

CRIA

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria



**REGIÓN ORIENTE
CADENA DE LOROCO**

DETERMINACIÓN RESIDUALIDAD DE PLAGUICIDAS EN EL CULTIVO DE LOROCO (*FERNALDIA PANDURATA WOODSON*) EN ZONAS PRODUCTIVAS Y FLOR DE LOROCO COMERCIALIZADO EN LOS MERCADOS DE LA CABECERA DEPARTAMENTAL DE CHIQUIMULA Y ZACAPA, 2018.

***FAVIOLA JESSIBEL RECINOS JIMENEZ
ABNER MARDOQUEO RODAS ARZET***

CHIQUIMULA, MARZO DE 2019

“Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). El contenido de ésta publicación es responsabilidad de su(s) autor(es) y de la institución(es) a las que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan”.

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

APRORECH	Asociación de Productores de la Región Chortí
CG-Ms	Cromatografía de gases con espectrometría de masas
CUNORI	Centro Universitario de Oriente Cunori
CRIA	Consortios Regionales de Investigaciones Agropecuarias
EPA	Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos
HPLC	Cromatografía Líquida de alta eficacia
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola
LASER	Laboratorio de Análisis y Servicios
LMR	Límite Máximo Residual
OMS	Organización Mundial de la Salud
UE	Unión Europea
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala
USDA	Departamento de Agricultura de Estados Unidos (por sus siglas en inglés)

RESUMEN

En esta investigación se determinó la residualidad de plaguicidas y herbicidas en el cultivo de loroco de zonas productivas y en la flor de loroco comercializado en los mercados departamentales de Chiquimula y Zacapa. La investigación partió de un diagnóstico de uso de plaguicidas y herbicidas utilizados en el cultivo de loroco realizado con productores de las comunidades Chispan, Senegal y Camotán; El análisis de residualidad de plaguicidas se realizó mediante cromatografía de gases y el análisis de residualidad de herbicidas se realizó mediante cromatografía líquida-HLCP. Se realizó tres monitoreos para determinar residualidad de plaguicidas y herbicidas en muestras de flor de loroco; como resultado del análisis se detectó presencia de residualidad de plaguicidas del grupo organofosforado, piretroides, Carbamatos y neonicotinoides en el segundo y tercer monitoreo. Los resultados de análisis glifosato presentó residualidad en muestras de flor de loroco provenientes de mercados departamentales de Chiquimula y Zacapa y de zonas productivas de Chispan, Senegal y Camotán, en el monitoreo 1, así mismo se detectó presencia de residualidad de glifosato en muestras provenientes de Chispan y Camotán en el tercer monitoreo; todas las muestras que se detectó residualidad de glifosato superan el Límite máximo Residual -LMR- (0.1 mg/kg) aprobado por la Unión Europea. Los resultados revelan el uso de malas prácticas agrícolas y la falta de control sobre el uso de estos agroquímicos; como alternativa a esta situación se proponen técnicas agroecológicas para el control de plagas y malezas en el cultivo de loroco.

ABSTRACT

In this investigation the residuality of pesticides and herbicides in the loroco cultivation of productive zones and in the loroco flower commercialized in the departmental markets of Chiquimula and Zacapa was determined. The investigation started with a diagnosis of the use of pesticides and herbicides used in the loroco cultivation carried out with producers from the Chispan, Senegal and Camotán communities; pesticide residuality analysis was performed by gas chromatography and herbicide residue analysis was performed by liquid chromatography-HLCP. Three monitoring sessions were carried out to determine pesticide and herbicide residuality in loroco flower samples; as a result of the analysis, presence of pesticide residues of the organophosphorus group, pyrethroids and carbamates was detected in the second and third monitoring. The results of glyphosate analysis showed residuality in samples of loroco flower from departmental markets of Chiquimula and Zacapa and productive zones of Chispan, Senegal and Camotán, in monitoring 1, likewise, presence of residual glyphosate was detected in samples from Chispan and Camotán in the third monitoring; all samples analyzed exceed the Maximum Residual Limit -LMR- (0.1 mg / kg) approved by the European Union. The results reveal the use of bad agricultural practices and the lack of control over the use of these agrochemicals; as an alternative to this situation, agroecological techniques are proposed for the control of pests and weeds in the cultivation of loroco.

INDICE GENERAL

RESUMEN	¡Error! Marcador no definido.
ABSTRACT	5
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Aspectos Generales del cultivo de loroco	3
2.2 Clasificación Taxonómica del loroco	3
2.3 Características Botánicas	4
2.4 Usos del Loroco	5
2.5 Composición y valor nutricional	5
2.6 Zonas Productoras	5
2.7 Plaguicidas y herbicidas	6
2.7.1 Definición y clasificación	6
2.7.2 Plaguicidas Organoclorados	8
2.7.3 Plaguicidas Organofosforados	10
2.7.4 Plaguicidas Piretroides	13
2.7.5 Herbicidas	16
2.8 Legislación, Límites Máximos y Permisibles	16
2.8.1 Legislación en Guatemala el uso e importación de plaguicidas	17
2.9 Plaguicidas restringidos en Guatemala.	19
2.10 Análisis de residuos de plaguicidas y herbicidas	22
2.10.1 Métodos para la detección y cuantificación de residualidad de Plaguicidas y Herbicidas	23
3. OBJETIVOS	25
3.1 Objetivo General	25
3.2 Objetivos específicos	25
4. METODOLOGÍA	27
4.1. Localización	27
4.2. Diagnóstico del uso de plaguicidas en el cultivo de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>)	27
4.3 Cuantificación de plaguicidas y herbicidas en la flor del loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>), en zonas productivas y de venta en los mercados de la cabecera departamental de Chiquimula y Zacapa.	30

4.3.1 Criterios para la selección del plaguicida y herbicidas analizados	30
4.3.2 Periodos de colecta de muestra	30
4.3.3 Recolección de muestras de flor de loroco	31
4.3.4 Materiales para toma de muestras de flor de loroco.	32
4.3.5. Preparación de la muestra	32
4.3.6 Metodología de cuantificación de plaguicida presentes en la flor del loroco.	32
4.3.7 Análisis de Resultados	33
4.4 Elaboración de propuesta para el control de plagas en el cultivo de loroco (Fernaldia pandurata), con productos menos tóxicos	33
5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	34
6. RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS	35
6.1 Diagnostico de usos de agroquímicos en el cultivo de Loroco, en zonas productivas de Chiquimula y Zacapa.	35
6.2 Resultados de determinación de residualidad de plaguicidas en la flor de loroco en zonas productivas y flor de loroco comercializado en mercados de la cabecera departamental de Chiquimula y Zacapa.	41
6.2.1 Resultados de primer monitoreo de residualidad de plaguicidas y herbicidas en zonas productivas y mercados principales de Chiquimula y Zacapa	41
6.2.2 Resultados de segundo monitoreo de residualidad de plaguicidas y herbicidas en zonas productivas y mercados principales de Chiquimula y Zacapa	46
6.2.3 Resultados de tercer monitoreo de residualidad de plaguicidas y herbicidas en zonas productivas y mercados principales de Chiquimula y Zacapa	51
6.3 Propuesta técnica para el control de plagas en el cultivo de loroco (Fernaldia pandurata), con productos menos tóxicos	55
6.3.1 Plaga agrícola	55
6.3.2 Métodos para el control de plagas:	56
7. CONCLUSIONES	65
8. RECOMENDACIONES	67
9. PRESUPUESTO	68
10. REVISION BIBLIOGRAFICA	69
11. ANEXOS	71

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valor nutricional del loroco	5
Cuadro 2. Descripción de los plaguicidas según su grupo químico	8
Cuadro 3. Listado de plaguicidas restringidos en Guatemala	20
Cuadro 4. Límite Máximo Residual en Inflorescencia aprobados por EPA	21
Cuadro 5. Zonas productoras de loroco en Zacapa y Chiquimula	27
Cuadro 6. Fechas de recolección de muestras de flor de loroco en zonas productivas y mercados de la cabecera departamental de Chiquimula y Zacapa.	30
Cuadro 7. Localidades de recolección muestras de flor de loroco en mercados principales de Chiquimula y Zacapa.	31
Cuadro 8. Plagas que afectan el cultivo de loroco en zonas productivas de Chiquimula y Zacapa	35
Cuadro 9. Información Técnica de agroquímicos utilizados en el cultivo de loroco, de zonas Productivas de Chiquimula y Zacapa.	39
Cuadro 10. Resultados de Residualidad de Plaguicidas y Glifosato, en muestras de flor de loroco recolectadas en Zonas productivas y mercado departamental de Chiquimula y Zacapa, correspondiente al primer monitoreo, 2018.	43
Cuadro 11. Resultados de Residualidad de Plaguicidas y Glifosato, en muestras de flor de loroco recolectadas en Zonas productivas y mercado departamental de Chiquimula y Zacapa, correspondiente al segundo monitoreo, 2018.	48
Cuadro 12. Comparación de resultados de residualidad de plaguicidas en flor de loroco, correspondiente al segundo monitoreo, con LMR aprobados por EPA y UE en flores comestibles.	50
Cuadro 13. Resultados de Residualidad de Plaguicidas y Glifosato, en muestras de flor de loroco recolectadas en Zonas productivas y mercado departamental de Chiquimula y Zacapa, correspondiente al tercer monitoreo, 2018.	52

Cuadro 14. Comparación de resultados de residualidad de plaguicidas y herbicidas en flor de loroco, correspondiente al tercer monitoreo, con LMR aprobados por UE en flores comestibles.	54
Cuadro 15. Predadores y Presas en el cultivo de loroco	58
Cuadro 16. Plantas compañeras en el cultivo de loroco.	60
Cuadro 17. Control de plagas en el cultivo de loroco, con extractos naturales	61
Cuadro 18. Resumen de propuesta para el control de plagas y maleza en el cultivo de loroco	63

Ing. Faviola Jessibel Recinos Jimenez (CUNORI)¹

Lic. Abner Mardoqueo Rodas Arzét (CUNORI)²

1. Introducción

Azudia y Martinez, 1996, catalogan el loroco (*Fernaldia spp*), como especie nativa de importancia económica potencial que es utilizada como fuente de vitaminas y minerales por la población de la zona de estudio, así mismo genera ingresos económicos y requiere menos inversión que otros cultivos tradicionales de la región.

Actualmente se encuentran plantaciones comerciales en los departamentos de El Progreso, Zacapa, Chiquimula, Jutiapa y Santa Rosa, también en Escuintla y Sacatepéquez. En la región nororiente del país, el cultivo de loroco representa una opción económica para los productores ya que se adapta perfectamente a las condiciones climáticas y fisiográficas del área, sin embargo se tiene poca información sobre el manejo adecuado del cultivo, uso de plaguicidas y las cantidades residuales de los mismos en las flores de loroco comercializadas en los mercados locales.

¹Inga. En Gestión Ambiental Investigador principal afiliado CUNORI.

²Lic. Químico Profesor en Agronomía y Gestión Ambiental CUNORI, Investigador asociado.

Como menciona Girón, (2005), la demanda actual de loroco a nivel nacional e internacional se ha incrementado, teniendo como consecuencia la utilización de diversos plaguicidas; los productores para proteger el cultivo de plagas, han optado como una práctica habitual el uso de estos agroquímicos sin contar con conocimientos sobre el uso y manejo. Al desconocer los efectos que tienen el mal uso de plaguicidas en el cultivo de loroco, existe la posibilidad que los productores estén expuestos a sustancias tóxicas, además de las cantidades residuales en la flor loroco, afectando la salud del consumidor. Hasta el momento no existen investigaciones que permitan conocer la cantidad residual de los plaguicidas en el cultivo de loroco, específicamente en la flor.

La finalidad de esta investigación es determinar la cantidad residual de plaguicidas en el cultivo de loroco en zonas productivas y en la flor de loroco (*Fernaldia pandurata*), de venta en los mercados de las cabeceras departamentales de Chiquimula y Zacapa, así mismo se realizó un diagnóstico del uso de plaguicidas en el cultivo de loroco en tres zonas productivas del área de estudio.

2. Marco teórico

2.1 Aspectos Generales del cultivo de loroco

El loroco (*Fernaldia pandurata*) es una planta endémica de la región mesoamericana que abarca desde el istmo de Tehuantepec (México) y Centro América, con excepción de Panamá. En El Salvador, el loroco crece asociado a la selva baja caducifolia y media sub-caducifolia que comprende desde el nivel del mar hasta los 900 msnm, y es la única parte donde se consume desde sus orígenes (Flores, Citado por López, C.2005).

De acuerdo a Standley (1969), en Guatemala se encuentran presentes dos especies del género *Fernaldia*, existiendo la diferencia entre ambas en la forma y tamaño de la corola. *Fernaldia pandurata*, posee corola lisa ó glabra, de la forma ampliamente cónica-campanulada y de una longitud de 9 a 12 milímetros y *Fernaldia brachypharynx* con corola pilosa, estrechamente cónica y de 16 a 18 mm.

