



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS PUEBLA

POSTGRADO EN ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL

SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y MANEJO DEL CILANTRO EN LOS REYES DE JUÁREZ, PUEBLA: IMPACTO EN LA INOCUIDAD DEL PRODUCTO

VERÓNICA TIBADUIZA ROA

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE**

MAESTRA EN CIENCIAS

PUEBLA, PUEBLA

2017



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS
CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN
CAMPUS PUEBLA

CAMPUE- 43-2-03

CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, la que suscribe **Verónica Tibaduiza Roa**, alumna de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta Institución, bajo la dirección del Profesor **Dr. Arturo Huerta de la Peña**, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis **SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y MANEJO DEL CILANTRO EN LOS REYES DE JUÁREZ, PUEBLA: IMPACTO EN LA INOCUIDAD DEL PRODUCTO**, y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del Colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, el Consejero o Director de Tesis y la que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Puebla, Puebla, 6 de enero del 2017.

Verónica Tibaduiza Roa

Arturo Huerta de la Peña

La presente tesis, titulada: **Sistema de producción y manejo del cilantro en Los Reyes de Juárez, Puebla: Impacto en la inocuidad del producto**, realizada por la alumna: **Verónica Tibaduiza Roa**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS

ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO: 
DR. ARTURO HUERTA DE LA PEÑA

ASESOR: 
DR. JUAN MORALES JIMÉNEZ

ASESORA: 
DRA. ANA MARÍA HERNÁNDEZ ANGUIANO

ASESORA: 
DRA. ÉRICA MUÑOZ REYES

Puebla, Puebla, México, 10 de enero del 2017

SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y MANEJO DEL CILANTRO EN LOS REYES DE JUÁREZ, PUEBLA: IMPACTO EN LA INOCUIDAD DEL PRODUCTO

Verónica Tibaduiza Roa, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2017

El cilantro (*Coriandrum sativum* L.) es una de las principales hortalizas producidas en Los Reyes de Juárez Puebla. Sin embargo, este cultivo ha sido objeto de alertas sanitarias por el consumo de cilantro contaminado. Reconociendo su importancia económica y la necesidad de mejorar el sistema de producción, este trabajo tuvo como objetivos registrar las actuales prácticas agrícolas en la producción de cilantro y analizar su impacto en la inocuidad del producto. Adicionalmente, se evaluó la calidad sanitaria del cilantro con la detección en medio selectivo de *Salmonella* como indicadora de contaminación fecal. A partir de un listado oficial se seleccionaron mediante un muestreo simple aleatorio y varianza máxima 73 (n) productores a quienes se les aplicó un cuestionario para recabar información sobre las actividades que implementan durante la producción. Según el mercado de destino, al azar se seleccionaron tres productores, con destino para mercado regional PMR, nacional PMN e internacional PMI a quienes se les hicieron visitas de campo durante la producción. Los resultados indicaron que el sistema de producción para los mercados PMR y PMN tiene un fuerte impacto no solo en la inocuidad del producto sino también en la salud de las personas involucradas en las actividades agrícolas del cultivo. La producción para los mercados PMR y PMN no cuenta con asistencia técnica, la siembra es manual, el riego es por rodado y en las labores de cultivo participan animales de tiro; mientras que, la del mercado PMI tiene asistencia técnica, la siembra es mecanizada, el riego es por goteo y no se tiene la participación de animales. De tres muestras de cilantro analizadas por lote de producción para PMR y PMN ninguna registró crecimiento de *Salmonella*. La implementación de programas preventivos como el Programa de Buen Uso y Manejo de Agroquímicos y del Sistema de Reducción de Riesgos de Contaminación se encuentran entre las estrategias operativas inmediatas para resolver los problemas de inocuidad registrados durante la producción y cosecha del cilantro en los Reyes de Juárez.

Palabras clave: Calidad, *Coriandrum sativum*, Higiene, Sanidad.

PRODUCTION SYSTEM AND MANAGEMENT OF CORIANDER IN LOS REYES DE
JUAREZ, PUEBLA: IMPACT ON THE PRODUCT SAFETY

Verónica Tibaduiza Roa, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2017

Coriander (*Coriandrum sativum* L.) is one of the main vegetables produced a round of Los Reyes de Juárez Puebla. However, this crop has been the subject of sanitary alerts, related to the consumption of Coriander from Puebla. Recognizing its economic relevance and the need to improve the production system, this work aimed to record current agricultural practices in the production of Coriander and to analyze their impact on the safety. Additionally, the sanitary quality of coriander was evaluated with the detection in *Salmonella* selective medium as indicator of fecal contamination. From an official list, a random simple sampling and maximum variance, 73 (n) producers were selected who were asked a questionnaire to gather information about the activities they implement during production. According to the target market, three producers were selected at random, whose production is destined to regional market RMP, national NMP and international IMP who were visited during the production. The results indicated that the production system for the RMP and NMP markets have a strong impact not only on the safety of the product but also on the health of the people involved in the agricultural activities of the crop. Production for RMP and NMP markets there is no technical assistance, the sowing is by hand, the irrigation is rolled and in the work of cultivation participate in draft animals while. For the PMI market all, the activities are with technical assistance, the planting is mechanized, the irrigation is by dripping and there is no participation of animals in the cultivation activities. Of three coriander samples analyzed per production lot for PMR and PMN, none recorded growth of *Salmonella*. The implementation of actions such as the Program for Good Use and Management of Agrochemicals and the Pollution Reduction System in primary production are among the immediate operational strategies to solve the safety problems during production and harvest of cilantro in Los Reyes de Juárez.

Key Words: *Coriandrum sativum*, Hygiene, Quality, Safety.

AGRADECIMIENTOS

A CONACYT un sincero agradecimiento por haber financiado mis estudios de maestría en ciencias en el Programa de Postgrado en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional del Colegio de Postgraduados, Campus Puebla.

Al Colegio de Postgraduados campus Puebla, por la oportunidad de realizar la maestría.

Al Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Puebla (CESAVEP), especialmente al Ingeniero José Reynaldo Vázquez Ortiz, por toda la colaboración en campo, a las Ingenieras: Xochitl, Gisela y Emma por la disposición durante la fase de campo.

A las autoridades de la Presidencia Municipal de Los Reyes de Juárez, Puebla, por su disponibilidad e interés en el presente trabajo de investigación.

A los profesores del PROEDAR con quien tuve el gusto de aprender durante los cursos recibidos.

A los productores de los Reyes de Juárez, Puebla por la dedicación, disposición y amabilidad con la que me recibieron y colaboraron, sin ellos nada de esto sería posible.

A Almita, Javier, Roberto y Katia, gracias por su amabilidad y por su buena gestión en el apoyo a los estudiantes.

Al Doctor Arturo Huerta de la Peña, más que un consejero académico, un consejero para la vida. Gracias por confiar en mí desde el primer día que llegue al Colegio.

A los Doctores Juan Morales Jiménez, Ana María Hernández Anguiano y Érica Muñiz Reyes, por la dedicación, paciencia y apoyo en el desarrollo de mi tesis.

A Celia, Azu, Sarita y Adri, por todo el apoyo, la compañía y alegrar mis días en el laboratorio.

A mis amigos Yasmini y Pablo quienes se convirtieron en mi familia en México. Gracias por tanto cariño.

A mis amigos Karen, Carla, Evert y Ana, por acompañarme y apoyarme en todo el tiempo de estudio.

A toda mi familia en Colombia, porque no importa la distancia, me motivan a seguir adelante.

DEDICATORIA

A mis abuelitos Juan y Cleo, ejemplo y guía en mi vida.

A mi mami Alba Roa por su amor incondicional y apoyo en todo este proyecto... porque mis triunfos son gracias a ti.

A mis hermanas tuti y pao porque con su estilo único saben motivarme. Por estar conmigo en las buenas y malas, porque me consienten y apoyan mis sueños, gracias por creer en mí.

A mis sobrinos Gaby y Alejo, por quienes vale la pena hacer de este mundo un lugar mejor.

INDICE GENERAL

RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
AGRADECIMIENTOS	VI
DEDICATORIA	VII
INDICE DE CUADROS	IX
INDICE DE FIGURAS	X
I. INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1.1 Justificación	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Objetivo general	3
1.4 Objetivos específicos	3
1.5 Hipótesis	4
II. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Importancia económica del cilantro en México	5
2.2 Descripción botánica y requerimientos agronómicos del cultivo de Cilantro (<i>Coriandrum sativum</i> L)	5
2.3 Problemática de la inocuidad del cilantro en el estado de Puebla para el mercado internacional	8
2.4 La inocuidad y riesgos de contaminación en el cultivo de cilantro.	13
2.4.1 Riesgos físicos, químicos y microbiológicos	13
2.5 <i>Salmonella</i> spp y <i>Cyclospora</i> spp como agentes de riesgo para la exportación.	16
III. MATERIALES Y METODOS GENERALES	18
3.1. Área de estudio	18
3.2 Selección de productores y parcelas	19
3.3 Análisis de la información	21
IV. SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y MANEJO DEL CILANTRO EN LOS REYES DE JUÁREZ, PUEBLA	22
4.1 Introducción	22
4.2 Materiales y Métodos	23
4.3 Resultados	24
4.4 Discusión	44
4.5 Conclusiones	51
V. CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE HOJAS DE CILANTRO CON LA DETECCIÓN DE SALMONELLA Y CYCLOSPORA COMO INDICADORAS DE CONTAMINACIÓN	53
5.1 Introducción	53
5.2 Metodología	54
5.3 Resultados	56
5.4 Discusión	58
5.5 Conclusiones	59
VI. CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES	61
BIBLIOGRAFIA	67
ANEXO 1. ARTÍCULO	72

