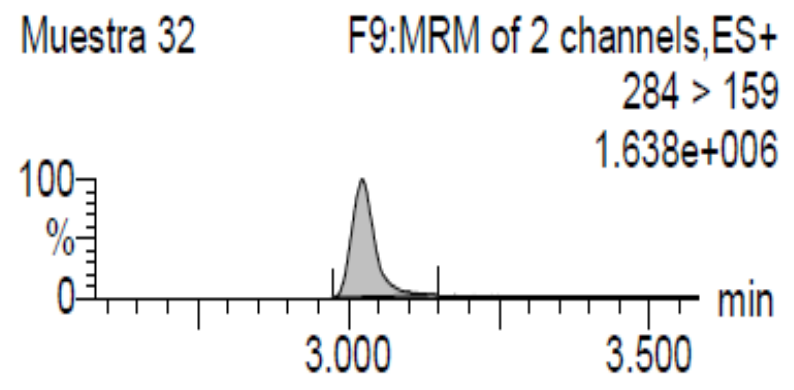
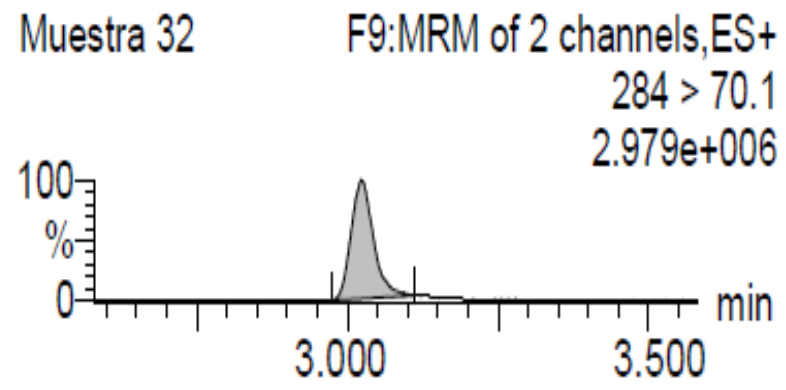


Muestra 28 F9:MRM of 2 channels,ES+
284 > 70.1
2.931e+006



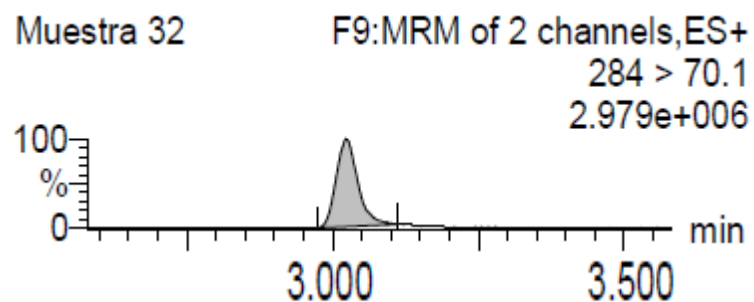
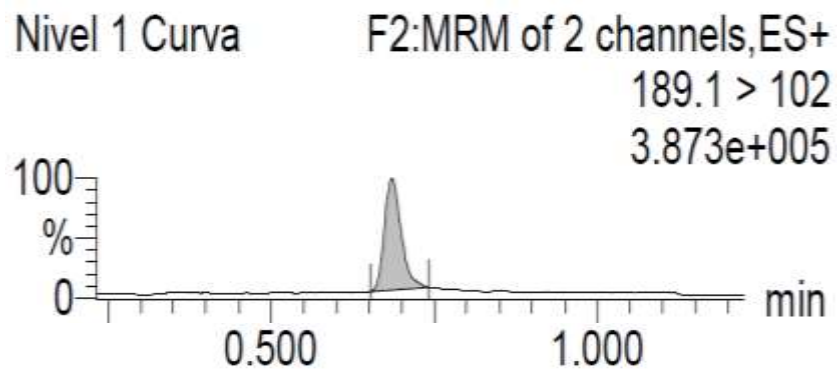
Muestra 28 F9:MRM of 2 channels,ES+
284 > 159
1.619e+006



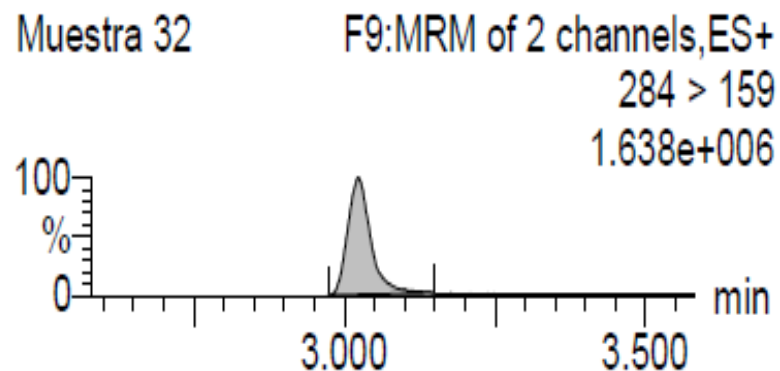
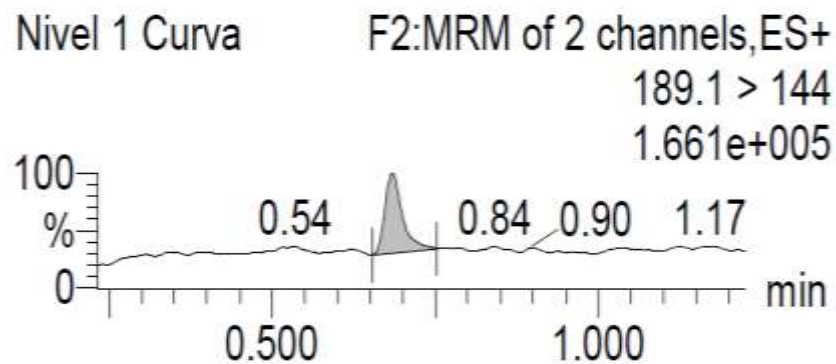