En Guatemala se encuentra a una altitud desde el nivel del mar hasta 900 msnm., específicamente en los departamentos de Izabal, Zacapa, Chiquimula y Jutiapa. Este cultivo se adapta a un amplio rango de altitud, sin embargo su medio agroclimático puede variar de los 20 a 1200 msnm. Encontrándose las mayores áreas cultivadas entre los 20 a 800 msnm (Cabrera, 2010)

2.2 Clasificación Taxonómica del loroco

Según el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal de El Salvador (CENTA, 1992), la clasificación taxonómica del loroco es la siguiente:

Reyno	Plantae
Clase	Magnoliopsida
SubClase	Orden Gentianales
Familia	Apocynaceae
Tribu	Echitoideae
Género	Fernaldia
Especie	F. pandurata

CENTA 1992

2.3 Características Botánicas

a) Raíz

La raíz del loroco es fibrosa y posee sustancias con ciertas características alcaloides conocidas como Lorocina y Loroquina, con principios activos que afectan la presión arterial (Aguirre, 1996).

b) Tallo

Es una enredadera delgada, débil y pubescente con una base leñosa persistente, pero con ramas que mueren después que termina su floración en condiciones silvestres o cuando no existe riego (Aguirre, 1996).

c) Hoja

Son oblongas, elípticas, opuestas, bastantes acuminadas, con los bordes externos con pequeñas ondulaciones. El envés puede ser pubescente o glabro, mientras que el haz es liso (Aguirre, 1996).

d) Flor

Es la parte más aprovechable en la alimentación, la corola en su interior tiene muchos vellos finos observables cuando la flor está fresca. La inflorescencia consiste en un racimo que posee de 10 a 32 flores, dando un promedio de 25 por racimo (Aguirre, 1996).

e) Fruto

Es un folículo cilíndrico, alargado y curvado hacia adentro, alcanzando hasta 34 centímetros de longitud y entre 0.5 y 0.6 centímetros de diámetro. En sus primeras etapas de su desarrollo es de color verde y al madurar se torna de color café oscuro. Debido a que la vaina es dehiscente, se recomienda recolectarla antes que se abra (Aguirre, 1996).

f) Semilla

La semilla de loroco tiene una longitud de 1.4 a 1.6 centímetros, presentando un diámetro entre 0.2 y 0.3 centímetros. Posee gran cantidad de vilano (pelos algodonosos) en el extremo, que facilita su dispersión por el viento (Aguirre, 1996).

2.4 Usos del Loroco

Su utilización es básicamente como condimento de alimentos entre éstos, tamales, carnes, arroz, empanadas, etc., además de que es fuente de vitaminas y minerales. Las raíces de loroco son consideradas muy tóxicas y se emplean para matar animales nocivos (Cabrera, 2005).

2.5 Composición y valor nutricional

Además del olor y sabor que el loroco posee, contiene un alto valor alimenticio por su contenido de proteínas, vitamina A, valor energético, entre otros.

Cuadro 1. Valor nutricional del loroco

Agua	89.3 g	Calcio	58 mg
Proteínas	2.6 g	Fósforo	46 mg
Grasa	0.2 g	Hierro	1.1 mg
Carbohidratos	6.7 g	Vitamina A	60 UI
Fibra cruda	1.4 g	Tiamina	0.62 mg
Ceniza	1.2 g	Riboflavina	0.10 mg
Niacina	2.34 mg	Ácido ascórbico	12 mg
Valor energético	32 kcal		

Fuente: www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro11/cap2.htm

2.6 Zonas Productoras

Guatemala está considerada el centro de origen del género *Fernaldia*, pudiéndose encontrar también en México, El Salvador y Honduras (Girón, 2005). En Guatemala

se cultiva loroco en los departamentos de Chiquimula, Zacapa, El Progreso, Santa Rosa, Jutiapa, Escuintla, Baja Verapaz y Sacatepéquez (Cabrera, 2010).

2.7 Plaguicidas y herbicidas

Desde la antigüedad, el hombre ha intentado eliminar las plagas y enfermedades que afectan sus cultivos; se conoce que los griegos y romanos utilizaban azufre y extractos vegetales como fungicida e insecticida. En Europa, a partir de 1885, se empezó a utilizar como fungicida el caldo bordelés, que consistía en una mezcla de sulfato de cobre con hidróxido de calcio. A finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX se comienza a utilizar plaguicidas de carácter orgánicos tales como los nitrofenoles, clorofenosles, neftaleno y aceites derivados del petróleo (López, 2012).

Pero es en 1939, con el uso extensivo del DDT (dicloro difenil tricloroetano) como insecticida, que comienza el auge de los plaguicidas. Desde entonces, se ha sintetizado varios agroquímicos cuyo uso mejoró notablemente la producción agrícola a nivel mundial y disminuyó la morbilidad y mortalidad por enfermedades transmitidas por agentes biológicos. Sin embargo, el uso masivo de agroquímico se ha convertido en una práctica habitual y su uso indiscriminado ha traído como consecuencia problemas a nivel ambiental y a la salud (López, 2012)

2.7.1 Definición y clasificación

Según geográfica Environmental Protection Agency, (2010) las principales plagas agrícolas incluyen: plantas no cultivadas o malezas; insectos y vertebrados que se alimentan de los cultivos, y agentes patógenos, así llamados porque provocan enfermedades en los cultivos, entre ellos hongos, virus y bacterias. Los más perjudiciales son las malezas, los insectos y los hongos. La magnitud de pérdidas de producción que pueden ocasionar depende de la plaga, del cultivo y de la región. Los plaguicidas son clasificados principalmente en función del tipo de plaga a controlar, toxicidad y grupo químico del principio activo.

a) Tipo de plaga a controlar

Los plaguicidas utilizados en el ámbito de la agricultura pueden ser categorizados como herbicidas, fungicidas, insecticidas y nematocidas, dependiendo del organismo al que atacan.

b) Toxicidad

Según esta característica, existen varias clasificaciones, una de las más utilizadas es la recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que cataloga a los plaguicidas según su capacidad de producir daño agudo a la salud por una o varias exposiciones durante un determinado tiempo; esta clasificación se basa en la dosis letal aguda (DL_{50}) por vía dérmica u oral en ratas.

Basados en este criterio, los plaguicidas pueden encontrarse en las siguientes categorías: IA (extremadamente Peligroso), IB (altamente peligroso), II (moderadamente peligroso) y III (ligeramente peligroso). La dosis letal aguda puede variar según la formulación del producto (sólido, líquido, polvo, gas, etc), así como su efecto en la vía de entrada (oral, dérmica o inhalación), temperatura, dieta, edad y sexo del organismo experimental.

c) Grupo Químico del principio activo

Desde el punto de vista de su estructura química existe una gran variedad, pudiéndose clasificar compuestos organoclorados, organofosforados, neonicotinoides, carbamatos, tiocarbamatos, piretroides, triazinas, derivados de origen botánico, compuestos orgánicos del estaño, elementos arsénicos, selenio antimonio, compuestos inorgánicos como fosfito de magnesio, cloruro de mercurio, entre otros (Corey; Henao, 1986).

Cuadro 2. Descripción de los plaguicidas según su grupo químico

Plaguicida	Descripción general de la estructura química
Organoclorados	Se caracterizan por poseer estructuras monocíclicas o policíclicas con distinto número de sustituyentes
Organofosforados	Son ésteres del ácido fosfórico en los que los átomos de hidrógeno han sido reemplazados por radicales orgánicos
Carbamatos	Son compuestos derivados del ácido carbámico
Piretroides	Son ésteres del ácido crisantémico que fueron, inicialmente, aislados de la flor del crisantemo, actualmente se los obtiene por síntesis químicas
Trianzinas y sus derivados	Las Trianzinas están básicamente constituidas por un anillo heterocíclico, análogo al del benceno, pero con tres átomos de carbono reemplazados por átomos de nitrógeno

Fuente: Bloomquist, Jeffrey, Insecticides: Chemistries and Characteristics (University of Minnesota, 2007)

2.7.2 Plaguicidas Organoclorados

Bajo este nombre se agrupa un número considerable de compuestos sintéticos cuya estructura química generalmente corresponde a los hidrocarburos clorados, aunque, además de cloro, algunos de ellos poseen en su molécula átomos de oxígeno o azufre, o ambos elementos. Entre mayor sea el grado de sustituciones clorados o grupos funcionales, mayor la resistencia a la degradación biológica y fotolítica del compuesto, además, el cloro unido a un anillo bencénico es más estable a la hidrólisis que un cloro dentro de una estructura alifática (Bloomquist, 2009).

Según Bloomquist, la mayoría de estos compuestos se caracterizan por su baja solubilidad en agua, baja presión de vapor, alta estabilidad química y resistencia al ataque de microorganismos. Los plaguicidas clorados con peso molecular mayor a 236 g/mol se destacan por su alta persistencia ambiental y su capacidad para concentrarse en los tejidos animales, su alta liposolubilidad facilita que atraviesen

la estructura fosfolipídica de las membranas biológicas y se acumulen en los depósitos de grasa.

Muchos de estos plaguicidas han sido restringidos a nivel mundial debido a su prolongada persistencia en el ambiente, además afectan adversamente la salud del hombre.

a) Endosulfán

Es un insecticida acaricida organoclorado de acción de contacto y estomacal no sistémico, de grado toxicológico II; actúa por inhibición de la enzima citocromoxidasa que interviene en el intercambio gaseoso durante la respiración de los animales, y por inestabilidad en el sistema nervioso; se lo utiliza en aproximadamente 60 tipos de cultivos para controlar más de 100 plagas de insectos, y está posicionado entre los 10 primeros insecticidas genéricos en el mundo (Olvera, 2010).

Su nombre según la IUPAC es: 6,7,8,9,10,10-hexacloro-1,5,5a,6,9,9a-hexahidro-6-9-metano-2,4,3benzodioxatíepin 3-óxido. Presenta dos isómeros α y β cuya proporción es de 7 a 3 en el endosulfán técnico (Olvera, 2010).

Según la guía para la salud y la seguridad, 1995, el principal peligro asociado con el endosulfán es la intoxicación aguda por sobre-exposición; dicha situación puede ser intencional o accidental o bien a negligencia en situaciones de ocupación. En todas las situaciones de exposición, el perfil de toxicidad y en patrón de exposición actual no indica ningún peligro apreciable.

La sustancia no parece presentar un problema persistente en la biota. No se bioacumula con facilidad. Los peses son sensibles al endosulfan y se ha reportado la muerte de peces como resultado de las descargas de compuestos en los ríos. Los escurrimientos agrícolas no han causado dicho problema. Sin embargo, la aplicación del endosulfan a tierras pantanosas en las recomendadas puede resultar

en la muerte de peces. La experiencia a gran escala en el campo con la sustancia no ha resultado en efectos adversos a largo plazo en el ambiente (Guía para la salud y la seguridad, 1995).

2.7.3 Plaguicidas Organofosforados

Son ésteres del ácido fosfórico, en los que los átomos de hidrogeno han sido reemplazados por radicales orgánico, estos compuestos que se caracterizan por la presencia de tres funciones éster, donde R1 y R2 son radicales alquilo, generalmente metilo o etilo, el grupo X es característico de cada especie química, siendo frecuentemente un radical arilo, y suele contribuir de forma importante a sus propiedades físicas y químicas (Sullivan, J.B., J. Blose, 1992).

En general, estos plaguicidas son estables químicamente cuando se los mantiene en la oscuridad, y en lugares secos y fríos. Sufren reacciones de oxidación e hidrólisis al ser expuestos al calor, luz ultravioleta o agua, por lo que se degradan fácilmente en el ambiente en relación a los plaguicidas organoclorados. Pueden ser polares o apolares, existiendo grandes diferencias de un compuesto a otro. La mayoría son semivolátiles lo que facilita la absorción inhalatoria al momento de las fumigaciones en el campo.

El mecanismo de acción de los organofosforados en el sistema nervioso consiste en bloquear la enzima colinesterasa, la cual destruye la acetilcolina que transmite el impulso durante la sinapsis, de esta manera se anula la sinapsis para otra transmisión. En insectos, los organofosforados afectan el sistema nervioso central desde la unión neuromuscular colinérgica. La única sinapsis colinérgica conocida en insectos es en el sistema nervioso central.

La contaminación ambiental por plaguicidas está dada fundamentalmente por aplicaciones directas en los cultivos agrícolas, lavado inadecuado de tanques contenedores, filtraciones en los depósitos de almacenamiento y residuos descargados y dispuestos en el suelo, derrames accidentales, el uso inadecuado

de los mismos por parte de la población, que frecuentemente son empleados para contener agua y alimentos en los hogares ante el desconocimiento de los efectos adversos que provocan en la salud. La unión de estos factores provoca su distribución en la naturaleza. Los restos de estos plaguicidas se dispersan en el ambiente y se convierten en contaminantes para los sistemas biótico (animales y plantas principalmente) y abiótico (suelo, aire y agua) amenazando su estabilidad y representando un peligro de salud pública. La mayoría de los herbicidas, los derivados fosforados y los carbamatos, sufren degradaciones microbianas y sus residuos desaparecen en tiempo relativamente corto. En la acumulación de residuos de plaguicidas influye el tipo de suelo; los arcillosos y orgánicos retienen más residuos que los arenosos. Los mayores riesgos se presentan con la aplicación de algunos plaguicidas organoclorados, que son de eliminación más difícil, persistiendo en el suelo más tiempo.

Los plaguicidas entran en contacto con el hombre a través de todas las vías de exposición posibles: respiratoria, digestiva y dérmica, pues estos pueden encontrarse en función de sus características, en el aire inhalado, en el agua y en los alimentos, entre otros medios ambientales.

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

Un plaguicida dado tendrá un efecto negativo sobre la salud humana cuando el grado de exposición supere los niveles considerados seguros. Puede darse una exposición directa a plaguicidas (en el caso de los trabajadores de la industria que fabrican plaguicidas y los operarios, en particular, agricultores, que los aplican), o una exposición indirecta (en el caso de consumidores, residentes y transeúntes), en particular durante o después de la aplicación de plaguicidas en agricultura, jardinería o terrenos deportivos, o por el mantenimiento de edificios públicos, la

lucha contra las malas hierbas en los bordes de carreteras y vías férreas, y otras actividades.

a) Dimetoato, Malation y Clorpirifos

Son insecticidas y acaricidas ampliamente utilizados en el control de plagas, especialmente en cultivos de frutas y vegetales. De estos tres, solo el dimetoato es sistémico; en el ambiente sufren reacciones de hidrólisis u oxidación, pueden ser absorbidos después de su indigestión, inhalación y contacto cutáneo, pero ninguno es bioacumulable y en el organismo se metabolizan rápidamente (Sullivan, J.B., J. Blose, 1992).

No existen estudios que confirmen que el dimetoato y el clorpirifos sean cancerígenos ni mutágenos; sin embargo, en EEUU el uso doméstico de clorpirifos ha sido restringido desde el 2002. Mientras que el malation si es considerado un agente mutageno y su efecto cancerígeno aún se encuentra en discusión (Environmental Protection Agency, 2010).