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Clasificación de las categorías para la interpretación de resultados obtenidos en la producción de cilantro en campo.	20
Cuadro 2.	Número de aplicaciones y productos aplicados para el control de plagas y enfermedades, durante la producción de cilantro para mercado PMR, en los Reyes de Juárez, Puebla.	30
Cuadro 3.	Número de aplicaciones y productos aplicados para el control de plagas y enfermedades, durante la producción de cilantro para mercado PMN, en los Reyes de Juárez, Puebla.	38
Cuadro 4.	Número de productos aplicados para el control de plagas y enfermedades, durante la producción de cilantro para mercado PMI, en los Reyes de Juárez, Puebla.	42
Cuadro 5.	Prácticas realizadas para la producción de cilantro de acuerdo al mercado final en los Reyes de Juárez Puebla.	48
Cuadro 6.	Características de terreno y prácticas agrícolas en la producción de cilantro de acuerdo al mercado final en los Reyes de Juárez Puebla.	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Cultivo de cilantro en Los Reyes de Juárez, Puebla.	6
Figura 2.	Etapas de desarrollo del cilantro, prácticas culturales y problemas fitosanitarios.	7
Figura 3.	Rechazo de alimentos por contaminación física, química y microbiológica 2014 y 2015 en México.	10
Figura 4.	Número de alertas generadas por contaminantes biológicos, físicos y químicos en México 2015.	14
Figura 5.	Alertas de importación 2015 de productos agrícolas por contaminante.	15
Figura 6.	Ubicación y uso del suelo y vegetación del Municipio Los Reyes de Juárez, Pue.	18
Figura 7.	Diagrama propuesto por productor de cilantro del Municipio Los Reyes de Juárez, Pue, para la descripción de ciclo de cultivo y prácticas agrícolas.	21
Figura 8.	Ciclo de producción y prácticas asociadas al cultivo de cilantro para mercado PMR, en los Reyes de Juárez, Puebla.	25
Figura 9.	Trazado de las curvas a nivel, para siembra de cilantro, en Los Reyes de Juárez, Puebla.	26
Figura 10.	Productor surcando para siembra de cilantro en Los Reyes de Juárez, Puebla.	26
Figura 11.	Bolsa de yute con semilla de cilantro utilizada en el caso de producción para mercado regional (PMR), en Los Reyes de Juárez, Puebla	27
Figura 12.	Siembra manual de semilla de cilantro para mercado PMR en Los Reyes de Juárez, Puebla.	27
Figura 13.	Sistema de riego en sistema para mercado PMR en Los Reyes de Juárez, Puebla.	28
Figura 14.	Labor de cultivo-aporque con tracción animal en producción de cilantro para mercado PMR.	29
Figura 15	Labor de cultivo-escarda. Herramienta metálica utilizada para la	29

	escarda.	
Figura 16.	Envases de plaguicidas utilizados por el productor con destino al mercado regional PMR y que fueron observados como desecho en el borde de la parcela	31
Figura 17.	Fertilización durante la producción de cilantro para mercado PMR, en Los Reyes de Juárez, Puebla.	31
Figura 18.	Arado metálico para aflojar el suelo e incorporar el fertilizante (flechas blancas) durante la práctica del aporque.	32
Figura 19.	Cosecha manual de cilantro para mercado PMR, en Los Reyes de Juárez, Puebla.	33
Figura 20.	Ciclo de producción y prácticas asociadas al cultivo de cilantro para mercado PMN, en los Reyes de Juárez, Puebla.	34
Figura 21	Práctica de surcado con caballo para la siembra de cilantro en Los Reyes de Juárez Puebla.	35
Figura 22.	Basura diversa encontrada cerca de los caminos (A) y canales de riego (B y C) rumbo a la parcela de cilantro para mercado PMN.	36
Figura 23.	Parcelas con cultivo de cilantro para mercado PMN. Donde A y A1: parcela con pérdida de plantas por enfermedad; B, planta de cilantro con signos de la enfermedad conocida por el productor como “secadera” (flecha blanca).	37
Figura 24.	Preparación y aplicación de plaguicidas en el cultivo de cilantro para mercado PMN, en los Reyes de Juárez, Puebla.	39
Figura 25.1	Ciclo de producción y prácticas asociadas al cultivo de cilantro para mercado PMI, en los Reyes de Juárez, Puebla.	41
Figura 25.2	Sistema de manejo postcosecha para mercado PMI.	44
Figura 26.	Proceso para detección de <i>Salmonella</i> en muestras de cilantro	55
Figura 27.	Colonia típica de <i>Salmonella</i> en AEH.	56
Figura 28.	Colonia de color naranja en medio de cultivo AEH.	57
Figura 29.	Colonias presentes en muestras de cilantro	57
Figura 30.	Árbol de problemas relacionado con las deficiencias de inocuidad del cilantro en los Reyes de Juárez, Puebla	64

I. INTRODUCCION GENERAL

1.1 Justificación

El subsector hortícola de México aporta 16% del valor de la producción agrícola con sólo el 2.7% de la superficie agrícola y 2.1% de la producción total, este sector presenta tasas de crecimiento promedio anuales positivas, la superficie cultivada ha crecido a 2.03%, la producción a 3.62%, mientras que el valor de la misma en términos nominales ha crecido a 27.43%, lo anterior lo caracteriza como un subsector con un fuerte dinamismo y grandes expectativas para el desarrollo agrícola del país (Ayala *et al.*, 2012).

Temas como inocuidad y calidad son cada vez más frecuentes en el ámbito agropecuario, en especial para productos que son consumidos en fresco, como el caso de la mayoría de hortalizas. Para productores como para comercializadores estos temas han venido cobrando gran importancia, pues no solo son determinantes para abrir mercados internacionales, sino que a nivel local la competitividad y nuevos estilos de vida de los consumidores han generado nuevos requerimientos y la atención se centra en los modelos de producción amigables con el medio ambiente y por tanto inocuos al consumidor.

Es un hecho que entidades de gobierno como privadas gestionan normas más estrictas para la importación y compra de productos alimenticios, esto con el fin de asegurar la inocuidad de los alimentos, lo cual se considera un aspecto fundamental de salud pública y elemento esencial para la gestión de la calidad (Ariste y Tapia, 2007), ya que para los gobiernos es un deber garantizar el derecho a las personas de consumir alimentos inocuos “que no contengan agentes físicos, químicos o biológicos en niveles de naturaleza tal, que pongan en peligro su salud”(Tafur, 2009). El municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla, por sus condiciones naturales como clima, disponibilidad de agua, tipo de suelo, es un lugar idóneo para la producción de hortalizas, el cilantro (*Coriandrum sativum* L) es una de las hortalizas de alta importancia económica para el municipio, ocupando el cuarto lugar del estado en área sembrada y cosechada; sin embargo, SEDESOL (2010), el municipio presenta un grado de marginación medio, con 32.53% de la población en extrema pobreza y la agricultura representa una de sus principales actividades comerciales.

Las prácticas agrícolas de producción para un gran número de productores siguen siendo de manera convencional por el uso de productos agroquímicos, con deficiencias en asesoría técnica y sin una planificación que favorezca la competitividad en el mercado. Muchos productores incurrir en pérdidas económicas en ciclos consecutivos, pues los altos costos en los insumos como: semillas, fertilizantes y agroquímicos, no se ven compensados con los precios de venta del producto final.

En inspecciones oficiales, la agencia FDA (Food and Drug Administration) registró condiciones inaceptables durante la producción y el manejo pos cosecha de cilantro en diferentes empresas y campos en el estado de Puebla (Food and Drug Administration, 2016), generando preocupación no solo en productores sino en entidades de gobierno, ya que el mercado internacional genera grandes ingresos en la región.

El desconocimiento o en muchos casos las características culturales de la región, dificultan la implementación de planes de manejo, que permitan al productor tener ganancias y a su vez generen un producto con las condiciones de calidad e inocuidad ideales para competir en cualquier tipo de mercado. En este sentido, es necesaria la identificación de los principales riesgos durante la producción del cilantro, con el fin de generar estrategias que mitiguen o disminuyan éstos, para lograr una mejor posición en el mercado ya sea nacional o internacional.

1.2 Planteamiento del problema

En México el cilantro (*Coriandrum sativum* L.) es una de las hortalizas especialmente codiciada, pues constantemente es usado en diversos platillos, en especial, como sazónador. A nivel Nacional los principales estados productores son Puebla con 27,109.62 ton, Baja California con 5,841.46 ton, Sonora con 5,071.31 ton, Zacatecas con 2,718.00 ton, Aguascalientes con 2,502.80 ton y Jalisco con 2,020.80 ton (SENASICA, 2014). El cilantro es una de las especias de mayor impacto económico a nivel nacional, siendo un cultivo aceptado en el mercado internacional, con un precio competitivo. Puebla es el Principal Exportador del país, con 45,000 tons/año (SAGARPA, 2014).

El municipio de Los Reyes de Juárez-Puebla, es considerado uno de los mayores productores hortícolas del Estado, actualmente exporta cilantro hacia Estados Unidos y abastece varios mercados nacionales como Ciudad de México y Quintana Roo entre otros, en este municipio las prácticas agrícolas utilizadas para la producción, pueden estar generando que los riesgos de

contaminación física, química y microbiológica sean mayores. A pesar de los esfuerzos realizados por entidades de gobierno, los planes gubernamentales centrados en la inocuidad y uso de Buenas Prácticas Agrícolas tanto en producción, como en poscosecha, parecen no tener la cobertura e impacto esperado, siendo los diversos patrones socioculturales de la agricultura mexicana los que representan un grave inconveniente al establecer y definir las buenas prácticas agrícolas y de empaque de los productos para consumo en fresco (Siller *et al.*, 2002).

En agosto del 2015 la FDA mediante su comunicado “alerta de importación 24-23” observó condiciones inaceptables en diferentes empresas y campos muestreados en su visita al estado de Puebla, condiciones observadas incluyen heces humanas y papel higiénico que se encuentran en los campos de cultivo y alrededor de las instalaciones; mantenimiento inadecuado, una completa falta de instalaciones sanitarias y de lavado de manos; las superficies de contacto con alimentos tales como cajas de plástico, utilizadas para el transporte de cilantro o mesas donde se corta y se ata el cilantro, visiblemente sucias y no lavadas; y el agua utilizada para fines tales como el lavado de cilantro vulnerables a la contaminación de los sistemas de alcantarillado / séptico entre otras (Food and Drug Administration, 2016). Por lo que es necesario en primer lugar hacer un estudio sobre el proceso productivo del cilantro, que permita detectar las prácticas agrícolas y los puntos de riesgo, que comprometan la inocuidad del producto.

1.3 Objetivo general

Estudiar el sistema de producción del cilantro (*Coriandrum sativum* L.), con énfasis en las prácticas agrícolas y su relación con la calidad e inocuidad del producto.