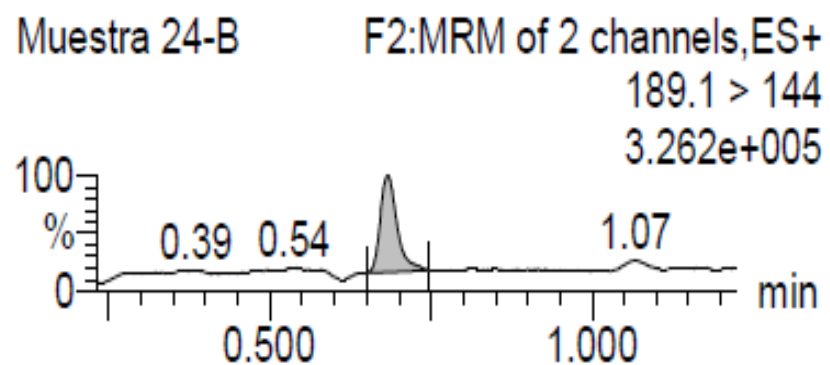
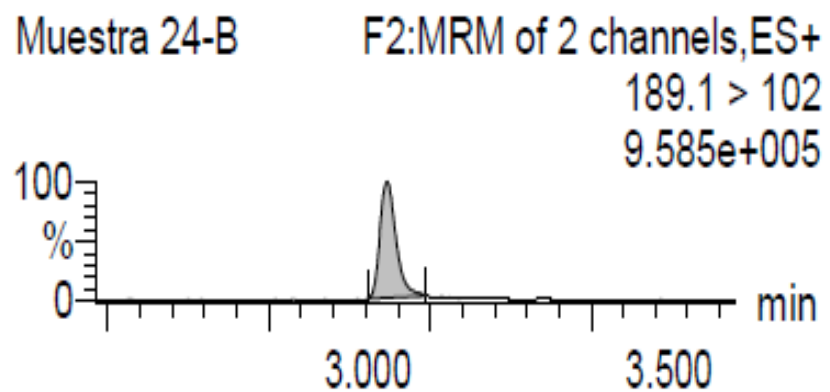
Propamocarb

Cromatograma de cuantificación



Cromatograma de confirmación

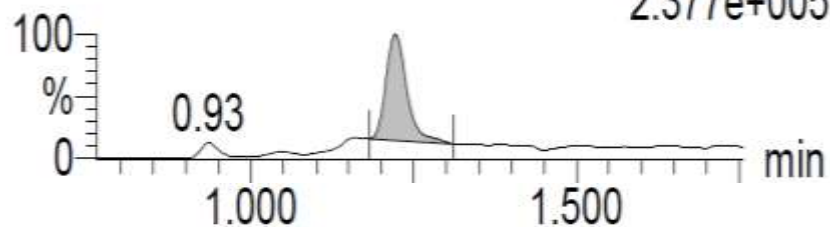




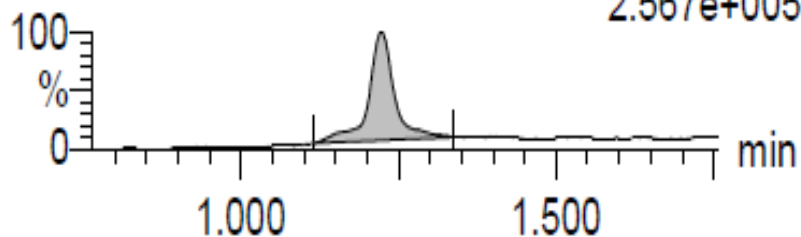
Thiametoxan

Cromatograma de cuantificación

Nivel 1 Curva F6:MRM of 2 channels,ES+
292 > 211.2
2.377e+005

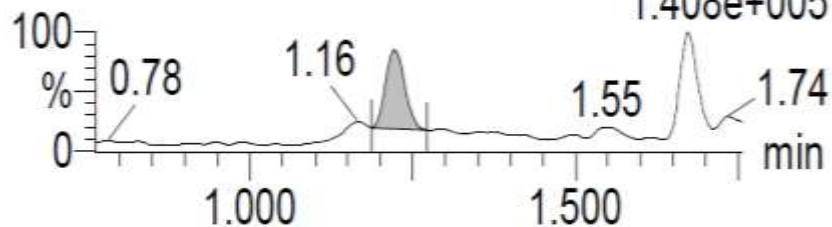


Muestra 37 F6:MRM of 2 channels,ES+
292 > 211.2
2.567e+005



Cromatograma de confirmación

Nivel 1 Curva F6:MRM of 2 channels,ES+
292 > 132
1.408e+005



Muestra 37 F6:MRM of 2 channels,ES+
292 > 132
1.213e+005