Los plaguicidas organofosforados pueden ingresar al organismo por inhalación de vapores o polvos, por absorción gastrointestinal y por penetración en la piel y mucosas expuestas.

En el medio ambiente los plaguicidas organofosforados son sustancias poco persistentes, por lo que sus efectos se observan fundamentalmente a corto plazo, es el grupo de insecticidas más grandes y versátil en uso.

Es de importancia la interacción plaguicida-suelo-agua por el impacto de esta sustancia en el medio ambiente, sobre todo en las aplicaciones aéreas donde un porcentaje considerable del producto llega al suelo y cuerpos de agua, así también como resultado del lavado por las lluvias, o bien, por el arrastre provocado por el viento, sin embargo los organofosforados tienen la ventaja de ser degradados

biológica y químicamente en forma rápida en la planta, en animales y en el suelo (Mohammad H y Varela S, 2008)

2.7.4 Plaguicidas Piretroides

Son ésteres del ácido crisantémico, cuya característica estructural común es la presencia de un anillo ciclopropánico. Los compuestos originales de esta serie fueron las piretrinas naturales, las cuales fueron aisladas de las flores del crisantemo y han sido utilizados por el hombre desde hace muchos años; sin embargo, estos productos naturales son poco solubles en agua, inestables a la exposición a la luz y al calor, lo cual les resta utilidad para su aplicación en la agricultura (Fernández, 2003).

El desarrollo de los piretroides sintéticos basado en la estructura química y actividad biológica de las piretrinas, ha supuesto modificaciones químicas importantes que hacen que estos compuestos sean menos degradables en el medioambiente pero más tóxicos. En general, estos compuestos tienen bajas presiones de vapor, son poco solubles en agua y su persistencia en el ambiente depende de su estructura. Por ejemplo, los piretroides de última generación, como la cipermetrina, son fotoestables y de baja volatilidad, lo que les confiere mayor efectividad residual (Fernández, 2003).

A los piretroides se los considera venenos axónicos, ya que aparentemente, al igual que el DDT, alteran el balance de los iones sodio y potasio dentro de los axones de las neuronas, inicialmente estimulan las células nerviosas a que produzcan descargas repetitivas, seguidas por parálisis y la muerte. Tales efectos son causados por su acción sobre el canal de sodio, un diminuto conducto que les permite a los iones de sodio entrar al axón para causar excitación (Fernández, 2003). En el aire, las seis piretrinas y muchos de los piretroides son degradados rápidamente por la luz solar o por otros compuestos que se encuentran en la atmósfera. A menudo duran solamente 1 ó 2 días en el aire antes de ser degradados. La lluvia y la nieve ayudan a remover del aire a los piretroides que no

son degradados rápidamente. Debido a que muchos de estos compuestos son extremadamente tóxicos para los peces, generalmente no se rocían directamente sobre el agua, sin embargo, pueden entrar a los lagos, lagunas, ríos y arroyos a través de la lluvia o de agua de escorrentía proveniente de terrenos agrícolas. Estos compuestos se adhieren fuertemente al suelo y generalmente no son muy móviles en el suelo. Las piretrinas y los piretroides no son incorporados fácilmente por las raíces de las plantas y la vegetación porque se adhieren firmemente al suelo; sin embargo, a menudo se rocían directamente sobre cosechas y plantas, de manera que pueden encontrarse en hojas, frutas y hortalizas. Debido a que estos compuestos se adhieren firmemente al suelo, generalmente no se filtran al agua subterránea, no contaminan los suministros de agua potable, y se volatilizan lentamente de la superficie del suelo. Estos compuestos eventualmente son degradados por los microorganismos presentes en el suelo y el agua (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, 2016).

Las personas pueden estar expuestas a las piretrinas y a los piretroides de varias maneras. La manera más común es al comer alimentos que están contaminados con estos compuestos. Así también puede respirar aire que contiene estos compuestos. Esto es muy probable que suceda inmediatamente después de que se hayan aplicado estos compuestos. Después de ser rociados, estos compuestos pueden también entrar en contacto con la piel y se puede exponer a través de contacto con la piel. La cantidad promedio de permetrina (el piretroide usado más frecuentemente en Estados Unidos) que absorbe diariamente un hombre adulto de 70 kilogramos de peso se estima en aproximadamente 3.2 microgramos al día (1 microgramo es la millonésima parte de un gramo). Este valor es cerca de 1,000 veces menor que la cantidad diaria aceptable derivada por la Organización de Agricultura y Alimentos (FAO) de las Naciones Unidas y la Organización Mundial de la Salud (WHO).

a) **Cipermetrina**

Es un insecticida acaricida toxicológico II; su nombre según la IUPAC es (1RS,3RS;1RS,3SR)-3-(2,2-diclorovinil) cipermetrina contiene tres centros que presenta ocho isómeros; los cuales están agrupados en 4 isómeros cis y 4 isómeros trans; los productos técnicos disponibles comúnmente tienen más del 90% de pureza y la relación de isómeros de cis a trans varía de 50:50 a 40:60. (Isern, 2004).

Cuando la cipermetrina se aplica a los cultivos pueden presentarse residuos en el suelo y en aguas superficiales, los productos de degradación se fijan como glucósidos en las plantas, pero la degradación biológica es relativamente rápida; en el suelo, la vida media está determinado por muchos factores, pudiendo ser de dos a cuatro semanas de acción (Isern, 2004).

Según el Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas este piretroide se absorbe fácilmente vía ingestión e inhalación y en menor proporción por la piel, no es un agente teratógeno ni mutágeno según la OMS, pero es considerado por la EPA como un posible cancerígeno y disruptor endócrino.

Los niveles de residuos de cipermetrina en productos alimenticios después de una práctica agrícola adecuada son generalmente bajos. Los niveles de residuos serán además reducidos durante el procesamiento de los alimentos. En los alimentos de origen animal, los residuos pueden encontrarse en el rango de 0.01 y 0.2 mg/kg del producto.

Según la guía para la salud y seguridad, la cipermetrina puede presentar residuos en el suelo y en aguas superficiales, pero la degradación biológica es bastante rápida y los residuos no se acumulan en el ambiente. La vida media en el suelo está determinada por muchos factores, pero se encuentra, en el rango de dos a cuatro semanas. Debido a la descomposición rápida da origen a productos menos tóxicos, es poco probable que la cipermetrina alcance niveles significativos en el ambiente.

2.7.5 Herbicidas

Un herbicida es un producto químico que inhibe o interrumpe el crecimiento y desarrollo de una planta. Los herbicidas son usados extensivamente en la agricultura, industria y en zonas urbanas, debido a que si son utilizados adecuadamente proporcionan un control eficiente de maleza a un bajo costo (Peterson, 2001). Según Duke y Dayan, 2001 la forma más útil de clasificación de los herbicidas es según su modo de acción, este hace referencia a la secuencia de eventos que ocurren desde la absorción del producto hasta la muerte de la planta o maleza.

a) Glifosato

El glifosato, N-(fosfometil) glicida, es utilizado en la agricultura como un herbicida para la eliminación de malezas indeseables, este herbicida es de amplio espectro y no selectivo, creado en la década de 1960. Su acción se realiza a través de la inhibición de una enzima, enol-piruvil.shikimato-fosfato-sintetasa (EPSPS), lo que le impide a la planta la elaboración de tres aminoácidos aromáticos esenciales para su crecimiento y supervivencia. Para que su eficacia sea mayor todo producto pesticida, además de contener glifosato contiene otras sustancias que facilitan su manejo y lo hacen más efectivo, estos productos son denominados “inertes” y su función es ayudar al glifosato a penetrar los tejidos de la planta. Estos productos en su mayoría no vienen especificados en las etiquetas de los productos (Kaczewer, 2002).

2.8 Legislación, Límites Máximos y Permisibles

Los límites máximos de residuos establecidos (LMR) indican la concentración de uno o más contaminantes por debajo de la cual, no se prevé riesgo para la salud; estos límites son determinados por autoridades competentes y son legalmente exigibles.

Existen algunas organizaciones de normalización encargadas de establecer los LMR, la más conocida a nivel mundial es la Comisión del Codex Alimentarius,

creada en 1963 por la OMS y la FAO. También hay entidades que determinan estos límites a nivel regional o nacional; así, la Unión Europea tiene su propia normativa regional, mientras que en Estados Unidos, la EPA es el organismo oficial de regulación nacional.

2.8.1 Legislación en Guatemala el uso e importación de plaguicidas

El uso de los plaguicidas, está íntimamente ligado a la obtención de una agricultura productiva o de alto rendimiento, debido a la demanda de los productos agrícolas, sobre los cuales muchas empresas basan su economía, proveyendo de productos de calidad, y que han sido cosechados en su gran mayoría, con el uso de plaguicidas (Samayoa, 2009).

Samayoa, 2009 explica que debido al cultivo extensivo y continuo; en algunos casos también intensivo de productos agrícolas, han proliferado diversidad de plagas y enfermedades que condicionan el óptimo desarrollo y rendimientos de las plantas. Esto ha conducido a la utilización de plaguicidas para el control de los organismos considerados como plagas o como agente de enfermedades en los cultivos. Sin embargo, pese al aumento de la productividad de los cultivos, se ha descubierto en investigaciones específicas que el uso de los mismos tiene consecuencias ambientales, en la salud de los aplicadores y de quienes consumen los productos agrícolas con residuos de plaguicidas; sobre todo aquellos que poseen alta persistencia en el medio ambiente o que se acumulan en los seres vivos. Lo cual ha provocado que se prohíba o restrinja su uso a nivel nacional. Derivado de lo anterior, en Guatemala se han establecido mecanismos de control, por medio de reglamentación, con el fin de promover el ordenamiento sobre la producción, importación y uso de plaguicidas.

a) Constitución Política de la República de Guatemala

La Constitución Política de la República de Guatemala, da preeminencia al derecho que tienen los habitantes de gozar de integridad y seguridad, garantizando el derecho a la salud y el derecho a la vida, realiza la importación de los productos,

industrializados, y comercialización agropecuaria, fundamentándola en la necesidad de establecer un centro especializado de la enseñanza en el tema, así también reconoce la necesidad de velar por la verificación y control de la calidad de los productos alimenticios, como el control de calidad de los productos químicos, que si bien es cierto, no especifica que sean pesticidas, pero es tácitamente entendido, y donde además urge al mismo Estado, municipalidades y a los habitantes en general, a la preservación de un ambiente saludable, es además una obligación del Estado estimular el desarrollo y crecimiento de la actividad agrícola, entre otras. Realza además, la importancia de los recursos naturales, la protección y el uso racional de los mismos, desde una perspectiva de aprovechamiento racional. Por lo anterior, vemos la importancia que la Constitución Política de la República de Guatemala, da al tema del medio ambiente y a la agricultura; la cual lleva implícita el uso de los pesticidas, para el logro de la productividad esperada, siendo ésta, uno de los ejes económicos principales, sobre los cuales basa el país su economía nacional.

b) Decreto No. 43-74 del Congreso de la República de Guatemala, Ley Reguladora Sobre Importación, Elaboración, Almacenamiento, Transporte, Venta y Uso de Pesticidas.

Esta ley fue promulgada partiendo de la base del uso indiscriminado de los pesticidas, y considerando las alteraciones a nivel ecológico y al ser humano, y considerando el mandato legal, que es deber del Estado el normar lo relativo al uso de pesticidas. Es en esta ley en donde se establece el concepto de pesticidas. A la vez, asigna las responsabilidades de normar los procedimientos por medio del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación y el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, esta ley también, reconoce la necesidad del control biológico de plagas, los cuales se determina deben ser apoyados, quedando libres de gravámenes las importaciones de los predadores o enemigos naturales de plagas e insectos. También faculta al Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación y el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, para emitir las prohibiciones sobre

las importaciones de pesticidas la elaboración, almacenamiento, transporte, venta y uso de productos, cuando estas instituciones, determinen que éstos son elementos de peligrosidad para los seres vivos.

c) Decreto 68-86 Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente

El Decreto 68-86, norma lo relativo a la protección del ambiente, a cargo del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. En el Artículo seis, con relación a aspectos de protección del medio ambiente, se establece que materiales y productos contaminantes que esté prohibida su utilización en su país de origen no podrán ser introducidos en el territorio nacional, reforzando lo que establece el Decreto 24-81, en donde se autoriza la importación de todos aquellos productos que no hayan sido prohibidos en su país de origen.

Esta ley también condiciona a todos aquellos proyectos, obras, industria que son actividades, que por sus características, pueden producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, que es necesaria la presentación de una evaluación de impacto ambiental, la cual debe ser aprobada por dicha institución. Las responsabilidades que la ley le asigna al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, son de carácter preventivo, de investigación, corrección y de regulación, de todos aquellos aspectos o acciones que afecten o impacten negativamente el medio ambiente.

2.9 Plaguicidas restringidos en Guatemala.

Los productos prohibidos no superan los 25, mientras los autorizados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (Maga) son más de cuatro mil; sin embargo, podrían duplicarse gracias a un endoso que permite la Ley de Registro de Productos Agroquímicos 5-2010,(Menéndez, 2015).

Laureano Figueroa, ex- decano de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), comentó que en el país se comercializan productos autorizados y no autorizados para ciertos cultivos y aunque estén registrados son utilizados de manera equivocada. Según explica Figueroa, 2015, La propia industria de agroquímicos los promueven irresponsablemente y el agricultor lo usa si le soluciona el problema, no le interesa si está registrado o no. Incluso sucede en el productor que tiene más de un cultivo, si ve que es eficiente para el control de plaga del cultivo A y tienen una plaga similar en el B o parecida también los usan”.

Las consecuencias del mal manejo del agroquímico son problemas de residuos, que pueden causar rechazos en productos de exportación y si es producto de consumo local ponen en riesgo la salud del consumidor (Figueroa, 2015).