1.4 Objetivos específicos.

- I. Describir el sistema de producción y manejo y poscosecha del cilantro en los Reyes de Juárez, Puebla.
- II. Conocer las prácticas agrícolas que se realizan, con el propósito de identificar los principales puntos de riesgo de contaminación que afecten la calidad e inocuidad de las hojas del cilantro.
- III. Analizar y determinar la calidad microbiológica de muestras de hojas de cilantro colectadas en parcelas locales con la detección de *Salmonella* como indicador de contaminación.

1.5 Hipótesis

Existen prácticas agrícolas realizadas en el cultivo de cilantro en el municipio Los Reyes de Juárez, Puebla, que incrementan el riesgo de contaminación de la hoja, comprometiendo la calidad e inocuidad del producto.

II. MARCO TEORICO

2.1 Importancia económica del cilantro (*Coriandrum sativum* L) en México.

México ocupa el primer lugar en el mundo en la exportación a más de 50 países, de los siguientes productos agroalimentarios; jitomate, chile verde, nuez de nogal, pepino, cebolla, hortalizas congeladas, sandía, limón y garbanzo, con un valor superior a 24 mil millones de dólares (SAGARPA, 2014).

La producción de cilantro en México asciende a más de 50 mil toneladas anuales y aun cuando compite en usos gastronómicos con otras especies consideradas “exóticas”, la versatilidad de sus usos y el potencial de los mismos, le confieren un lugar importante en investigaciones, producción y en la agroindustria (SAGARPA, 2016)

En Puebla la producción de cilantro en 2015 fue de 29,355.98 Ton y una superficie sembrada de 3,165.42 Ha, ocupando así el primer lugar a nivel nacional (SIAP, 2016). En el municipio de Los Reyes de Juárez, la producción de cilantro para ese mismo año fue de 1518.75 Ton y una superficie sembrada de 195.25 Ha, ocupando así el tercer lugar en el estado en la producción de esta especie.

El municipio Los Reyes de Juárez liderea la producción de hortaliza a cielo abierto, siendo el primero en el estado en producción, el espacio agrícola es diversificado, con alrededor de 40 cultivos cíclicos y perennes, siendo las hortalizas los cultivos de mayor importancia económica del municipio (Lugo *et al.*, 2010). El municipio cuenta con aproximadamente 46 pozos de riego, permitiendo el cultivo de las diferentes variedades de hortaliza todo el año.

2.2 Descripción botánica y requerimientos agronómicos del cultivo de Cilantro (*Coriandrum sativum* L.)

El cilantro pertenece a la clase Dicotiledónea de la familia Apiaceae y se considera que es originario de Europa meridional, de las zonas alrededor del mar Mediterráneo, Asia Menor y Norte de África, encontrándose esporádicamente en algunas regiones españolas. Su registro más antiguo se remonta hacia unos 9000 años, fue llevado a América partir del siglo XV y en América Latina fue en 1519 durante la colonización (SENASICA 2014)(Morales *et al.*, 2011).

El cilantro requiere un clima templado, y aunque puede tolerar un clima templado-cálido, en éste puede presentar disminución en el rendimiento (Figura 1). La concentración de aceite esencial en los frutos disminuye a temperaturas superiores a 21°C, por tanto puede disminuir su sabor en

climas cálidos, siendo la temperatura óptima para la hinchazón del grano entre 15-18° C. Es poco exigente en suelos, puede crecer en los francos, silíceo-arcillosos, algo calcáreo, ligero, fresco, permeable, profundo e incluso en los ligeramente ácidos, prefiriendo los calizos (Solano, 2011).



Figura 1. Cultivo de cilantro en Los Reyes de Juárez, Puebla.

En México, el cultivo de cilantro se presenta durante todo el año, la siembra puede ser directa o por trasplante, para la cosecha de follaje puede tardar entre 8 y 9 semanas, se siembra a una profundidad de 1 a 2 cm y se espera germinación a los 7-10 días en condiciones favorables (Figura 2), en México el cilantro puede ser sembrado en cualquier época, aunque puede ser afectado por las heladas (López *et al.*, 2014).

SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ETAPAS DE DESARROLLO																		
	GERMINACION	DESARROLLO DE HOJAS						ELONGACION DE TALLO Y FORMACION DE INFLORESCENCIA						MADURACION DE SEMILLA				
LABORES	RIEGO	RIEGO, DESHIERBE Y MANEJO DE PLAGAS						COSECHA DE FOLLAJE	RIEGO, DESHIERBE Y MANEJO DE PLAGAS						COSECHA DE SEMILLA			
PLAGAS Y ENFERMEDADES																		
CONTROL	AJO Y CHILE, APLICADO AL SUELO Y AL FOLLAJE																	

Figura 2. Etapas de desarrollo del cilantro, prácticas culturales y problemas fitosanitarios.
Fuente: (López *et al.*, 2014)

Las labores más comunes son: riego, deshierbe, manejo de plagas, cosecha de follaje o cosecha de semilla. El terreno debe prepararse hasta cerca de 20 cm de profundidad, para facilitar la germinación de las semillas. Las semillas deben sembrarse a una profundidad no mayor a 1-2 cm, usando de 6 a 12 semillas por cada 30 cm, y en bandas o franjas de modo que quede cerca de 3 a 5 cm entre plantas (Morales, *et al.*, 2011).

El cilantro es un cultivo que requiere alta humedad inicial durante los primeros cinco o seis días hasta la germinación y emergencias de plántulas, por tanto se recomienda en este periodo, hacer riegos cortos pero repetidos (2-3 veces al día). Con ello se procura una adecuada humedad superficial evitando el encharcamiento y la formación de “costras” superficiales en el suelo (Solano, 2011).

Generalmente se realizan dos escardas; la primera, a los 15-20 días después de la siembra y la segunda a los 15 días después de la primera, utilizando un implemento conocido como “calavera”, El cilantro, para producción de follaje fresco, se cosecha cuando la planta alcanza una

altura de 25 a 30 cm y su coloración es verde intensa. Esto se logra a los 50-60 días después de la siembra en verano y a los 115-125 días después de la siembra en invierno (Hernández, 2003).

Para la fertilización mineral dependerá de la riqueza del suelo, por esta razón es importante contar con un análisis químico de suelo, para este cultivo la base fundamental es el nitrógeno (N), estudios en Ecuador afirman que se requieren de 60 a 80 unidades de nitrógeno, 80 a 100 unidades de ácido fosfórico, en el momento de la labor, preferentemente en forma de superfosfato de cal; de 100 a 120 unidades de potasa, en forma de sulfato potásico (Solano, 2011). La fertilización orgánica también se presenta como una alternativa efectiva para la nutrición del cultivo, la gallinaza es de los abonos orgánicos más utilizados.

Las labores culturales como aporque se deben realizar después de la aplicación de abono para mejorar la absorción de nutrientes y la aireación del suelo, deshierba (escarda) se recomienda realizar esta labor 15 a 20 días después de brotar la semilla para evitar competencia por nutrientes, se recomienda la deshierba manual.

Para el control de plagas y enfermedades es importante usar variedades que tengan resistencia o tolerancia a las plagas y enfermedades que se presentan regularmente en la zona en que se piensa producir cilantro. Las enfermedades más importantes son las que afectan las hojas (tales como los hongos *Erysiphe* sp, *Cercospora* sp y *Alternaria* sp, y la bacteria *Pseudomonas syringae*) o los que afectan las raíces (como *Rhizoctonia* sp y *Fusarium* sp).

2.3 Problemática de la inocuidad del cilantro en el estado de Puebla para el mercado internacional

Cada día los consumidores exigen productos de mayor calidad, para el caso del mercado de Estados Unidos los productores en México deben de tomar en cuenta que en el país vecino han cambiado los patrones de consumo. Entre 1980 y 2010, el consumo de hortalizas frescas en Estados Unidos incrementó debido a que la población tiene una mayor preferencia por la demanda de productos frescos (Ayala *et al.*, 2012).

Es un hecho que tanto entidades públicas de gobierno como privadas gestionan normas más estrictas para la importación de productos alimenticios, esto con el fin de asegurar la inocuidad de los alimentos, lo cual se considera un aspecto fundamental de salud pública y elemento esencial para la gestión de la calidad (Arispe y Tapia, 2007), ya que para los gobiernos es un deber garantizar el derecho a las personas de consumir alimentos inocuos “que no contengan agentes

físicos, químicos o biológicos en niveles de naturaleza tal, que pongan en peligro su salud”(Tafur, 2009)

Los estándares de calidad se definen como un conjunto de normas aplicadas a un producto o a un proceso en el marco de un mercado de acuerdo con las exigencias de los consumidores (FAO, 2002). La adopción de estándares toma importancia si se tiene en cuenta que los países compradores especialmente los desarrollados, cada vez aumentan las exigencias en normas y estándares, por tanto, su cumplimiento es la clave para el éxito comercial. Además en la actualidad los métodos de detección y verificación son más eficaces. La aplicación de normas y estándares buscan que los productos que ingresan a sus países cumplan con las normas incluso por arriba de los que poseen los mismos productos dentro la producción doméstica.

En los últimos años se han registrado numerosos casos de rechazo de frutas y hortalizas en los mercados internacionales (Figura 3), debido principalmente, entre otros factores, al uso de plaguicidas no permitidos o al uso excesivo de los que están permitidos, el incumplimiento de los requisitos de etiquetado y empaquetado, la presencia de contaminantes, la falta de la información nutricional necesaria y el deterioro de la calidad del producto debido, tanto a factores fisiológicos como patológicos (FAO 2014).

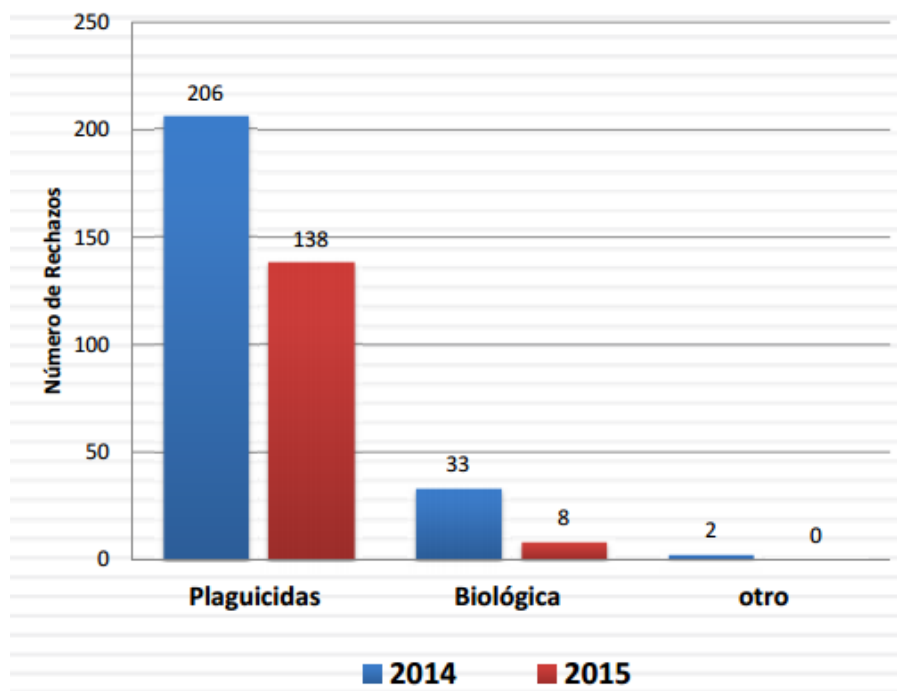


Figura 3. Rechazo de alimentos por contaminación física, química y microbiológica 2014 y 2015 en México. Fuente: (SENASICA Y SAGARPA, 2015)

Es en este contexto que algunas instituciones públicas y privadas, preocupadas por la inocuidad de la producción han comenzado a promover conceptos, realizar consultas e instrumentar programas sobre Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en conjunto con los distintos actores de la cadena agroalimentaria (Izquierdo y Rodríguez, 2006)

El municipio de Los Reyes de Juárez-Puebla, es considerado uno de los mayores productores hortícolas del Estado de Puebla, actualmente exporta cilantro hacia Estados Unidos y abastece varios mercados nacionales como Ciudad de México, Quintana Roo entre otros, en este municipio las alternativas de manejo que brindan inocuidad, calidad y sostenibilidad, como las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), no son implementadas por la mayoría de los productores y los planes gubernamentales centrados en la transferencia y adopción de BPA tanto en producción, como en poscosecha, parecen no tener el impacto esperado, Según SAGARPA los diversos patrones socioculturales de la agricultura mexicana representan un grave inconveniente al establecer y definir las Buenas Prácticas Agrícolas y de empaque de los productos para consumo en fresco.

En agosto del 2015 la FDA (Food and Drug Administration) mediante su comunicado “alerta de importación 24-23” observó condiciones inaceptables en diferentes empresas y campos

muestreados en su visita al estado de Puebla, condiciones observadas incluyen heces humanas y papel higiénico que se encuentra en los campos de cultivo y alrededor de las instalaciones; mantenimiento inadecuado, falta de instalaciones sanitarias y de lavado de manos; las superficies de contacto con alimentos (tales como cajas de plástico utilizadas para el transporte de cilantro o mesas donde se cortó cilantro) visiblemente sucias y no lavadas; y el agua utilizada para fines tales como el lavado de cilantro vulnerables a la contaminación de los sistemas de alcantarillado / séptico entre otras (Food and Drug Administration, 2016).

En los Estados Unidos, los centros de control y la prevención de enfermedades (CDC, por sus siglas en inglés) y los funcionarios estatales de salud pública de ese país, han identificado brotes recurrentes en los años 2012, 2014 y 2014 de ciclosporiasis que han sido asociados con cilantro fresco del estado de Puebla. Actualmente hay otro brote de esta enfermedad en los Estados Unidos en el que tanto el Departamento de Servicios de Salud del Estado de Texas como el Departamento de Servicios de Salud de Wisconsin y el Departamento de Agricultura, Comercio y Protección al Consumidor de Wisconsin han identificado cilantro Estado mexicano de Puebla como vehículo sospechoso (Food and Drug Administration 2016) .

La FDA (2016) menciona que es extremadamente improbable que estos brotes de ciclosporiasis se deban a eventos aislados de contaminación debido a su naturaleza recurrente, tanto en el momento en que ocurren (típicamente abril de agosto de cada año) como en la repetida asociación de enfermedades con cilantro del estado de Puebla. Por tanto sospecha que la fuente de contaminación de *C. cayetanensis* es probablemente atribuible a una fuente más amplia de contaminación. Las fuentes de contaminación pueden incluir contaminación fecal de áreas de cultivo, riego de campos con agua contaminada con aguas residuales, productos de limpieza o enfriamiento con agua contaminada y / o prácticas higiénicas deficientes de los trabajadores que cosechan y procesan el producto y falta de limpieza y desinfección adecuadas Del equipo que entra en contacto con el producto.

Las investigaciones de brotes que asocian repetidamente el cilantro del estado de Puebla, con las enfermedades de la ciclosporiasis de los Estados Unidos y las repetidas condiciones insalubres, así como la estacionalidad de los anteriores brotes de *C. cayetanensis* provocan la cancelación de la exportación de cilantro del estado de Puebla, durante el 1 de abril hasta el 31 de agosto de cada año. Los distritos podrán detener sin examen físico los envíos de cilantro fresco de Puebla,

ofrecidos para su entrada desde el 1 de abril hasta el 31 de agosto de cada año, a menos que el cilantro pertenezca a una empresa de la lista verde de importación (FDA, 2016).

Situación similar se ha presentado para la bacteria *Salmonella spp* en diferentes productos enviados a Estados Unidos, generando así una alerta no tanto en los países importadores sino en los productores y comercializadores. Estas alertas sanitarias son un indicador de las falencias en el sistema de producción de cilantro, el desconocimiento de algunas prácticas de producción e inocuidad y a su vez la detección de patógenos de importancia para la salud pública.

En México existe el Programa de SENASICA denominado: Inocuidad Agrícola, el cual se enfoca en la asesoría para implementar los Sistemas de Reducción de Riesgos de Contaminación en la Producción Primaria de Alimentos de Origen Agrícola (SRRC), en Unidades Productivas (Ranchos, Invernaderos y Campo abierto) y en Unidades de Empaque (Empacadoras y Comercializadoras), con el objetivo de obtener frutas y hortalizas seguras y sanas, al reducir la contaminación física, biológica y química a través de la aplicación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas de Manejo (BPM).

Sin embargo, los esfuerzos se quedan cortos a la hora de atender a toda la población productora, en el caso del municipio Los Reyes de Juárez, se encuentra en ejecución el “Plan de acción preventivo cilantro, acciones para reducir los riesgos de contaminación por microorganismos patógenos (*Cyclospora spp.*, *Listeria spp.*, *E.Coli* y *Salmonella spp.*), durante la producción, empaque y distribución de cilantro, para su comercialización dentro y fuera del país. El cual realiza acciones en campo, poscosecha y transporte mediante capacitaciones y seguimientos para la implementación de buenas prácticas.

Pero no solo al hablar de inocuidad se consideran microorganismos, otro factor importante que afecta la inocuidad del producto es el uso de insecticidas y plaguicidas que se encuentran catalogados como un riesgo de tipo químico. Según el Instituto de Salud Pública (2014), México es el segundo país de Latinoamérica con mayor uso de plaguicidas, posición que genera preocupación pues los efectos de este exceso genera limitaciones para la comercialización de productos a nivel internacional, como en países de la Unión Europea quienes son muy exigentes en las normas de agroquímicos, adicional a esto los ya conocidos efectos en el medio ambiente y salud de los agricultores.

García y Durga (2012), reportan que en México los estados con mayor uso de plaguicidas son Sinaloa, Veracruz, Jalisco-Nayarit-Colima, Sonora-Baja California, Tamaulipas, Michoacán, Tabasco, Estado de México, Puebla y Oaxaca, con el 80% del uso de los plaguicidas totales. Emplean 260 marcas de productos químicos de las cuales 24 están prohibidas y 13 restringidas, siendo las principales causas de intoxicación debido a las deficientes medidas de control y previsión (García y Durga 2012).

Para el caso puntual del municipio de los Reyes de Juárez Puebla, para el control de *Spodoptera exigua*, un insecto plaga de importancia en la producción de hortalizas, el método de control más utilizado son los insecticidas químicos de síntesis; sin embargo, se han reportado cambios en la susceptibilidad del insecto a diversas moléculas. Los productos más utilizados para el control de esta plaga fueron: Clorpirifos-etil+Permetrina (22.7%) Carbofurán (21.8%) (Barrientos *et al.*, 2013).

2.4 La inocuidad y Riesgos de contaminación en el cultivo de cilantro.

La Declaración de Roma de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación de 1996 reafirma el derecho de todas las personas a tener acceso a alimentos inocuos y nutritivos, que es coherente con el derecho a una alimentación suficiente y con el derecho fundamental de todas las personas a no sufrir hambre (OMS, 2004)

Dentro de los factores responsables de amenazar la inocuidad de un producto se encuentran los contaminantes químicos (hormonas, antibióticos, plaguicidas, etc.), biológicos (virus, bacterias, etc.) y físicos (pedazos de metal, astillas, entre otros), dichas características junto con las organolépticas, comerciales y nutricionales, constituyen los requisitos básicos que deben considerarse para acceder a los diversos mercados ya que brindan al consumidor un alto grado de confianza (SENASICA 2016).

2.4.1 Riesgos físicos, químicos y microbiológicos

El estudio mundial sobre los mayores contaminantes que afectan el comercio internacional de alimentos, llevado a cabo en 1990 por la FAO (Hernández, 1999) indica que los contaminantes más frecuentemente encontrados en los alimentos son los siguientes

- Microorganismos como *Salmonella*, *Listeria* y *Shigella*.
- Residuos de plaguicidas, fertilizantes y medicamentos veterinarios.
- Contaminantes del ambiente como metales pesados e hidrocarburos.
- Aditivos alimentarios como bióxido de azufre y colorantes, que pueden causar reacciones en individuos susceptibles.
- Basuras y materias extrañas como pelos de roedores y fragmentos de insectos.

Los riesgos se agrupan en tres categorías: Físicos, Químicos y Biológicos, para el caso de los físicos se producen por la presencia accidental de un cuerpo extraño o material en el alimento (espinas, cristales, piedras, etc.), los riesgos químicos pueden ser causados por la naturaleza misma de los alimentos (riesgo biótico) o se pueden incorporar en el proceso como el caso de los agroquímicos (riesgo abiótico), el riesgo biológico se refiere a los organismos vivos que pueden hacer que el alimento sea inseguro al ser consumido, causado por una bacteria, virus o parásito, esta contaminación se puede dar en cualquier momento del proceso de producción y poscosecha (Vargas, 2010).