Cuadro 3. Listado de plaguicidas restringidos en Guatemala

Ingrediente Activo	Clase de producto
2,4, 5-T	Herbicida
Aldrin	Insecticida
Arsénico, sales	Insecticida, rodenticida
Cianuro de sodio y calcio	Rodenticida
Clordano	Insecticida
Clordecona	Insecticida
Clordimeform	Insecticida
Creosota	Preservante madera
Daminozide	Regulador de crecimiento
DDT	Insecticida
Dibromocloropropano (DBCP)	Nematicida
Dieldrin	Insecticida
Dinoseb y sales	Herbicida
Endrin	Insecticida
Fenoprop (2,4,5-TP)	Herbicida
Fluoracetato de sodio	Rodenticida
Heptacloro	Insecticida
Hexaclorobenceno (HCB)	Insecticida
Leptofos	Insecticida
Mercurio, sales y derivados	Fungicida
Paratión Etilico	Insecticida

Strobano	Insecticida
Toxafeno	Insecticida

Fuente: Sub Área de Registro de Insumos Agropecuarios. UNR/ MAGA. Guatemala.

a) LMR aprobados por la EPA para inflorescencias

La base de datos del Codex Alimentarius ofrece una amplia información sobre los límites máximos de residuos utilizados por diversos países alrededor del mundo. La falta de LMRs se agrava en el caso de los llamados “cultivos menores”, de los que existe un importante número y variedad en la horticultura de los países de Centroamérica, como lo es el cultivo de loroco.

El siguiente listado contiene los límites máximos de residuos para inflorescencias del Codex para los plaguicidas, adoptados por el Codex alimentarius hasta su 39ª período de sesiones.

Cuadro 4. Límite Máximo Residual en Inflorescencia aprobados por EPA

Pesticida	Límite Máximo Residual-LMR-	Año de Implementación
Ametoctradin	9 mg/Kg	2013
Azoxistrobin	5 mg/Kg	2009
Bifentrin	0,4 mg/Kg	2011
Boscalid	5 mg/Kg	2010
Ciantraniliprol	2 mg/Kg	2014
Cicloxdim	9 mg/Kg	2013
Cipermetrin	1 mg/Kg	2009
Clorantraniliprol	2 mg/Kg	2011
Clotianidin	0,2 mg/Kg	2011
Cyazofamid	1,5 mg/Kg	2016
Diclobenil	0,05 mg/Kg	2015
Difenoconazol	2 mg/Kg	2014
Dinotefuran	2 mg/Kg	2013
Espinetoram	0,3 mg/Kg	2013
Flubendiamide	4 mg/Kg	2011

Flutolanil	0,05 mg/Kg	2014
Flutriafol	1,5 mg/Kg	2016
Fluxapiroxad	2 mg/Kg	2016
Miclobutanilo	0,05 mg/Kg	2015
Novaluron	0,7 mg/Kg	2011
Pirimicarb	0,5 mg/Kg	2007
Spinosad	2 mg/Kg	2004
Tiametoxam	5 mg/Kg	2011

Fuente: Codex Alimentarius, Normas internacionales de Alimentación, 2016

2.10 Análisis de residuos de plaguicidas y herbicidas

Con la finalidad de controlar los Límite Máximo de residuos (LMR), varias organizaciones dedicadas a monitorear la calidad de los alimentos en cuanto a la presencia de residuos de plaguicidas, han desarrollado metodologías multiresiduo y planes de muestreo para llevar a cabo controles sobre los alimentos en fase de

comercialización. Existen varios métodos analíticos para la determinación de residuos de plaguicidas, muchos de ellos se basan en técnicas cromatográficas.

2.10.1 Métodos para la detección y cuantificación de residualidad de Plaguicidas y Herbicidas

a) Cromatografía de gases

La cromatografía de gases es un método de separación física, en la que los componentes de una mezcla vaporizada son separados al distribuirse entre una fase gaseosa móvil y una fase estacionaria líquida adherida a las paredes de una columna. Esta técnica puede separar mezclas gaseosas, líquidas o sólidas que sean solubles en solventes orgánicos, volátiles y tengan estabilidad térmica.

Un cromatógrafo de gases está compuesto por una cámara de vaporización, un horno, una columna y un detector, el cual monitorea el gas portador a la salida de la columna midiendo una propiedad física del gas que varía debido a la presencia de ciertos analitos, de esta manera, se genera una señal cuando un componente de la muestra eluye de la columna.

Tradicionalmente los detectores más utilizados para la determinación de residuos de plaguicidas son: detector de captura de electrones (ECD), fotométrico de llama (FPD), de nitrógeno-fósforo (NPD), entre otros. Estos detectores permiten identificar los compuestos eluidos a partir de su tiempo de retención, para lo cual, es necesario el uso de estándares certificados de los plaguicidas que se van a analizar (Braithwaite, A., Smith, F., 1996).

b) Espectrofotómetro de masas

El espectrofotómetro de masas es utilizado como detector para cromatografía de gases, permitiendo registrar los espectros de masas a medida que los compuestos eluyen de la columna. El principio de este detector es la medición de las fracciones formadas como resultado del bombardeo de la molécula con electrones de alta energía y que serán separadas de acuerdo a su relación masa/carga. Este

instrumento consta de tres partes principales: la fuente de ionización el analizador de masas y el detector (Clement, R., Karasek, F. 1991).

El efluente que emerge de la columna es introducido a la fuente de ionización, que trabaja a alto vacío, donde se produce el impacto electrónico con electrones de cierta energía (70eV), lo que genera la emisión de un electrón de las moléculas provocando su ionización; a más de estos iones moleculares se forman iones fragmento por la descomposición de las moléculas ionizadas con exceso de energía. El tipo y la proporción de estos fragmentos son característicos de cada compuesto.

El analizador de masas tiene como función separar los iones formados en la cámara de ionización, de tal manera que sólo los iones con una relación masa/carga específica alcancen a llegar al detector. La detección consecutiva de los iones produce el espectro de masas de la sustancia. El detector también registra la corriente iónica total que se genera en la fuente de ionización, cuya representación gráfica constituye el cromatograma (Trujillo, O., 2006).

El espectrofotómetro de masas proporciona información cualitativa prácticamente inequívoca que proviene de los espectros de masas de los compuestos analizados la información cuantitativa se obtiene del cromatograma, en donde el área o la altura de los picos es proporcional a la concentración del analito correspondiente.

La cromatografía de gases con detector de espectroscopia de masas constituye una herramienta de análisis muy útil y poderosa, ya que dada la eficaz separación de la cromatografía de gases y la capacidad de detección del espectrómetro de masas, se hace posible identificar los compuestos de interés de una mezcla compleja (Trujillo, O., 2006).

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Determinar cantidad residual de plaguicidas y herbicidas en la flor del loroco (*Fernaldia pandurata*), comercializados en los mercados de la cabeceras departamentales de Chiquimula y Zacapa.

3.2 Objetivos específicos

- Realizar diagnóstico del uso de plaguicidas y herbicidas en el cultivo de loroco, en 3 zonas productivas de los departamentos de Chiquimula y Zacapa.

- Cuantificar las cantidades de plaguicidas y herbicidas, presentes en las flores del loroco (*Fernaldia pandurata*) de muestras obtenidas en campos de productores de las tres zonas productivas
- Cuantificar los plaguicidas y herbicidas, presentes en la flor del loroco (*Fernaldia pandurata*), de venta en los mercados principales de las cabeceras departamentales de Chiquimula y Zacapa.
- Elaboración de propuesta para el control de plagas en el cultivo de loroco (*Fernaldia pandurata*), con productos menos residuales.

4. Metodología

4.1. Localización

La cadena del loroco en la región de oriente, funciona en los departamentos de Zacapa y Chiquimula. Según el Diagnóstico realizado por IICA en 2016 “Análisis de la Cadena de loroco Región Oriente de Guatemala”, en el departamento de Zacapa, las comunidades dedicadas al cultivo de loroco son Estanzuela, Chispan, Senegal. Identificándose 38 productores de cultivo de loroco; en el departamento de Chiquimula se encuentra la Asociación de Productores de la Región Chortí (APRORECH), el cual consta de 25 productores.

Cuadro 5. Zonas productoras de loroco en Zacapa y Chiquimula

Departamento	Comunidad	Productores
Zacapa	Chispan	20
	Senegal	13
	Estanzuela	5
Chiquimula	Camotán	25

Fuete: Análisis de la cadena de Loroco Region de Oriente de Guatemala, 2016.

4.2. Diagnóstico del uso de plaguicidas en el cultivo de loroco (*Fernaldia pandurata*)

El diagnostico se realizó a través de una encuesta, dirigida a los productores del cultivo de loroco, de las comunidades de Chispan y Senegal, en el departamento de Zacapa; y a los productores de la APRORECH, ubicada en el municipio de Camotán, del departamento de Chiquimula, para un total de 58 productores reportados en el diagnostico Fortalecimiento de las capacidades de los consorcios de actores locales para gestionar y participar en investigación aplicada en las cadenas productivas priorizadas por Región”

Para realizar la encuesta se estimó el tamaño de la muestra mediante la aplicación de la siguiente formula

$$n = \frac{Z^2 \left(1 - \frac{\infty}{2}\right) PQ + d^2}{d^2 \frac{Z^2 \left(1 - \frac{\infty}{2}\right) PQ}{N}}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población (58)

$\infty = 0.05$

Z = 1.96

P = Probabilidad de éxito (0.5)

Q = Probabilidad de fracaso (0.5)

d = Precisión de los estándares (0.10)

Aplicando:

$$n = \frac{(1.96)^2 \left(1 - \frac{0.05}{2}\right) (0.5) (0.5) + (0.10)^2}{(0.10)^2 \frac{(1.96)^2 \left(1 - \frac{0.05}{2}\right) (0.5) (0.5)}{63}}$$

$$n = \frac{0.9738456}{\frac{0.01 + 0.93639}{58}}$$

$$n = \frac{0.9738456}{0.02609}$$

$$n = 37.186 \approx 37$$

Al introducir los valores dentro de la fórmula se tiene que el tamaño de la muestra es de 37 entrevistas que equivalen al 66.03 % del total de productores de Loroco en las tres localidades identificadas. La distribución de las muestras será proporcional al número de productores por localidad; siendo Chispan un 34.48% con 13 muestras, Senegal un 22.41% con 8 muestras y los productores de Camotán un 43.10% con 16 muestras.

Mediante la aplicación de la encuesta (ver anexo 1), se evaluó las variables:

- Uso de plaguicidas: productos más utilizados, frecuencia de aplicación, dosis aplicada en el cultivo, criterios de aplicación y asistencia técnica, ubicación de aplicación.
- Cultivo: área del cultivo, plagas más frecuentes y alternativas de control, tiempo de corte después de aplicación de químicos,
- Comercialización del producto: volumen de producción, comercialización del producto, puntos de venta, destino final del producto.
- Condiciones de aplicación segura: persona responsable de las aplicaciones, uso de equipo de protección personal, lectura de las etiquetas, conocimiento de toxicidad,
- Condiciones ambientales: uso de fuentes de agua, manejo de envases vacíos y sobrantes de productos de plaguicidas.

De acuerdo con los plaguicidas identificados en el diagnóstico, se procedió a realizar el proceso de cuantificación, tomando como criterio la residualidad reportada en la ficha técnica de los mismos.

4.3 Cuantificación de plaguicidas y herbicidas en la flor del loroco (*Fernaldia pandurata*), en zonas productivas y de venta en los mercados de la cabecera departamental de Chiquimula y Zacapa.

4.3.1 Criterios para la selección del plaguicida y herbicidas analizados

Los criterios utilizados para analizar la residualidad de plaguicidas y herbicidas en la flor de loroco, son con base a la información obtenida en el diagnóstico sobre el uso de plaguicidas para el cultivo de loroco en las zonas productivas de las comunidades de Chispan, Senegal y Camotán.

4.3.2 Periodos de colecta de muestra

Se Realizó tres muestreos en total, la colecta de muestras de materia vegetal de flor de loroco se realizó en el segundo, cuarto y sexto mes del proyecto, respectivamente.

Cuadro 6. Fechas de recolección de muestras de flor de loroco en zonas productivas y mercados de la cabecera departamental de Chiquimula y Zacapa.

No. De monitoreo	Mes de monitoreo
Primer monitoreo	Agosto
Segundo monitoreo	Octubre
Tercer monitoreo	Noviembre

Fuente: Elaboración propia, 2019.

4.3.3 Recolección de muestras de flor de loroco

a) Recolección de muestras comercializados en los mercados de Zacapa y Chiquimula

Las muestras de materia vegetal se recolectó en los mercados principales de las cabeceras departamentales de Chiquimula y Zacapa; las muestras de flor de loroco, están compuestas por diferentes vendedores de cada mercado identificado. Se recolectó 2 libras de loroco por punto de muestreo.

Cuadro 7. Localidades de recolección muestras de flor de loroco en mercados principales de Chiquimula y Zacapa.

Departamento	Mercado	Ubicación
Chiquimula	Mercado La Terminal	1ra calle 10 y 11 avenida zona 1, Chiquimula
Zacapa	Mercado municipal	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Las muestras de loroco se recolectaron en el mercado La Terminal, ubicado en la cabecera departamental de Chiquimula y en el mercado municipal de la cabecera departamental de Zacapa. Las muestras recolectadas se transportaron en hieleras, a una temperatura de 10 °C, para ser almacenadas en cámaras frías del laboratorio Ambiental del Centro Universitario de Oriente.

b) Recolección de muestras en zonas productivas de Zacapa y Chiquimula

La recolección de muestras en las zonas productivas se realizó en la comunidad de Chispan, Senegal y Camotan. Se colectaran 3 muestras de loroco en Chispan, 2 muestras en Senegal y 2 muestras en Camotán por cada muestreo realizado; obteniendo 7 muestras en cada muestreo. Se recolectó 2 libras de muestra de flor de loroco por punto de muestreo; las muestras recolectadas se

transportaron en hieleras, a una temperatura de 10 °C para ser almacenadas en cámaras frías del laboratorio Ambiental del Centro Universitario de Oriente.