En el año 2015 se registraron 109 alertas de importación (Imagen 3) dentro de las cuales los contaminantes químicos han generado la mayor preocupación. Para el caso del cilantro se utilizan productos como el Carbofurán considerado de alta toxicidad.

Contaminante	Número de Alertas	% de participación
Biológico	2	1.8%
Físico	0	0%
Químico	107	98.1%
Total	109	100%

Alertas de Importación	
País	Número de alertas
Estados Unidos	108
Japón	1
Canadá	0
UE(Alemania)	0
Total	109

Figura 4. Numero de alertas generadas por contaminantes biológicos, físicos y químicos en México 2015. Fuente: Presentación alertas y rechazos de productos vegetales por presencia de residuos de plaguicidas SAGARPA-SENASICA 2015.

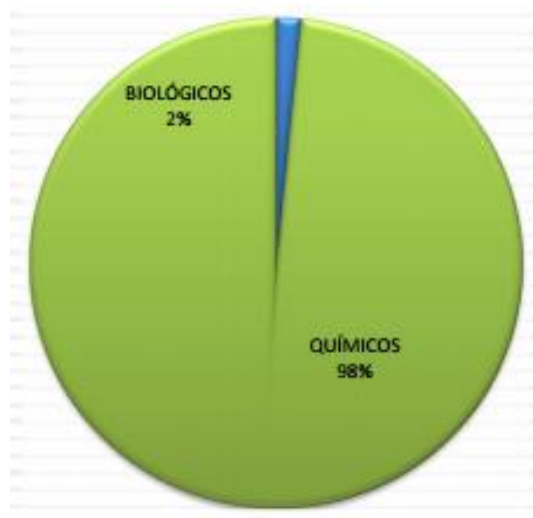


Figura 5. Alertas de importación 2015 de productos agrícolas por contaminante.

Fuente: Presentación alertas y rechazos de productos vegetales por presencia de residuos de plaguicidas SAGARPA-SENASICA 2015.

Los riesgos químicos para el caso de los agroquímicos usados para el control de plagas y enfermedades se considera de alto para la contaminación del producto final, la presencia de residuos de plaguicidas autorizados o no autorizados en productos de origen vegetal, constituye una de las amenazas más comunes e importantes que puede causar restricciones a la comercialización de cualquier producto agrícola en el mercado nacional y extranjero.

Para SEMARNAT (2005), los plaguicidas actúan a corto plazo sobre el ambiente cercano al lugar donde se aplican. Esto causa, por un lado, la contaminación inmediata del ambiente abiótico — suelos, aguas superficiales y subterráneas y aire— y por otro, la muerte de diversos organismos sensibles a los que no se deseaba afectar, como los insectos.

Pero si bien los plaguicidas han solucionado problemas importantes en diferentes cultivos, se reconoce que son sustancias químicamente complejas, que una vez aplicadas en el ambiente, están sujetas a una serie de transformaciones a nivel físico, químico y biológico (fenómenos de adsorción y absorción sobre suelos y plantas, volatilización, fotólisis y degradación química o microbiana) (López *et al.*, 1992).

Los plaguicidas, metales pesados y otras impurezas, son considerados por la Agencia de Protección al Ambiente como contaminantes de acuíferos debido a su alta toxicidad, persistencia y movilidad, además de que afectan a importantes cargas hidráulicas, como lagunas y canales de

irrigación; y por sus propiedades fisicoquímicas, son resistentes a la degradación biológica (García y Durga, 2012).

2.5 *Salmonella spp* y *Cyclospora spp* como agentes de riesgo para la exportación.

El costo económico asociado a las enfermedades transmitidas por los alimentos causadas por microorganismos para el caso de Estados Unidos, se han estimado entre 6 500 - 34 900 millones de dólares (OMS, 2003).

Cyclospora cayetanensis es un parásito protozooario humano-específico que causa una enfermedad diarrea prolongada y severa conocida como ciclosporiasis. Para ser infeccioso, el organismo requiere un período fuera de su huésped. Se sabe que las enfermedades son estacionales y no se sabe que el parásito sea endémico de los Estados Unidos. La ciclosporiasis ocurre en muchos países, pero parece ser más común en las regiones tropicales y subtropicales. Las personas se infectan con *C. cayetanensis* ingiriendo oocistos esporulados, que son la forma infecciosa del parásito. Esto ocurre más comúnmente cuando se consume comida o agua contaminada con heces. Una persona infectada arroja oocistos de *C. cayetanensis* (inmaduros, no infecciosos) en las heces (FDA, 2016).

Salmonella sp es una de las principales causas de las enfermedades transmitidas por alimentos en todo el mundo, la fuente de contaminación más importante de este microorganismo incluye alimentos o agua contaminada con heces, ya que esta bacteria puede estar como estado portador del tracto gastrointestinal de animales y humanos. La vía de transmisión es fecal-oral y en casos inusuales se puede presentar la transmisión directa de persona a persona

Según la FAO (Hernandez, 1999), de los aproximadamente 1 500 millones de casos de diarrea que ocurren anualmente en el mundo, se estima que el 70 % son el resultado directo de la contaminación química o biológica que presentan algunos de los alimentos que se comercializan. Son estos brotes de enfermedad los que hacen que patógenos como los mencionados se conviertan en una amenaza para las exportaciones de cilantro, los estudios de la OMS indican que, en esos países, entre el 5 y el 10 por ciento de la población se ve afectada anualmente por las mencionadas patologías. Cada año, los siete principales patógenos que suelen encontrarse en los alimentos (*Campylobacter jejuni*, *Clostridium perfringens*, *E.*

coli 0157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* y *Toxoplasmodium gondii*), causan solo en los Estados Unidos entre 3,3 y 12,3 millones de casos de infección (OMS, 2003).

III. MATERIALES Y METODOS GENERALES

3.1 Área de estudio

Esta investigación se llevó a cabo con productores de cilantro del Municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla, ubicado en la parte central del estado a $18^{\circ} 57'$ de latitud norte y $97^{\circ} 48'$ de longitud oeste; a una altitud de 2,100 msnm (INEGI, 2010). Colinda al norte con Tepeaca, al sur con Cuapiaxtla de Madero, al este con San Salvador Huixcolotla y Acatzingo, y al oeste con Tepeaca. El municipio cuenta con una superficie de 30.55 km² de los cuales 4.70 km² corresponden a superficie urbana. Se localiza en el Valle de Tepeaca, planicie que se extiende al centro de la meseta poblana y que se caracteriza por su suelo eminentemente calizo y por sus yacimientos de mármol (INAFED, 2009). El clima es predominantemente seco. Las temperaturas más altas se presentan durante la primavera y las más bajas en invierno con las lluvias concentradas en mes.

El uso del suelo en este municipio es principalmente para la Agricultura (62%) y zona urbana (38%) (Figura 6), por lo cual su principal actividad es la agricultura, se reporta un total de 2970 hectáreas sembradas de las cuales 2590 son de riego. Este municipio exporta aproximadamente un treinta por ciento de su producción a los EEUU, siendo el séptimo del país en producción a cielo abierto, produciendo más de 15 productos hortícolas, lo que significa una tercera parte de la variedad nacional.

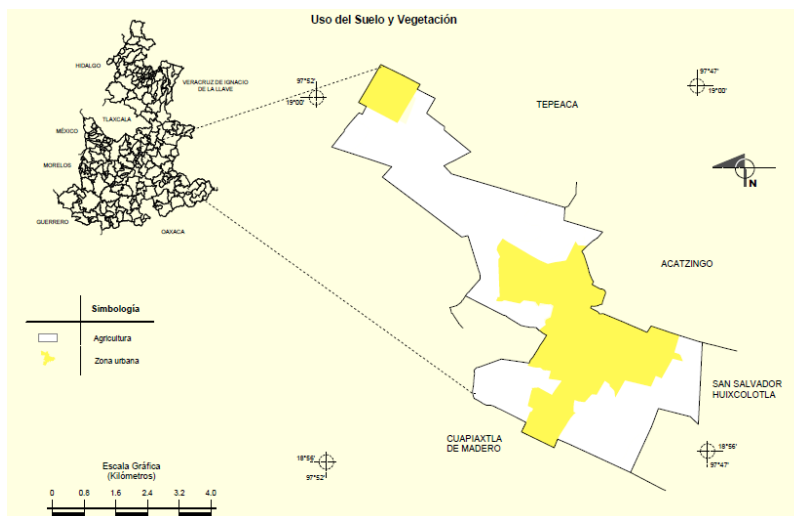


Figura 6. Ubicación y uso del suelo y vegetación del Municipio Los Reyes de Juárez, Pue.

Fuente: Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Los Reyes de Juárez, Puebla. 2009.

3.2 Selección de Productores y parcelas

Se realizaron visitas de reconocimiento a la región y se estableció contacto con la presidencia municipal y el Comité de Sanidad Vegetal de Puebla (CESAVEP) quienes proporcionaron el listado oficial de los productores de cilantro.

Para la primera parte del trabajo se seleccionó del listado oficial entregado por las autoridades y por medio de la fórmula $n = \frac{N Z^2_{\alpha/2} pq}{(N d^2 + Z^2_{\alpha/2} pq)}$ tomando varianza máxima ($p = 0.5$ y $q = 0.5$), una tolerancia (error absoluto) de 0.08 y un nivel de confianza de 95% ($\alpha = 0.05$). Con base en un marco de 123 productores (N) se obtuvo un total de 73 (n) a quienes se entrevistó para capturar la información en formatos del Manual de Calidad: Verificación Interna, POES y Registros para Unidades de Producción y Empaque de Frutas y Hortalizas (Siller *et al.*, 2002) (ANEXO 1).