4.3.4 Materiales para toma de muestras de flor de loroco.

- Boleta de muestreo
- Guantes desechables de látex
- Bolsas esterilizadas
- Bandejas de plástico esterilizadas (capacidad 2 libras)
- Hielera de duroport (capacidad 25 lt)

4.3.5. Preparación de la muestra

Las muestras de materia vegetal de flor de loroco, recolectadas en las zonas productivas y mercados de la cabecera departamental de Chiquimula y Zacapa, se almacenaron en fresco, en el laboratorio de agua del Centro Universitario de Oriente- CUNORI-, posteriormente se colocó las muestras de flor de loroco (fresca) en bandejas de plástico esterilizadas, debidamente identificada, en hieleras para ser transportadas a los laboratorios respectivos, para análisis de residualidad de plaguicidas y herbicidas (anexos, fotografías de muestras de loroco).

4.3.6 Metodología de cuantificación de plaguicida presentes en la flor del loroco.

La metodología para la cuantificación de residualidad de plaguicidas en la flor de loroco, que se utilizó fue por cromatografía de gases CG/Ms-Ms, realizando los análisis en el laboratorio AQQ- DISAGRO.

En cuanto a la cuantificación de residualidad de herbicidas en la flor de loroco, se realizó en el laboratorio LASER, para ello la metodología utilizada fue cromatografía líquida de alta precisión –HPLC-.

4.3.7 Análisis de Resultados

Las concentraciones de residuos de plaguicidas determinados en las muestras de flor de loroco, se compararon con los valores recomendados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), también se comparó con los valores recomendados por la Unión Europea para inflorescencias, para establecer si superan los Límite Máximo Residual.

Los resultados obtenidos se analizaron por medio de medidas de tendencia central, y se realizara el análisis comparativo entre puntos de muestreos.

4.4 Elaboración de propuesta para el control de plagas en el cultivo de loroco (*Fernaldia pandurata*), con productos menos tóxicos

Para el desarrollo de esta propuesta se tomó como base la información generada en el diagnóstico del uso de plaguicidas en el cultivo de loroco (*Fernaldia pandurata*) y de la cuantificación de residualidad de plaguicidas en el loroco comercializado en los mercados

Se consideraron los siguientes ejes:

- Plagas a tratar: Plagas que afectan el cultivo de loroco, identificadas en el diagnóstico.
- Productos agroquímicos: Se listaron los plaguicidas utilizados en el cultivo de loroco, identificados en el diagnóstico.
- Toxicidad del producto: Se contempló productos que presenten menos toxicidad que los productos tradicionales, para seguridad de la persona que realiza la aplicación y cuidado del medio ambiente.
- Residualidad: Productos que impliquen menor residualidad de plaguicidas en el loroco.
- Aspecto ecológico: Para este componente se contempló productos menos tóxicos y amigables con el medio ambiente, aplicando controles biológicos, extractos botánicos, sales minerales.

5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

No.	Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Diagnostico de uso de plaguicidas en el cultivo de loroco	X	X	X	X																													
2	colecta de material vegetal					X	X							X	X							X	X											
3	Analisis de laboratorio							X	X	X					X	X	X						X	X	X									
4	Tabulacion de datos y analisis de la informacion									X	X	X						X	X	X						X	X	X						
5	Elaboracion de propuesta, para el control de cultivo de											X	X							X	X					X	X							
6	Divulgación de resultados del proyecto con													X	X							X	X							X	X			
7	Elaboración de informe final																													X	X	X		

6. RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

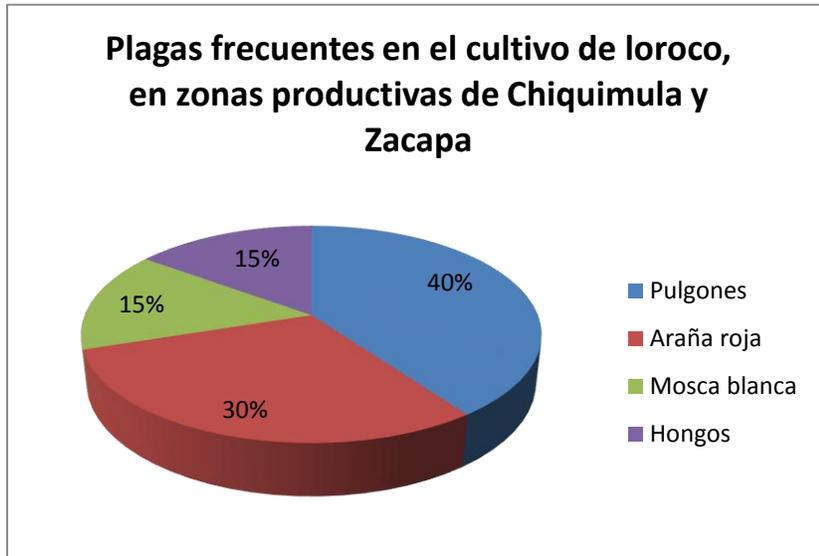
6.1 Diagnostico de usos de agroquímicos en el cultivo de Loroco, en zonas productivas de Chiquimula y Zacapa.

De acuerdo con la información recabada en el diagnóstico de usos de agroquímicos, en las zonas productivas del cultivo de loroco, específicamente en las comunidades de Chispan, Senegal y Camotán, las plagas que afectan el cultivo de loroco son pulgones (*Aphis sp*), araña roja (*Tetranychus urticae*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*), y hongos, como se observa en el cuadro 8. Los principales agroquímicos utilizados pertenecen a los grupos de piretroides, organofosforados, cabarbamatos, organoclorados y Neonicotinoides, siendo Monarca, Malathion y muralla (nombre común), los plaguicidas más utilizados para el manejo de plagas en el cultivo, como se muestra en la gráfica 3; En cuanto al manejo de maleza los más utilizados son el glifosato y paraquat.

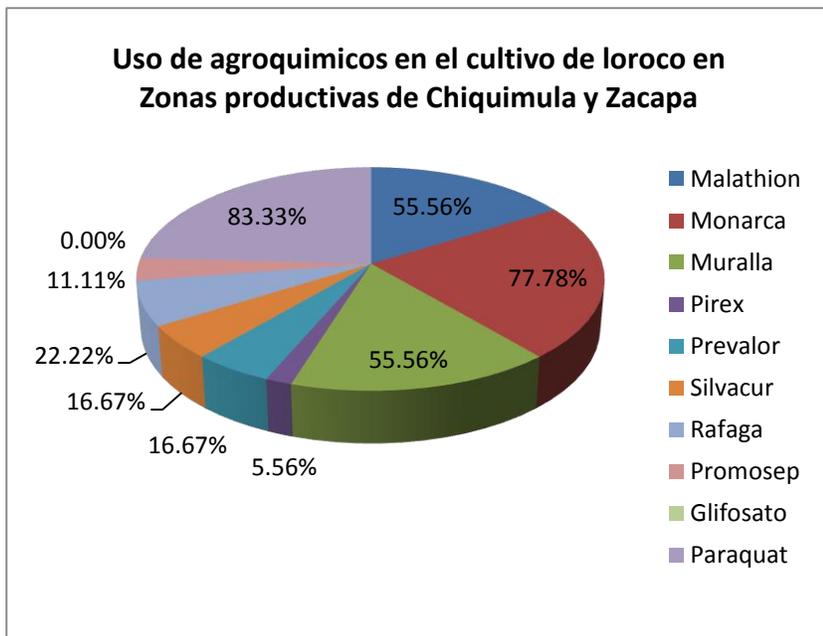
Cuadro 8. Plagas que afectan el cultivo de loroco en zonas productivas de Chiquimula y Zacapa

Nombre común	Nombre científico
Pulgon	<i>Aphis sp</i>
Araña roja	<i>Tetranychus urticae</i>
Mosca blanca	<i>Bemisia tabaci</i>
Hongos	<i>Fusarium sp</i>

Gráfica 1. Plagas frecuentes en el cultivo de loroco de zonas productivas de Chiquimula y Zacapa

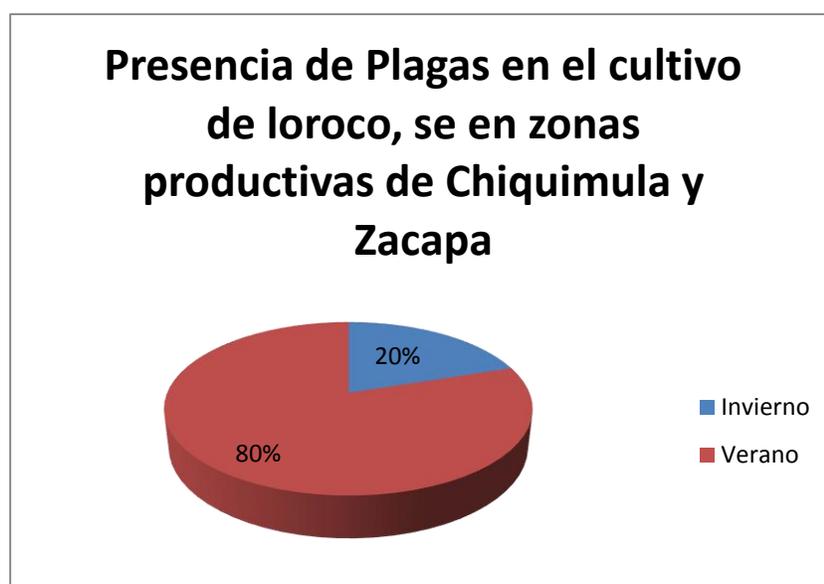


Gráfica 2. Uso de agroquímicos en el cultivo de loroco en zonas productivas de Chiquimula y Zacapa.



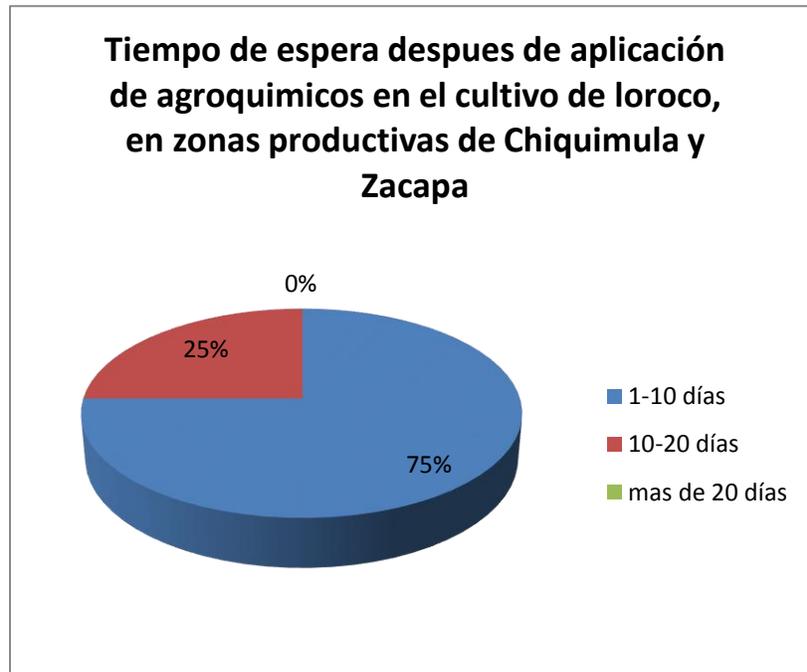
Según la información recabada en el diagnóstico, la época estacional del año donde se presentan mayor incidencia de plagas es en verano, como se puede observar en la gráfica 3. El 80% de los productores entrevistados manifestaron que en la época seca se observa presencia de plagas como pulgones, araña roja y mosca blanca, sin embargo en la época de invierno se incrementa la presencia de hongos y bacterias que afectan la raíz y tallo de la planta de loroco.

Gráfica 3. Porcentaje de Presencia de plagas en el cultivo del loroco según estación del año, en zonas productivas de Chiquimula y Zacapa



En el diagnóstico de uso de plaguicidas en el cultivo de loroco, también se recabó información del tiempo que los productores esperan después de la aplicación de agroquímicos para la cosecha de flor de loroco, conocido como carencia. El 75% de los productores encuestados esperan un periodo de 1 a 10 días para cortar la flor de loroco y el 25% de encuestados esperan de 10 a 20 días después de la aplicación de productos químicos, como se puede observar en la gráfica 4.

Gráfica 4. Tiempo de espera de para corte de flor de loroco, después de aplicación de agroquímicos, en zonas productivas de Chiquimula y Zacapa.



Se analizó la información técnica de cada producto utilizado en el cultivo del loroco, grupo al que pertenece, ingrediente activo, plagas a combatir, modo de aplicación, residualidad del producto, grado de toxicidad, como se muestra en el cuadro 9

Cuadro 9. Información Técnica de agroquímicos utilizados en el cultivo de loroco, de zonas Productivas de Chiquimula y Zacapa.