La estructura de la encuesta se divide en 6 componentes básicos del ciclo agrícola: 1) Agua de Riego, dentro del cual se profundizó en temas de análisis del agua de uso agrícola, estado de los pozos, distribución y mantenimiento; 2) Fertilización y Aplicación de Plaguicidas, en este caso se registró uso, productos más aplicados, conocimiento y manejo de Agroquímicos usados para la producción del cilantro; 3) Suelos, donde se indagó sobre los usos del suelo, contaminación potencial e historial de los lotes; 4) Estiércol y Bioinsumos Municipales, que buscaba identificar el uso, aplicación y manejo de abonos orgánicos; 5) Higiene y Sanidad del Trabajador, dentro del cual se buscaba conocer los riesgos del trabajador durante el ciclo agrícola, así como su conocimiento en normas básicas de higiene, uso y aplicación de agroquímicos; 6) Cosecha y Transporte en Campo el formato utilizado fue el del Manual de Calidad: Verificación Interna, POES y Registros para Unidades de Producción y Empaque de Frutas y Hortalizas (SAGARPA-SENASICA, 2002).

El sistema de verificación permite obtener una puntuación para cada factor de riesgo evaluado. El dictamen se expresa en función de la relación entre los puntos obtenidos y los puntos totales teniendo como total 325 puntos en campo y 735 en empaque. Las categorías se clasifican de la siguiente manera:

Cuadro 1. Clasificación de las categorías para la interpretación de resultados obtenidos en la producción de cilantro en campo.

Porcentaje	Calificación
< del 80%	No satisfactorio
80 al 84%	Mínimo satisfactorio
85 al 89%	Satisfactorio
90 al 94%	Excelente
95 al 100%	Superior

La selección de productores fue de manera aleatoria hasta alcanzar el tamaño de muestra calculado, en caso de no encontrar al productor seleccionado, se marcó el siguiente nombre de la lista o bien se cambió por otro productor.

El periodo de aplicación de los cuestionarios fue de enero a mayo de 2016. En las encuestas se registraron datos generales de los productores como: edad, nivel escolar, entre otros, así como datos de sus parcelas como: tamaño, tipo de tenencia (ejidal o pequeña propiedad), etc. Igualmente sus apreciaciones sobre el uso o no de BPA, adicionalmente los productores describieron paso a paso las actividades realizadas desde la preparación del terreno hasta la cosecha y transporte del cilantro.

Para la selección de los tres productores, con quienes se realizó el registro y descripción del proceso de producción de cilantro se tuvo en cuenta el mercado de destino así: Productor 1 con destino al mercado regional (Huixcolotla), Productor 2 destino a mercado nacional (Central de abastos en Ciudad de México) y Productor 3 destino a mercado internacional (Estados Unidos). Adicional se realizó la visita a la empacadora donde el productor 3 entrega su producto para ser procesado, empacado y enviado a Estados Unidos, en esta unidad de empaque se describió los procesos de manejo y sanidad para el envío internacional.

Productor 1, 2 y 3 realizaron descripciones detalladas de su ciclo de producción, prácticas agrícolas realizadas, insumos utilizados y formas de manejo de su cultivo, esto fue corroborado con visitas a campo y registro fotográfico, la descripción de las prácticas se realizó mediante un diagrama circular sugerido por el productor 2 (Figura 7). Para la parte de poscosecha se contó con la colaboración del Comité de Sanidad Vegetal del Estado de Puebla quienes gestionaron los permisos para ingresar a la empacadora y poder observar el proceso de recepción, limpieza y

IV. SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y MANEJO DEL CILANTRO EN LOS REYES DE JUÁREZ, PUEBLA

4.1 Introducción

En México, particularmente en el estado de Puebla, existen condiciones naturales de clima, suelo y disponibilidad de agua de pozo profundo, que permiten la producción de hortalizas durante todo el año; esta es una ventaja comparativa de esta región en relación con países de clima frío como Estados Unidos de América y Canadá, entre otros. Sin embargo, el subsector hortícola en esta región, ha enfrentado diversos problemas de mercado, ocasionando pérdidas de importancia relativa a través del tiempo en el mercado internacional (Ayala *et al.*, 2012).

Puebla está entre los tres primeros lugares a nivel nacional en la producción de hortalizas, especializándose en cilantro (*Coriandrum sativum L.*), brócoli (*Brassica oleracea var. Itálica*) y todo tipo de lechugas (*Lactuca sativa*). En el municipio de Los Reyes de Juárez, la producción de cilantro es importante en la economía de los productores; sin embargo, esta especie ha tomado notoria importancia desde que la Federal Drug Administration (FDA), realizó inspecciones en campos y empresas de empaque en esta zona, donde se encontraron aspectos deficientes en cuanto a inocuidad del producto.

La producción de cilantro involucra una serie de prácticas agrícolas y de manejo que pueden ser determinantes para la producción de este producto con alta calidad e inocuidad. Cada uno de los procesos realizados en campo como en poscosecha tienen la misma importancia en la obtención del producto con los estándares de calidad e inocuidad satisfactorios, sin importar el mercado al cual se dirija; sin embargo, las condiciones de exportación siempre son más rigurosas y comprometen normas nacionales e internacionales.

Tradicionalmente la agricultura en pequeña escala se ha identificado con el concepto de campesino, a quien se señala como el productor rural inserto en una cultura tradicional. Los productores de la región se caracterizan por que en la mayoría de los casos sus tierras son heredadas y se trabajan de forma familiar, algunos rentan terrenos para el cultivo de cilantro, mientras que otros trabajan de manera compartida (medianería). Según Redfiel (1956) citado por Macías (2013) el campesino tiene control sobre la tierra, lo cual le permite mantener un modo de vida tradicional en el que la agricultura desempeña un papel fundamental. Además, su economía se sustenta en el trabajo del productor y su familia, por lo que prácticamente no involucra trabajo

asalariado, de manera que es poco factible determinar la retribución de los factores de la producción (capital, trabajo y tierra) y su utilidad mercantil (Macías, 2013).

A pesar de que la producción de cilantro en Los Reyes de Juárez, es una actividad que se viene realizando por más de 40 años, es importante identificar algunas prácticas que generan riesgos para la salud del agricultor y del consumidor final y analizar el proceso productivo con el destino de producción del producto; es decir a que mercado se envía. Esto con el propósito de conocer con precisión cada una de las labores realizadas a lo largo del proceso de producción para identificar las prácticas que podrían poner en riesgo la calidad e inocuidad del producto y si existen diferencias en el proceso productivo en relación con el mercado al cual se destina el producto. Este análisis permitirá detectar peligros de tipo biológico, químico y físico y sugerir acciones específicas de manejo del cultivo y capacitación del productor, que permitan reducir de manera significativa los riesgos que afecten la inocuidad del cultivo.

4.2 Materiales y Métodos

- Ubicación del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el Municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla, ubicado en la parte central del estado. Se sitúa a los 18° 57' de latitud norte y 97° 48' de longitud oeste; a una altitud de 2,100 msnm (INEGI, 2010). Colinda al norte con Tepeaca, al sur con Cuapiaxtla de Madero, al este con San Salvador Huixcolotla y Acatzingo, y al oeste con Tepeaca.

- Selección de parcelas y productores de cilantro

Para seleccionar a los productores y sus parcelas, se consideraron tres casos de acuerdo con el destino o mercado final de venta del producto. La selección quedó determinada de la siguiente manera: Productor 1, venta de cilantro en el mercado regional de Huixcolotla (PMR), Productor 2, venta del producto en mercado nacional en la Ciudad de México (PMN) y Productor 3, venta de producto para mercado internacional, a empacadora de exportación con destino a los Estados Unidos (PMI).

- Seguimiento a las unidades de producción

En cada parcela o unidad de producción de cilantro, se realizó un seguimiento detallado del ciclo del cultivo, con el propósito de registrar todas y cada una de las prácticas agrícolas. Las visitas a las parcelas se hicieron al menos dos veces por semana y sobre todo cuando el productor iba a realizar alguna actividad o práctica al cultivo. Se registraron las prácticas realizadas y también se hizo un registro fotográfico desde la siembra hasta la cosecha y empaque, sobre todo en el caso PMI, que por políticas de la empresa no se permitió la toma de fotografías, pero permitieron el ingreso y revisión de todo el proceso desde la llegada del camión de campo.

-Análisis de la información.

Se hizo un análisis descriptivo del proceso de producción, considerando la información proporcionada por parte de los productores y las visitas realizadas a las parcelas, desde la preparación del terreno, siembra, prácticas agrícolas, aplicación de insumos, cosecha y empaque. En cada caso se registraron los datos antes mencionados y se analizaron en función de los riesgos que pudieran presentarse y que comprometieran la inocuidad del producto.

4.3 Resultados

Prácticas de cultivo para venta en mercado regional (PMR).

El ciclo de producción y las prácticas realizadas por el productor con venta al mercado PMR de Huixcolotla se describen en la Figura 8. Para este tipo de productor, el área de cultivo de cilantro fue de $\frac{1}{4}$ de hectárea (2500 m²), propiedad de su padre, por el cual no paga ningún tipo de renta, la mano de obra que se emplea es familiar, donde realizan labores su esposa e hijos. El destino final del cilantro de este tipo de productor es la Central de abastos de Huixcolotla, Puebla. A lo largo del proceso de producción el agricultor manifestó que no recibió asesoría técnica, ni subsidios para su cultivo.

El ciclo total de producción de cilantro en este caso fue de 75 días, comprendidos entre el 25 febrero y el 9 de mayo (Figura 8). Se registraron ocho prácticas agrícolas: Preparación del terreno, siembra, seis riegos, dos fumigaciones para control de plagas y enfermedades, tres aporques (arado), dos escardas (control de arvenses), una fertilización y cosecha.