Nombre Comercial	Grupo	Plaga	Ingrediente activo	Modo de aplicación	Residualidad	Grado de toxicidad
PLAGUICIDAS						
Malathion 57% EC	Organofosforados	Pulgones, mosquitos, garrapatas	Malathion	Contacto	21-28 días	Moderada
Curyon	Fosforado	Trips	Lufenuron profenofos	Contacto,	15-50 días	Muy toxico
Oberón	Organoclorados	Insecticida	Spiromesifen 1,2-Bencisotiazol	Contacto, Sistémico	21 días	Muy Toxico
Monarca	Neonicotinoides Piretroides sintéticos	Mosca blanca, pulgones , barrenador, trips, gusano cogollero, trips	Thiacloprid Beta-Ciflutrina	Contacto y sistémico	21 días	Moderadamente peligroso
Muralla	Neonicotinoides Piretroides sintéticos	Pulgones, trips, lepidopteros	imidacloprid Deltametrina	Sistémico, contacto e ingestión	21 días	Moderadamente peligroso
Fercrisa Pírex	Piretroides (flor de crisantemo)	Pulgones, mosca blanca, trips	Piretrinas naturales	contacto	3 días	No tóxico
Plural 20 OD	Neonicotinoides Piretroides sintéticos	Mosca blanca, pulgones, gallina ciega, trips, gusano, escamas	imidacloprid	Sistémico, contacto e ingestión	21 días	Moderadamente peligroso
Connect 11.25 SC	Piretroides	Mosca blanca, saltahojas, cogollero, pulgones, barrenador , minador, tortugilla	Imidacloprid Beta- Ciflutrina	Contacto, Ingestión y sistémico	21 días	Muy toxico

Fungitane	carbamatos	Mildeo veloso, pudrición del cuello, mancha circular, tizon, mancha foliar	Mancozeb	Protectante de alto espectro	21 días	Medianamente toxico
Carbendazim	carbamatos	Antracnosis, mancha foliar, pudrición del tallo y raíz, fumagina, tizón	Bencimidazol	Sistémico	21-28 días	Medianamente toxico
Lannate	carbamatos	Mosca blanca, trips, pulgones, oruga.	Metomilo	Sistémico	10-21 días	Muy Toxico
Sylvacur combi	Triazol	Ojo de gallo, roya, antracnosis, sigatoa negra	Tebuconazole, Triadimenol	Sistémico	21 días	Medianamente toxico
HERBICIDAS						
Glifosato 35.SL	Glifosato	Herbicida		Herbicida sistémico no selectivo	7 días	Muy tóxico
Paraquat 27.6	Bipiridilo	Herbicida	Paraquat Dicloruro	Contacto	7 días	Muy tóxico

6.2 Resultados de determinación de residualidad de plaguicidas en la flor de loroco en zonas productivas y flor de loroco comercializado en mercados de la cabecera departamental de Chiquimula y Zacapa.

De acuerdo con la metodología descrita anteriormente, se realizó tres monitoreos para determinar residualidad de plaguicidas y herbicidas en la flor de loroco, recolectada en zonas productivas y mercados principales de Chiquimula y Zacapa.

Los resultados obtenidos en cada monitoreo se compararon con los LMR recomendados por la EPA por sus siglas en Ingles, en la base de datos de BCGlobal, considerando que Estados Unidos representa el mercado para exportación más importante y cercano para Guatemala, en el cual se puede exportar flor de loroco producida en Chiquimula y Zacapa. En la base de datos BCGlobal de la EPA, no existe una categoría específica para flores comestibles, por ello se consideraron los LMR para vegetales y frutas.

Los valores obtenidos en los resultados también se compararon con los LMR recomendados en la base de datos de plaguicidas de la Unión Europea en la categoría de flores comestibles.

6.2.1 Resultados de primer monitoreo de residualidad de plaguicidas y herbicidas en zonas productivas y mercados principales de Chiquimula y Zacapa

En el cuadro 10 se presentan los resultados del monitoreo 1, para determinar residualidad de plaguicidas y herbicidas (Glifosato) en muestras de flor de loroco, realizado en el mes de agosto, las muestras fueron recolectada en el mercado principal de la cabecera departamental de Chiquimula y en el mercado principal de la cabecera departamental de Zacapa. Así como en zonas productivas de la comunidad Chispan del municipio de Estanzuela; en la comunidad Senegal, perteneciente al municipio de Río Hon0do, del departamento de Zacapa y muestras recolectadas en el municipio de Camotán, Chiquimula. Haciendo un total de 9 muestras de flor de loroco.

En el monitoreo 1 no se detectó presencia de residualidad de plaguicidas en las muestras analizadas, sin embargo si hubo presencia de residualidad de glifosato en 8 muestras analizadas.

La cantidad residual de glifosato encontrada en las muestras de flor de loroco corresponde a 1.09 mg/kg en la muestra recolectada en el mercado de Chiquimula y 1.19 mg/kg en muestra recolectada en el mercado de Zacapa. En la comunidad de Chispan la cantidad residual de glifosato fue en promedio 0.58 mg/kg, obteniendo como resultado 0.57 mg/kg en la muestra 1, 0.62 mg/kg en la muestra 2 y 0.55 mg/kg en la muestra 3.

En la comunidad Senegal la cantidad residual de glifosato, en las muestras recolectadas fue 0.57 mg/kg y 0.48 mg/kg respectivamente, obteniendo como promedio 0.52 mg/kg En el punto de muestreo Camotán 1 se detectó 1.76 mg/kg de cantidad residual de glifosato.

Cuadro 10. Resultados de Residualidad de Plaguicidas y Glifosato, en muestras de flor de loroco recolectadas en Zonas productivas y mercado departamental de Chiquimula y Zacapa, correspondiente al primer monitoreo, 2018.

Producto	Moléculas	Unidad de medida	Mercado de Chiquimula	Mercado de Zacapa	Chispan 1	Chispan 2	Chispan 3	Senegal 1	Senegal 2	Camotan1	Camotan2
Organofosforados											
Malathion 57% EC	Malathion	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Curyon	Lufenuron	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Profenofos	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Clorpirifos	Clorpirifos QCE unificado	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Piretroides + Neonicotinoides											
Monarca	Thiacloprid Beta-Ciflutrina	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Muralla	Imidacloprid Deltametrina	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Fercrisa Pirex	Piretrinas naturales	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Sylvacur Combi	Tebuconazole, Triadimenol	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Connect 11.25 SC	Imidacloprid Beta-Ciflutrina	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Engeo	Thiametoxam (SP)	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Organoclorados											
Oberon	Spiromesifen 1,2-Bencisotiazol	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Carbamatos											
Fungitane	Mancozeb	mg/Kg	ND	ND							
Carbendazim	Bencimidazol	mg/Kg	ND	ND							
Propamocarb	Propamocarb (SP) QCE unificado	mg/Kg	ND	ND							
Metomilo	Metomilo Suma QCE Unificado	mg/Kg	ND	ND							
Herbidas											
Glifosato 35 SL	Glifosato	mg/Kg	1.09	1.19	0.57	0.62	0.55	0.57	0.48	1.76	ND
*ND= No Detectado											

Fuente: Resultados de laboratorio AGQ y Laboratorio LASER

Los datos obtenidos en los análisis de residualidad de glifosato en muestras de flor de loroco, fueron comparados con el Límite Máximo Residual recomendado por la EPA y UE (0.1 mg/kg). Como se puede observar en el cuadro 10, las muestras correspondientes a los mercados de Chiquimula y Zacapa, así como las muestras recolectadas en las comunidades de Chispan y Camotán, superan el Límite Máximo residual recomendado por la EPA (0.5 mg/kg). En cuanto a los valores recomendados por la EU todas las muestras que se detectó residualidad de glifosato, superan el límite permitido.

El agroquímico glifosato es un herbicida sistémico utilizado para el control de maleza en el cultivo de loroco, el tiempo de carencia de dicho producto es de 7 días, considerando esta información, los resultados nos indican que la flor de loroco comercializada en los mercados de Chiquimula y Zacapa fue cortada para su comercialización, antes de cumplir con los días reglamentarios para degradación del agroquímico.

Cuadro 10. Comparación de resultados de residualidad de plaguicidas y herbicidas en flor de loroco, correspondiente al primer monitoreo, con LMR aprobados por EPA y UE en flores comestibles.

Punto de muestreo	Resultado	Unidad de Medida	LMR Glifosato EPA	LMR Glifosato UE
Mercado de Chiquimula	1.09	mg/kg	0.5	0.1
Mercado de Zacapa	1.19	mg/kg	0.5	0.1
Chispan	0.58	mg/kg	0.5	0.1
Senegal	0.35	mg/kg	0.5	0.1
Camotán	1.76	mg/kg	0.5	0.1

Fuente:

6.2.2 Resultados de segundo monitoreo de residualidad de plaguicidas y herbicidas en zonas productivas y mercados principales de Chiquimula y Zacapa

En el cuadro 11 se muestran los resultados del análisis de residualidad de plaguicidas y herbicida en muestras de flor de loroco, recolectadas en el mercado de Chiquimula y Zacapa y en comunidades de Chispan, Senegal y Camotán, correspondiente al monitoreo 2.

En el segundo monitoreo se detectó presencia de plaguicidas de los grupos organofosforados, piretroides y del grupo carbamatos, en muestras de flor de loroco provenientes de la comunidad Chispan, Estanzuela.

La cantidad residual de plaguicidas encontrada del grupo organofosforado fue 0.03 mg/kg. En el grupo piretroides se detectó 0.016 mg/kg de thiacloprid Beta-ciflutrina, ingrediente activo del producto comercial Monarca, utilizado en el cultivo de loroco para el control de mosca blanca y pulgones; se detectó también residualidad del Imidacloprid Deltametrina 0.076 mg/kg, ingrediente activo del producto comercial Muralla, y 0.017 mg/kg de Imidacloprid Beta-Ciflutrin, ingrediente activo del producto comercial Connect, utilizados para el control de las plagas mosca blanca y pulgones. Se detectó residualidad de los productos antes mencionados en muestras provenientes de zonas productivas de la Comunidad de Chispan, Estanzuela.

En el grupo de plaguicidas carbamatos se encontró residualidad de Bencimidazol, Propamocarb y Metomilo, productos considerados tóxicos para los seres humanos. La cantidad detectada de Bencimidazol (Carbendazim) fue de 0.187 mg/kg; En promedio la cantidad encontrada de propamocarb fue de 0.546 mg/kg y 0.076 mg/kg de Metomilo, ingrediente activo del producto comercial Lannate. Dichos productos son utilizados para el control de pulgones y hongos, en el cultivo de loroco.

Se puede observar en el cuadro 11 que las muestras de flor de loroco, analizadas bajo el método de cromatografía líquida, no se detectó residualidad de glifosato, lo

cual nos indica que puede ser haber partículas en concentraciones bajas que no fueron detectadas por la cromatografía y por ende no representa daños a la salud.

Cuadro 11. Resultados de Residualidad de Plaguicidas y Glifosato, en muestras de flor de loroco recolectadas en Zonas productivas y mercado departamental de Chiquimula y Zacapa, correspondiente al segundo monitoreo, 2018.

Producto	Moléculas	Unidad de medida	Mercado de Chiquimula	Mercado de Zacapa	Chispan 1	Chispan 2	Chispan 3	Senegal 1	Senegal 2	Camotan1	Camotan2
Organofosforados											
Malathion 57% EC	Malathion	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Curyon	Lufenuron	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Profenofos	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Clorpirifos	Clorpirifos QCE unificado	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	0.013	ND	ND	ND	ND
Piretroides + Neonicotinoides											
Monarca	Thiacloprid Beta-Ciflutrina	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	0.016	ND	ND	ND	ND
Muralla	Imidacloprid Deltametrina	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	0.076	ND	ND	ND	ND
Fercrisa Pírex	Piretrinas naturales	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Sylvacur Combi	Tebuconazole, Triadimenol	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Connect 11.25 SC	Imidacloprid Beta-Ciflutrina	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	0.017	ND	ND	ND	ND
Engeo	Thiametoxam (SP)	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Organoclorados											
Oberón	Spiromesifen 1,2-Bencisotiazol	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Carbamatos											
Fungitane	Mancozeb	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Carbendazim	Bencimidazol	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	0.187	ND	ND	ND	ND
Propamocarb	Propamocarb (SP) QCE unificado	mg/Kg	ND	ND	ND	0.91	0.182	ND	ND	ND	ND
Metomilo	Metomilo Suma QCE Unificado	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	0.076	ND	ND	ND	ND
Herbicidas											
Glifosato 35 SL		mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
*ND= No Detectado											

Fuente: Resultados de laboratorio AGQ y Laboratorio LASER

Los resultados obtenidos en el segundo monitoreo fueron comparados con el Límite Máximo de Residuos LMR- aprobado por la EPA y por la Unión Europea en la categoría de flores comestibles, como se muestra en el cuadro 12. Comparando los resultados obtenidos de residualidad de plaguicidas con los LMR recomendados por la EPA, se puede observar que se encuentran dentro de los valores recomendados. La cantidad residual detectada del ingrediente activo Propamocarb, supera el Límite Máximo Residual recomendado por la UE.

Cuadro 12. Comparación de resultados de residualidad de plaguicidas en flor de loroco, correspondiente al segundo monitoreo, con LMR aprobados por EPA y UE en flores comestibles.

Plaguicida Residual	Punto de muestreo	Resultado	Unidad de medida	LMR EPA	LMR EU
Clorpirifos	Chispan	0.013	mg/kg	1	0.05
Beta-Ciflutrin,	Chispan	0.016	mg/kg	0.15	0.01
Metomilo	Chispan	0.076	mg/kg	--	--
Imidacloprid	Chispan	0.017	mg/kg	1	--
Propamocarb	Chispan	0.546	mg/kg	2	0.01
Glifosato	Chispan	0	mg/kg	0.5	0.01

6.2.3 Resultados de tercer monitoreo de residualidad de plaguicidas y herbicidas en zonas productivas y mercados principales de Chiquimula y Zacapa

En el cuadro 13 se muestran los resultados de los análisis de residualidad de plaguicidas y herbicida en muestras de flor de loroco, recolectadas en las comunidades Chispan, Senegal y Camotán, correspondiente al tercer monitoreo.

En los resultados se puede observar que mediante el método cromatografía de gases y cromatografía líquida, no se detectó residualidad de plaguicidas y glifosato en las muestras provenientes de los mercados de la cabecera departamental de Chiquimula y Zacapa.

Se detectó presencia de residualidad de plaguicidas del grupo piretroides, en muestras provenientes de la zona productiva de Chispan; la cantidad residual detectada fue 0.016 mg/kg del ingrediente activo Thiacloprid Beta-Ciflutrina y 0.033 mg/kg del ingrediente activo Imidacloprid Deltametrina. No se detectó residualidad de plaguicidas en las zonas productivas de Senegal y Camotán.

Como se observa en el cuadro 13, se detectó residualidad de glifosato en muestras de flor de loroco provenientes de zonas productivas de Chispan y Camotán. La cantidad residualidad de glifosato encontrada fue de 0.576 mg/kg en muestras provenientes de Chispan y 0.21 mg/kg promedio en muestras provenientes de Camotan.

Cuadro 13. Resultados de Residualidad de Plaguicidas y Glifosato, en muestras de flor de loroco recolectadas en Zonas productivas y mercado departamental de Chiquimula y Zacapa, correspondiente al tercer monitoreo, 2018.

Producto	Moléculas	Unidad de medida	Mercado de Chiquimula	Mercado de Zacapa	Chispan 1	Chispan 2	Chispan 3	Senegal 1	Senegal 2	Camotan1	Camotan2
Organofosforados											
Malathion 57% EC	Malathion	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Curyon	Lufenuron	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Profenofos	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Clorpirifos	Clorpirifos QCE unificado	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Piretroides + Neonicotinoides											
Monarca	Thiacloprid Beta-Ciflutrina	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	0.016	ND	ND	ND	ND
Muralla	Imidacloprid Deltametrina	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	0.033	ND	ND	ND	ND
Fercrisa Pirex	Piretrinas naturales	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Sylvacur Combi	Tebuconazole, Triadimenol	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Connect 11.25 SC	Beta-Ciflutrina	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Engeo	Thiametoxam (SP)	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Organoclorados											
Oberon	Spiromesifen 1,2-Bencisotiazol	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Carbamatos											
Fungitane	Mancozeb	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Carbendazim	Bencimidazol	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Propamocarb	Propamocarb (SP) QCE unificado	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Metomilo	Metomilo Suma QCE Unificado	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Herbicidas											
Glifosato 35 SL		mg/Kg	ND	ND	ND	ND	0.576	ND	ND	0.1485	0.277
*ND= No Detectado											

Fuente: Resultados de laboratorio AGQ y Laboratorio LASER

Los resultados obtenidos en el tercer monitoreo también fueron comparados con el Límite Máximo de Residuos LMR- aprobado por la EPA y por la Unión Europea en la categoría de flores comestibles, como se muestra en el cuadro 14. Comparando los resultados obtenidos de residualidad de plaguicidas con los LMR recomendados por la EPA y UE, se puede observar que se encuentran dentro de los valores recomendados. Sin embargo los resultados de residualidad de glifosato obtenidos en muestras provenientes de Chispan, superan el LMR aprobado por la EPA (0.5 mg/kg) y UE (0.1mg/kg). La cantidad residual de glifosato en promedio obtenidos en el punto de muestreo correspondiente a Camotán se encuentra dentro del parámetro aprobado por la EPA, mientras que al compararlo con la normativa establecida por la UE, supera el Límite Máximo Residual recomendado.

Cuadro 14. Comparación de resultados de residualidad de plaguicidas y herbicidas en flor de loroco, correspondiente al tercer monitoreo, con LMR aprobados por UE en flores comestibles.

Plaguicida Residual	Punto de muestreo	Resultado	Unidad de medida	LMR EPA	LMR EU
Beta-Ciflutrin,	Chispan	0.016	mg/kg	0.15	0.01
Imidacloprid	Chispan	0.033	mg/kg	1	--
Glifosato	Chispan	0.57	mg/kg	0.5	0.01
Glifosato	Camotán	0.22	mg/kg	0.5	0.01

6.3 Propuesta técnica para el control de plagas en el cultivo de loroco (*Fernaldia pandurata*), con productos menos tóxicos

El cultivo de loroco constituye una fuente de ingresos para los productores de las comunidades de Chispan, Senegal y Camotán, cuya producción lo hacen con métodos convencionales, recurriendo a agroquímicos de alto costo para el control de plagas y malezas.

La propuesta técnica que a continuación se describe, parte de información generada en el diagnóstico de uso de agroquímicos en el cultivo de loroco, realizado con productores presentes en el área de estudio y de los resultados obtenidos en la determinación de residual de plaguicidas y herbicidas en flor de loroco.

6.3.1 Plaga agrícola

Se considera plaga agrícola a una población de animales fitófagos (se alimenta de plantas) que disminuye la producción del cultivo, reduce el valor de la cosecha o incrementa sus costos de producción (Falconí, 2013).

Es importante reconocer las plagas que afectan los cultivos, para planificar el control adecuado en la plantación. Entre los insectos que se alimentan de los cultivos existen dos grupos: los que tienden a masticar las partes de la planta para tomar su alimento y los que chupan la savia de las plantas; también existen insectos que raspan y chupan partes de la planta para alimentarse (Vergara y Yepes, 2000).

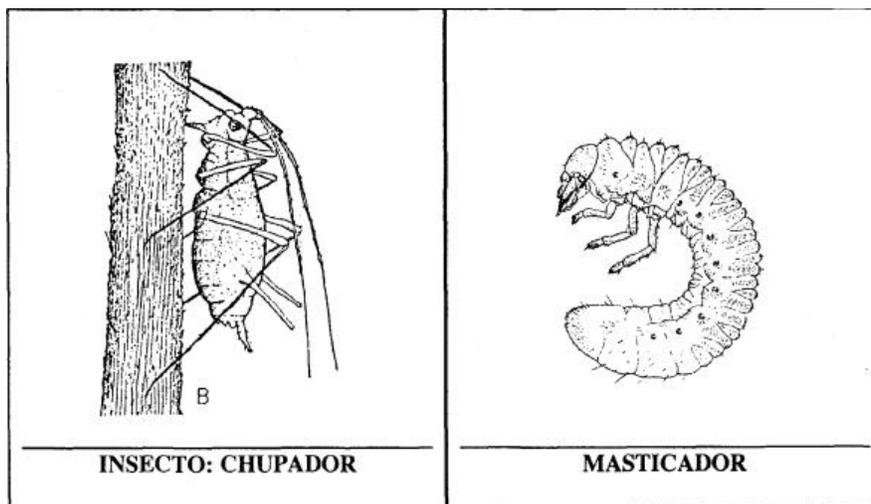


Figura 1: Insectos según su forma de alimentación.

En el cultivo de loroco las principales plagas que se identificaron fueron pulgones, araña roja, mosca blanca, trips, hongos y nematodos.

6.3.2 Métodos para el control de plagas:

Según Kimura, 2007, existen diversos métodos para el control de plagas, como lo son el control químico, cultural, mecánico, biológico, microbiológico, integrado. El control químico ha sido el método más difundido y utilizado por la mayoría de los agricultores (López, Vergara y Yepes, 2000).

a) Control mecánico

Es una de las prácticas más antiguas, consiste en recolectar los organismos plagas en forma manual y directamente para posterior destruirlos o matarlos. Especialmente en la primera etapa de infestación, en el cultivo de loroco se puede atacar el pulgón.



Figura 2. Eliminación manual de pulgón en la planta.

Otra de las prácticas que podemos mencionar dentro del control mecánico son trampas atrayentes, barreras vivas, uso de mallas alrededor del cultivo.

b) Control Etológico:

-Trampas atrayentes: estas se utilizan para monitorear la aparición de insectos plagas y poder hacer un pronóstico de que método utilizar para controlar la misma. Existen varias trampas para atraer insectos, como la trampa amarilla, trampa rojo, trampas con feromonas (muy efectivas).

c) Control Cultural:

- Barreras vivas: Son plantas sembradas alrededor del cultivo que impiden el acceso de insectos dañinos, los más comunes son barreras de plantas de maíz y sorgo. En el cultivo de loroco se puede controlar pulgones y mosca blanca



Figura 3. Ejemplo de barrera viva con plantas de maíz

d) Control Físico

- Uso de mallas o macrotuneles: el uso de macrotuneles para evitar el ingreso de insectos en el cultivo ha sido utilizado en Guatemala como una buena experiencia en cultivos como tomare y chile para el control de pulgones y mosca blanca.

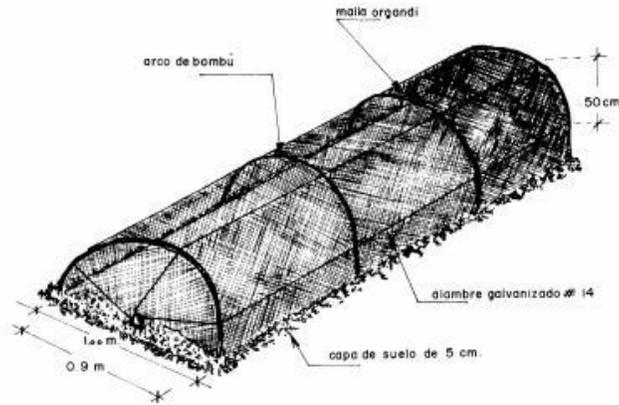


Figura 4. Túnel de cobertura para cultivos hortícolas

e) Control Biológico

Es el empleo de controladores naturales para el control de las plagas. El control biológico puede ser más seguro para el ser humano, las cosechas y medio ambiente, es un método estable y dura más tiempo que otros métodos de control (Rubio y Fereres).

- Predador: es un animal que se alimenta de otro animal. Entre los predadores más conocidos están las arañas, avispas, hormigas y mariquitas.

Cuadro 15. Predadores y Presas en el cultivo de loroco

Cultivo	Predador	Presa
Loroco	Araña	Varios insectos
	Avispa ()	Orugas
	Mariquita (<i>coleomegilla maculata</i>)	Pulgones
	Mosca sírfidas	Pulgones

-Paracitos: estos son organismos que entran al cuerpo de otro organismo (endoparásitos) o habitan en la superficie (ectoparásito) y comen dentro del

hospedero. El parásito más importante en el control biológico es el grupo de avispas de la familia Brachonidae, estas avispas parasitan al pulgón y mosca blanca, principales plagas en el cultivo de loroco. Estas avispas momifican e cuerpo de los pulgones, manteniendo baja las poblaciones de insectos plagas en el cultivo.

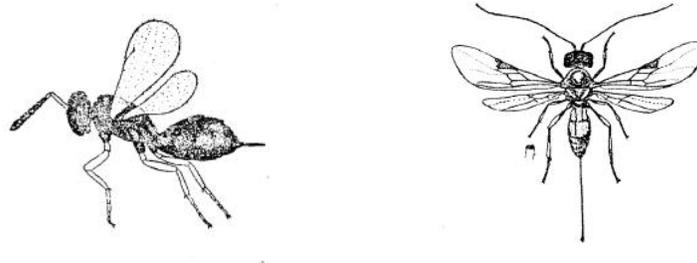


Figura 5. Avispas parasitoides (*Lysiphlebus testaceipes*) de pulgones.

También existen entomopatógenos que ejercen control de pulgones, principalmente en época de lluvia. Uno de los hongos efectivos para el control de pulgones es *Verticillium lecanii* (Parada, Sermeño y Rivas, 2002).

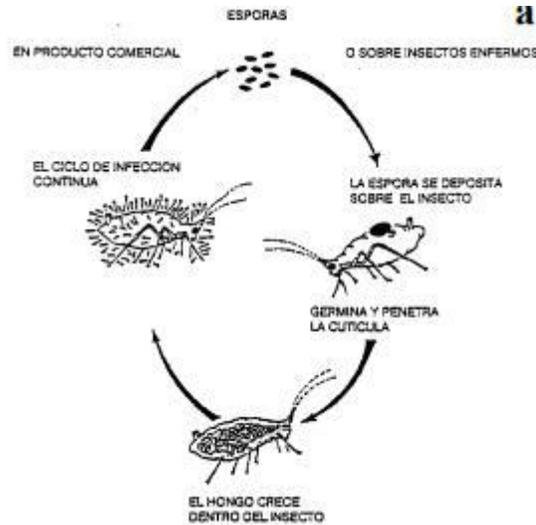


Figura 6. Ciclo de infección de un hongo entomopatógeno en un pulgón.

Plantas compañeras: algunas plantas tienen efecto de alejar insectos u organismos patógenos, reducen el riesgo de enfermedades y plagas.

Cuadro 16. Plantas compañeras en el cultivo de loroco.

Cultivo	Planta Compañera	Efecto
Loroco	Orégano	Repele insectos
	Manzanilla	Sirve de hospedero de insectos enemigos
	Ajo	Mata patógenos y aleja insectos por su olor
	Culantro	Aleja el pulgón y polilla
	Cebolla	Aleja el pulgón Controla patógenos
	Menta/ hierba buena	Aleja insectos y nematodos por su olor

f) Extractos naturales

Extracto natural	Plaga a controlar	Dosis
Etanolico de órgano	Repelente y previene el ataque de hongo	.5 copas por cada 16 litros de agua
Etanolico de tomillo	Repelente y previene en ataque de hongo	3 copas por 16 litros de agua.
Extracto de tabaco	Repelente y efecto insecticida en pulgones y mosca blanca	1 copa por cada 16 litros de agua.
Extracto de hoja de loroco	Repelente y efecto insecticida	3 copas por cada 16 litros de agua

Los extractos naturales tienen ventajas en el control de plagas por su forma de uso, duración y costo, los extractos de plantas pueden conseguirse comercialmente o prepararse por los productores.

En las plantas existen diversas sustancias a las cuales se les llama bioactivos o metabolitos secundarios, estos pueden ser insecticidas botánicos, inhibidores alimenticios, alteradores de desarrollo, repelentes, atrayentes. Depende de la manera de influir en la plaga, del tipo de extracto, de que planta proviene.

Cuadro 17. Control de plagas en el cultivo de loroco con extractos naturales

g) Control de malezas

En los últimos años ha proliferado el uso de herbicidas para el control de malezas. El producto para el control de maleza más utilizado por los productores, en el cultivo de loroco, es el glifosato

El glifosato es un herbicida sistémico. En el año 2015 la Organización Mundial de la salud (OMS) ha clasificado al glifosato como materia activa “probablemente cancerígena”

La alternativa más conocida para el control de maleza, son los manejos culturales como el deshierbe, chapeos. Se recomienda la aplicación de arena alrededor de la planta de loroco, para evitar el crecimiento de maleza en el cultivo.