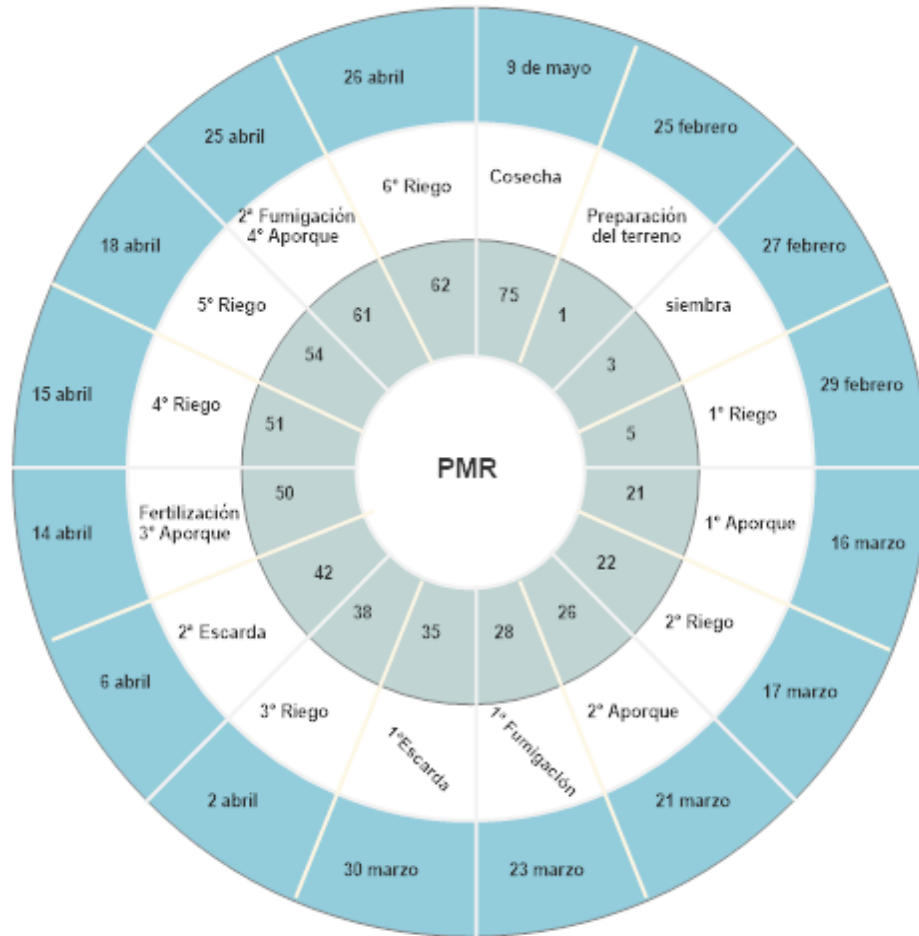


Figura 8. Ciclo de producción y prácticas asociadas al cultivo de cilantro para mercado PMR, en los Reyes de Juárez, Puebla. El área gris indica el día en el que se realizó la actividad; el área blanca, la actividad agrícola; y el área azul, el día y mes en el calendario en el que se hizo la actividad.

Preparación del terreno. Consta de cuatro actividades: barbecho, rastra (roleo), trazo de curvas a nivel y surcado. El barbecho se realizó 15 días antes de la siembra con el propósito de aflojar el suelo. A los 12 días después del barbecho se pasó la rastra (roleo) para romper los terrones gruesos y dar uniformidad al suelo, esta práctica se realizó 3 días antes de la siembra. Posteriormente se trazan las curvas a nivel, utilizando dos palos y una cuerda de longitud variable atada a ellos; en un extremo se coloca el productor y en el otro su hijo, hasta lograr que la cuerda tenga el menor desnivel posible y entonces se marca el punto y así sucesivamente hasta terminar de recorrer la parcela (Figura 9). Enseguida se realizó el surcado con un arado de doble vertedera. Estas actividades se realizaron con tracción animal, específicamente con mula. El productor de este sistema de producción comentó que la duración de la preparación del terreno puede variar, según su capacidad económica.



Figura 9. Trazado de las curvas a nivel, para siembra de cilantro, en Los Reyes de Juárez, Puebla



Figura 10. Productor surcando para siembra de cilantro en Los Reyes de Juárez, Puebla.

Siembra. A los dos días de preparado el terreno se procede a la siembra que fue de tipo manual para este caso, la actividad fue realizada por el productor y su esposa, el tiempo aproximado de

siembra fue de 6-8 horas. Se usó semilla comercial Pacífica® (1 bulto por Hectárea según la recomendación) en esta ocasión el productor sembró 11 kg de semilla (Figura 11). La siembra se realizó a una distancia aproximada de 20 cm, a doble hilera en un diseño “tres bolillo” colocando en cada golpe un número indeterminado de semillas (Figura 12).



Figura 11. Bolsa de yute con semilla de cilantro para producción para mercado PMR, en Los Reyes de Juárez, Puebla



Figura 12. Siembra manual de semilla de cilantro para mercado PMR En Los Reyes de Juárez, Puebla.

Riego. El agua para riego proviene de pozo, aunque se distribuye en forma entubada, llegada al lote a traves de canales abiertos (Figura 13 A,B,C). El tiempo que toma el riego del cultivo es de aproximadamente dos horas, es por rodado a traves de cada surco hasta recorrer toda la parcela. En este caso el productor nunca ha realizado un analisis microbiologico del agua de riego, pero manifiesta que se hace mantenimiento tanto a la bomba, como a los tubos, evitando así fugas o daños que afecten la calidad del agua. Si bien el agua es cristalina y no lleva solidos en su recorrido, la parte que se encuentra expuesta puede estar en riesgo de contaminacion, pues existen canales en los bordes de los caminos.



Figura 13. Sistema de riego en sistema para mercado PMR en Los Reyes de Juárez, Puebla. Donde A: agua saliendo de la bomba, B: agua recorriendo la parcela por canal no revestido, C: agua dentro de la parcela en produccion.

Labores de cultivo: Dentro de las prácticas que se realizan en el desarrollo del cultivo de cilantro se encuentra el aporque, práctica que consiste en pasar un arado metálico para aflojar el suelo, incorporar fertilizante, dar soporte a la planta y oxigenar la raíz, se realiza con la ayuda de tracción animal (Figura 14). En este caso el productor para mercado PMR realizó cuatro aporques durante todo el cultivo.



Figura 14. Labor de cultivo-aporque con tracción animal en producción de cilantro para mercado PMR. Donde A: herramienta metálica usada para labor de aporque, B: herramienta atada al animal.

Otra práctica que realiza el productor es la escarda o deshierbe manual, en este caso uno, con la ayuda de una herramienta metálica de forma triangular (Figura 15), para este caso la mano de obra utilizada es familiar y puede tardar entre 3 a 4 horas. La finalidad de esta labor es remover las arvenses que crecen alrededor de las plantas de cilantro y pueden generar competencia por nutrientes.



Figura 15. Labor de cultivo-escarda. Herramienta metálica utilizada para la escarda.

Control de plagas y enfermedades: El control de plagas y enfermedades en la producción de cilantro para mercado PMR es con productos químicos; sin embargo, el productor no recibe asesoría técnica más que la proporcionada por las agrotiendas, donde se compran los productos. En este caso el productor comentó que desconoce la efectividad de los productos y para que están recomendados. Por lo anterior, aplica los productos al cultivo sin haber recibido asesoría técnica. Para el ciclo de producción evaluado, el productor llevó a cabo dos fumigaciones. En el Cuadro 2 se presentan los productos aplicados para diferentes problemas fitosanitarios, así como sus categorías toxicológicas.

Cuadro 2. Número de aplicaciones y productos aplicados para el control de plagas y enfermedades, durante la producción de cilantro para mercado PMR, en los Reyes de Juárez, Puebla.

Aplicación	Nombre comercial (Ingrediente Activo)	Producto y categoría toxicológica	Control
Primera	Furadan® (Carbofuran)	Insecticida (I) [†]	Gallina ciega, pulgón y mancha negra
Primera	Manzate® (Mancozeb)	Fungicida (IV)	Mancha negra, secadera
Primera	Milor® (Clorotalonil + Metalaxyl)	Fungicida (IV)	Mancha negra, secadera
Primera	Lannate® (Metomilo)	Insecticida (I)	Pulgón y chahuistle
Primera	Ranman (Ciazofamida)	Fungicida (IV)	Secadera
Segunda	Manzate® (Mancozeb)	Fungicida (IV)	Mancha negra, secadera
Segunda	Milor® (Clorotalonil+Metalaxyl)	Fungicida (IV)	Mancha negra, secadera
Segunda	Foley® (Paration Metílico)	Insecticida (I)	Pulgón

[†]Categoría toxicológica, donde: I, extremadamente tóxico; II, altamente tóxico; III, moderadamente tóxico y IV, ligeramente tóxico.

Cada aplicación va acompañada de un coadyuvante y en la primera aplicación se utiliza un enraizador comercial. Es importante resaltar que el productor no cuenta con un espacio para almacenamiento y preparación de plaguicidas en campo, estos productos son guardados en su casa.



Figura 16. Envases de plaguicidas utilizados por el productor con destino al mercado regional PMR y que fueron observados como desecho en el borde de la parcela.

Fertilización: durante este ciclo de producción de primavera-verano se realizó una fertilización química con sulfato de amonio, 21-0-0-24 (N-P-K-S) (Sulfamin 45®) (Figura 17). La aplicación se hizo manualmente, al boleó, se pasó el arado y el fertilizante se incorporó mediante el aporque (Figura 18). Se registró que el fertilizante, al igual que otros productos y equipo de uso agrícola, los almacena en algún lugar de su casa sin las normas de seguridad sugeridas para estos productos.

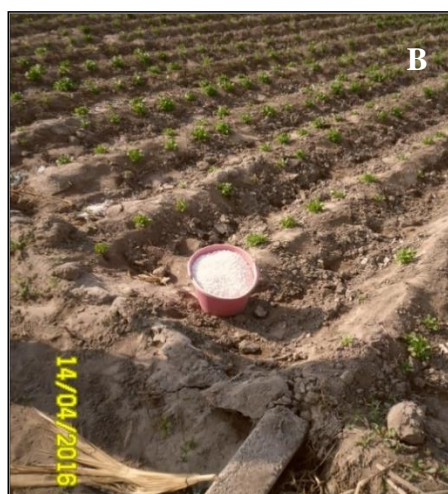


Figura 17. Fertilización durante la producción de cilantro para mercado PMR, en Los Reyes de Juárez, Puebla. Donde A: tipo de fertilizante químico en bolsa de yute; B: fertilizante en cubeta para aplicarse al boleó.



Figura 18. Arado metálico para aflojar el suelo e incorporar el fertilizante (flechas blancas) durante la práctica del aporque.

Cosecha: Esta actividad la hizo el productor el día 9 de mayo de 2016, de forma manual, durante la madrugada. (Figura 19). En este caso la cosecha se inició a las 03:00 a.m para poder entregar el producto antes de las 06:00 a.m en el mercado de Huixcolotla. Durante la cosecha no se utiliza ningún tipo de herramienta; la mata de cilantro se arranca con todo y raíz y se forman manojos de aproximadamente 50 g. Los manojos atados con cinta de plástico se colocan en cajas de plástico sin tapa. Las cajas con el cilantro se transportan estibadas en camionetas al mercado de la región. Cabe señalar que durante la cosecha y el transporte no se establece ninguna práctica de higiene como limpieza de cajas, lavado de manos o lavado de vehículo.