Cuadro 18. Resumen de propuesta para el control de plagas y maleza en el cultivo de loroco

Plaga	Control recomendado	Practica a realizar
Pulgón (<i>Aphifs sp</i>)	Control mecánico	-Eliminación manual de hojas infestadas (previo monitoreo que no supere el 5%)
	Control etológico	-Trampas atrayentes
	Control cultural	-Barreras vivas
	Control físico	- Macrotuneles
	Control biológico	-Avispas parasitoides <i>Lysiphlebus testaceipes</i> (ver cuadro 15) -Plantas compañeras (ver cuadro 16)
	Extractos naturales	-Extracto tabaco -Extracto de hoja de loroco (consultar guirola)
Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Control manual	-Barres vivas y uso de macrotuneles -trampas atrayentes
	Control biológico	Avispas parasitoides <i>Lysiphlebus testaceipes</i> (ver cuadro 15) -Plantas compañeras (ver cuadro 16)
	Extractos naturales	Extracto tabaco

Araña rojo (<i>Tetranychus urticae</i>)	Control manual	Eliminación manual de parte de planta infestada
	Control biológico	Plantas compañeras
Nematodos	Control biológico	-Predadores - Parasitoides
	Extractos naturales	Extracto de orégano Extracto de tomillo
Honogos (<i>Fusarium sp</i>)	Extractos naturales	Extracto de orégano Extracto de tomillo
Control de malezas		Prácticas culturales Aplicación de arena alrededor de la planta. Uso de plástico para recubrimiento de surco de planta de loroco.

7. conclusiones

- Los productos agroquímicos utilizados para el control de plagas en el cultivo de loroco, pertenecen a los grupos organofosforados, organoclorados, piretroides, Carbamatos y Neonicotinoide, siendo Monarca, Malathion y Muralla, los plaguicidas más utilizados por los productores de las comunidades Chispan, Senegal y Camotán. En cuanto al control de maleza el agroquímico más utilizado es el Glifosato.
- Las plagas frecuentes que atacan el cultivo de loroco en el área de estudio, son afidos o pulgones (*Aphis gossypii*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*), araña roja (*Tetranychus urticae*) y hongos; siendo la época de invierno donde se incrementa la presencia de plagas en el cultivo de loroco.
- Las muestras de flor de loroco recolectadas en los mercados de la cabecera departamental de Chiquimula y Zacapa no presentaron residualidad de plaguicidas en los monitoreos realizados, con base a los resultados obtenidos del análisis realizado por el laboratorio AGQ Lab. Sin embargo se detectó presencia de residualidad de glifosato en el primer monitoreo realizado, con base a los resultados obtenidos del Laboratorio LASER. La cantidad detectada de glifosato en muestras recolectadas en el mercado de Chiquimula fue 1.09 mg/kg y 1.19 mg/kg en muestras recolectadas en el mercado de Zacapa; ambas muestras superan el Límite máximo Residual (0.1 mg/kg) establecido por la Unión Europea para dicho agroquímico.
- Las zonas productivas del cultivo de loroco que conforman el área de estudio de esta investigación son la comunidad de Chispan, Estanzuela; Senegal, Rio Hondo, y Camotán, Chiquimula. En el primer monitoreo no se detectó presencia de plaguicidas en muestras recolectadas en las zonas productivas, sin embargo si se detectó presencia de glifosato en las tres zonas productivas. En Chispan la cantidad detectada en promedio fue de 0.58 mg/kg, en Senegal se detectó en promedio 0.52 mg/kg y en Camotán se

detectó 1.76 mg/kg de glifosato residual; todas las muestras analizadas superan el LMR (0.1mg/kg) establecidos por la UE para glifosato.

Las muestras de flor de loroco provenientes de la zona productiva de Chispan son las que detectaron mayor presencia de residualidad de plaguicidas de los grupos organofosforados, piretroides y carbamatos, en el monitoreo 2 y 3.

- En el segundo monitoreo se detectó residualidad de thiacloprid, Beta-ciflutrina, Imidacloprid Deltametrina, Imidacloprid Beta-Ciflutrin, Bencimidazol, Propamocarb y Metomilo, en muestras de flor de loroco procedentes de Chispan; de los cuales al compararlos con el LMR aprobado por la EU, el ingrediente activo Propamocarb supera el LMR (0.1 mg/kg).
- En el tercer monitoreo se detectó presencia de residualidad de plaguicidas Imidacloprid Deltametrina y Thiacloprid Beta-Ciflutrina del grupo piretroides, en muestras provenientes de Chispan, ambas muestras se encuentran dentro del Límite Máximo Residual, aprobado por EU. También se detectó presencia de glifosato en muestras provenientes de la zona productiva de Chispan y Camotán; la cantidad de glifosato detectada fue 0.576 mg/kg en Chispan y 0.212mg/kg promedio en Camotan ambas muestras superan el LMR aprobado por la EU.

8. recomendaciones

- Realizar programa de educación a productores del cultivo de loroco, sobre uso racional de plaguicidas y herbicidas en las zonas productivas de Zacapa y Chiquimula, las cuales son las que proveen de flor de loroco a los mercados locales.
- Implementar Sistema de buenas prácticas agrícolas en las zonas productivas del cultivo de loroco, con el fin de que los productores cuenten con herramientas que garanticen al consumidor productos libres de residuos de plaguicidas y herbicidas, así como cumplir con las exigencias para exportación establecidas por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos –EPA y Unión Europea, para acceder a los mercados externos.
- Implementar un manejo integrado para el control de plagas en el cultivo de loroco, que incluya controles culturales, biológicos, control físico, uso de extractos naturales (orégano, tomillo, tabaco), así como control químico utilizando agroquímicos de baja residualidad.
- Establecer programa de monitoreo de uso de plaguicidas y herbicidas en otros cultivos de la región, con la finalidad de conocer el grado de exposición a residuos de plaguicidas y herbicidas al que está expuesto las consumidores locales.

9. Presupuesto

DESCRIPCION		MONTO	Monto	Monto	Saldo
Codigo	Nombre	Programado	Ejecutado	Disponible	
Monto Total del Proyecto		Q145,930			
400 VIAJES OFICIALES					
407	Viaticos ICTA	0.00		0.00	0.00
407	Viaticos Universidad	0.00	0.00	0.00	145,930.00
409	Transporte Nacionales	0.00		0.00	145,930.00
411	Otros Gastos de Viajes Nacionales	0.00		0.00	145,930.00
500 DOCUMENTOS Y MATERIALES E INSUMOS					
501	Publicaciones	0.00		0.00	145,930.00
503	Reproduccion de Documentos Impresos y Electronicos	4,000.00		4,000.00	141,930.00
505	Material e Insumos	0.00		0.00	141,930.00
509	Materiales para Proyectos	73,500.00		73,500.00	68,430.00
511	Adquisicion de Libros y Otras Publicaciones	0.00		0.00	68,430.00
513	Información Especializada	0.00		0.00	68,430.00
515	Servicios de Edicion, Traducccion e Interpretación	0.00		0.00	68,430.00
		0.00		0.00	68,430.00
600 PLANTA, EQUIPO Y MOBILIARIO					
611	Equipo y Mobiliario	0.00		0.00	68,430.00
615	Equipo de internet	0.00		0.00	68,430.00
700 SERVICIOS GENERALES					
701	Correspondencia	1,044.00		1,044.00	67,386.00
703	Telecomunicaciones y Enlaces de Internet	0.00		0.00	67,386.00
709	Combustibles	4,410.00		4,410.00	62,976.00
711	Mensajería y Mobilización Local	0.00		0.00	62,976.00
725	Preparación del suelo	0.00		0.00	62,976.00
JORNALES					
729	Jornales (Mano de Obra)	0.00		0.00	62,976.00
INCENTIVOS					
823	Investigador Principal	52,192.00		52,192.00	10,784.00
	Investigador Asociado	10,784.00		10,784.00	0.00
	Investigador Auxiliar	0.00		0.00	0.00
	Otros	0.00		0.00	0.00
					0.00
TOTAL		145,930.00	0.00	145,930.00	0.00

10. REVISION BIBLIOGRAFICA

- Alegría, B; & García, C. (2001). Loroco (*Fernaldia pandurata* Woodson). Nueva San Salvador, S.V. agronegocios @unete.com.sv; Ministry of Agricultura & livestock, Agrobussines office. 2p.
- Azurdia, C. A. (1996). Lecturas en Recursos Fitogenéticos. Instituto de Investigación Agronómica, Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Bloomquist, J. (2009). Insecticides: Chemistries and Characteristics, University of Minnesota, ipmworld.umn.edu/chapters/bloomq.htm, 21 de junio 2017.
- Cabrera, C. (2010). Evaluación del rechazo de flor de loroco (*feraldia pandurata*) deshidratada para elaborar saborizante-espesante en polvo. (Tesis de licenciatura).
- Corey, G., Henao, S. (1986). *Plaguicidas Organofosforados y Carbámicos*, 1.^a edición, Editorial Hispano Americana, México D.F., México.
- Environmental Protection Agency, (2010). Chlorpyrifos: Analysis of Risks, <http://www.epa.gov/espp/litstatus/effects/chlorpyrifos-analysis.pdf>, 26 de junio 2017.
- Environmental Protection Agency, (2010). The Agricultural Worker Protection Standard- Definition of Pesticide Handler, <http://www.epa.gov/oecaagct/factsheets/epa-305-f-98-029.pdf>, 20 de junio 2017.
- Estudio FAO Desarrollo Económico y Social, (2001). El mercado mundial de productos hortofrutícolas tropicales, Perspectivas y requerimientos para su desarrollo, <http://faostat.fao.org/site/>, 18 de agosto de 2011.
- Fernández, M. (2003). Estudio del comportamiento fotoquímico y determinación de compuestos fitosanitarios en matrices medioambientales y agroalimentarias mediante técnicas avanzadas de extracción y microextracción, Real Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela-Galicia, España.
- Giovannucci, E. (2001). Tomatos, Tomatos-Based Products, Lycopene, and Cancer: Review of the Epidemiologic Literature, Journal of the National Cancer

- Institute, <http://jnci.oxfordjournals.org/content/91/4/317.full.pdf+html>, 20 de junio 2017.
- Giron, F. (2005). Sistematización de las experiencias sobre la producción, manejo sanitario y Comercialización del loroco (*Fernaldia pandurata woodson*) en san jose del golfo, Guatemala". Instituto de Investigación Agronómica, Facultad de Agronomía Guatemala.
- CENTA. 1992. El cultivo de loroco. Boletín divulgativo N° 57. Departamento de Comunicaciones, San Andrés, La Libertad, El Salvador, C.A. pp. 16-17
- Isern, M.D. (2004). La química de los pesticidas y su metodología analítica, <http://www.ucel.edu.ar/upload/libros/>, 26 de junio 2017.
- López, C. (2005). Búsqueda y caracterización in situ del cultivo del loroco (*fernaldia spp. woodson*) en la región sur occidental de Guatemala".
- López, D. (2012). Determinación de residuos de plaguicidas en tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*) por cromatografía de gases con detector de espectrometría de masa (GC-MSD). (Tesis de licenciatura).
- Olvera, M. (2010). Primer taller sobre Endosulfán en México: Consideraciones y sugerencias por parte de la Industria en México, http://www.ine.gob.mx/descargas/sqre/2010_taller_endosulfan_pres_olvera.pdf, 21 de junio 2017.
- Sullivan, J.B., J. Bloise, (1992). *Organophosphate and carbamate insecticides. Hazardous Materials Toxicology*. Baltimore, MD: Williams and Wilkins, 1992.

11. Anexos

Anexo 1. Encuesta para diagnóstico del uso de plaguicidas en el cultivo de loroco, en 3 zonas productivas de los departamentos de Chiquimula y Zacapa.

	Cadena	Loroco
Fecha		
Nombre del entrevistado		
Teléfono		
Departamento		
Municipio	Comunidad	

1) Área sembrada (ha)/mz/tareas _____ No. parcela _____

2) Tiempo de cultivar loroco (años o meses) _____

3) ¿Qué tipo de plagas ha observado que afecte la plantación del loroco? _____

(afidos) (pulgonos) (hongos) (mosca Blanca) _____

4) En qué época se ha observado la presencia de plagas? _____

Afidos _____

Pulgonos _____

Hongos (fumagina) _____

Mosca Blanca _____

Otros _____

5) Utiliza agroquímicos en su parcela para el control de las plagas Si () o No ()

6) ¿Qué tipos de plaguicidas utiliza? _____

Nombre Comercial	Plaga	Ingrediente activo	Modo de acción	Residualidad

Sigue Anexo 1

7) Frecuencia de Aplicación de los plaguicidas? _____

8) ¿Cuánto tiempo espera usted para realizar el corte de la flor de loroco, luego de la aplicación de un plaguicida?

9) ¿Cuánto produce por unidad de producción? _____

10) ¿Cuál es el volumen semanal de venta del producto?: _____

11) Sabe usted dónde se comercializa el loroco que usted produce _____

12) La comercialización de su producto es a través de un intermediario o venta directa? _____

13) Quién se encarga de la aplicación de los plaguicidas? _____

14) Utiliza equipo de protección personal para realizar las aplicaciones de plaguicidas:

Si () o No ()

15) Qué tipo de Equipo de Protección personal utiliza

16) ¿Conoce la toxicidad de los productos que aplica? _____

17) Lee usted las etiquetas de los productos para control de plagas _____

18) Realiza prácticas alternativas para el control de plagas _____

Cuales? _____

19) ¿Que hace con los recipientes vacios de plaguicidas? _____

Sigue Anexo 1.

20) Que hace con los sobrantes de productos que aplica en el cultivo de loroco-

21) Tipo de aplicación de plaguicidas

Asperjadora de motor _____

Asperjadora manual _____

Otros _____

22) Ubicación de la aplicación.

Raiz/tronco _____

Follaje _____

Flor _____

Anexo 2. Boleta de campo para realizar trazabilidad de la comercializada en los mercados locales.

a. Nombre del productor o cortador _____

b. Fecha del corte del loroco _____

c. Hora del corte de loroco. _____

d. Hora del corte de loroco _____

e. Peso del producto. _____

f. Número de sacos. _____

g. Destino del loroco (mercado) _____