Figura 19. Cosecha manual de cilantro para mercado PMR, en Los Reyes de Juárez, Puebla. Dónde: A planta de cilantro con raíz; B formación de manojo (aproximadamente 50g).

Prácticas de cultivo para venta en mercado nacional (PMN).

El ciclo de producción y las prácticas realizadas por el productor con venta al mercado PMN se describen en la Figura 20.

Para este productor, el área de cultivo de cilantro fue de 600 m², el terreno es de su propiedad como herencia de su padre, el tipo de mano de obra que se emplea es familiar, con contrataciones para las labores de fumigación y cosecha. El destino final del cilantro de este productor es el mercado de la Ciudad de México. A lo largo del proceso de producción el agricultor manifestó que no recibió asesoría técnica, ni subsidios para su cultivo.

El ciclo total de producción de cilantro fue de 71 días comprendidos entre abril y junio (Figura 20). Se registraron ocho prácticas agrícolas: Preparación del terreno, siembra, cuatro riegos, cuatro fumigaciones para control de plagas y enfermedades, un aporque (arado), una escarda (control de arvenses), una fertilización y cosecha.

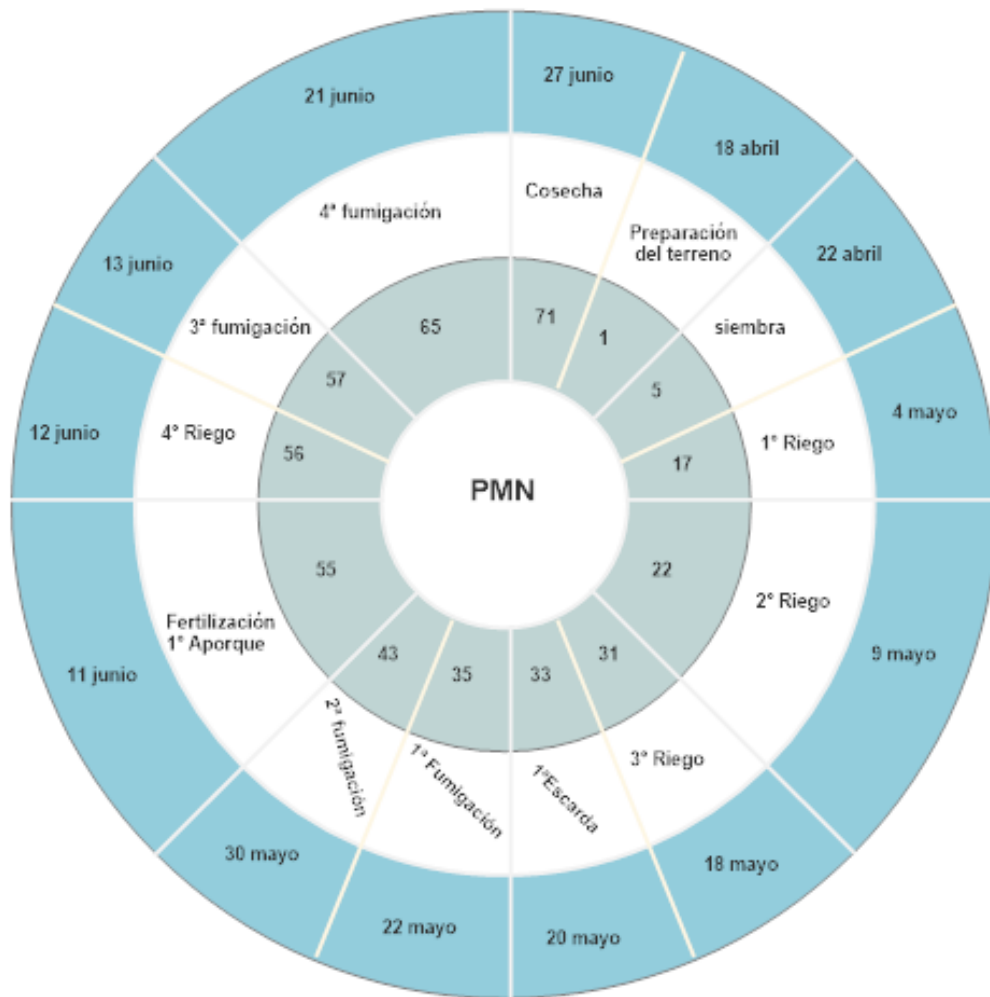


Figura 20. Ciclo de producción y prácticas asociadas al cultivo de cilantro para mercado PMN, en los Reyes de Juárez, Puebla. El área gris indica el día en el que se realizó la actividad; el área blanca, la actividad agrícola; y el área azul, el día y mes en el calendario en el que se hizo la actividad.

Preparación del terreno: En este caso, se identificaron tres actividades: barbecho, rastra (roleo) y surcado. El barbecho se hace con la finalidad de revolver el suelo, la rastra (roleo) con el objetivo de romper bloques de tierra y emparejar el terreno. Estas labores fueron hechas con tractor 4 días antes de la siembra y para este servicio se contrató a terceros, quienes tardaron 1 hora en esta actividad. El surcado se realizó con la ayuda de un animal (caballo) (Figura 21).



Figura 21. Práctica de surcado con caballo para la siembra de cilantro en Los reyes de Juárez Puebla.

Siembra: A los cuatro días de preparado el terreno se procede a la siembra manual, actividad que requiere de un tiempo aproximado de 4 h. El productor sembró 4 kg de semilla comercial americana Starseeds® (1 bulto por Hectárea según la recomendación) a una distancia de 20 cm, a doble hilera en un diseño “tres bolillo” colocando un número indeterminado de semillas.

Riego: Debido a que previo y después de la siembra se presentaron lluvias no se regó en las primeras etapas del cultivo. En total para el presente ciclo se aplicaron cuatro riegos (Figura 20). El agua utilizada para regar proviene de pozo a la que no se le hacen analisis microbiologicos. El productor manifestó que el agua es limpia, porque desemboca en el cultivo en forma cristalina y sin solidos o elementos fisicos visibles a simple vista. Sin embargo durante el recorrido al lote el agua se encuentra con basura diversa en los bordes de caminos, como desechos sanitarios y envases de agroquimicos (Figura 22). La presencia de perros es comun en los alrededores del lote que según el productor son los que arrastran la basura del pueblo a los campos de producción.

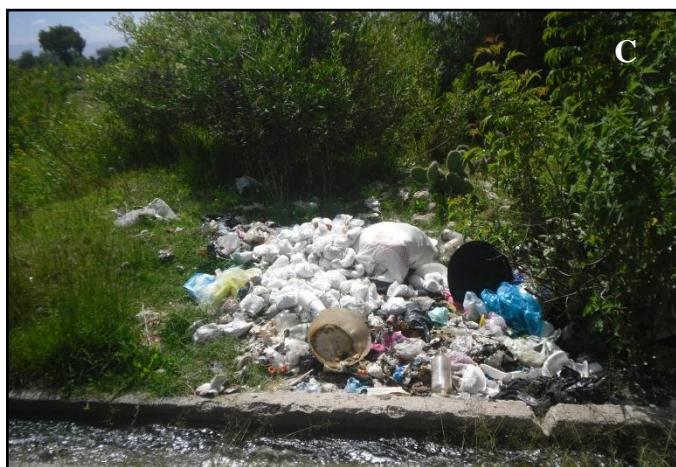


Figura 22. Basura diversa encontrada cerca de los caminos (A) y canales de riego (B y C) rumbo a la parcela de cilantro para mercado PMN.

Labores de cultivo: Durante el ciclo de cultivo las únicas prácticas que llevó a cabo el productor fueron: un aporque para incorporar fertilizante y una escarda. Las razones fueron falta de recursos económicos y presencia de lluvias las cuales dificultaron las labores y favorecieron el desarrollo de enfermedades (Figura 23). En este ciclo el productor registró pérdidas en producción.



Figura 23. Parcelas con cultivo de cilantro para mercado PMN. Donde A y A1: parcela con pérdida de plantas por enfermedad; B, planta de cilantro con signos de la enfermedad conocida por el productor como “secadera” (flecha blanca).

Control de plagas y enfermedades: El productor hace el control con productos químicos; para las plagas, con aplicaciones de Furadan[®], Belt[®] y Muralla[®]; y para las enfermedades con Prontius[®], Cabrio[®] e Hidromet[®]. La única asesoría técnica que recibe el productor es en las agrotiendas donde compra dichos productos. En el Cuadro 3 se indican el número de aplicaciones hechas durante el ciclo de producción para el control de las plagas gallina ciega, pulgón y para las enfermedades conocidas por el productor como “mancha negra” y “secadera.

Cuadro 3. Número de aplicaciones y productos aplicados para el control de plagas y enfermedades, durante la producción de cilantro para mercado PMN, en los Reyes de Juárez, Puebla.

Aplicación	Nombre comercial (Ingrediente Activo)	Categoría toxicológica	Control
Primera	Furadan® (Carbofuran)	Insecticida (I) †	Gallina ciega, pulgón y mancha negra
Primera	Tiofanato metílico	Fungicida (IV)	Mancha negra, secadera
Segunda	Furadan® (Carbofuran)	Insecticida (I)	Gallina ciega, pulgón y mancha negra
Segunda	Prontius® (Tiofanato metílico)	Fungicida (IV)	Mancha negra, secadera
Tercera	Cabrio® (Pyraclostrobin+Metiram)	Fungicida (IV)	Mancha negra y secadera
Tercera	Belt® (Flubendiamide)	Insecticida(IV)	Pulgón, chahuistle
Tercera	Muralla® (Imidacloprid + Betacyflutrin)	Insecticida (III)	Pulgón
Tercera	Hidromet® (Hidróxido cúprico)	Fungicida (IV)	Mancha negra y secadera
Cuarta	Cabrio® (Pyraclostrobin + Boscalid)	Fungicida (IV)	Mancha negra y secadera
Cuarta	Belt® (Flubendiamide)	Insecticida(IV)	Pulgón, chahuistle
Cuarta	Muralla® (Imidacloprid + Betacyflutrin)	Insecticida (III)	Pulgón

†Categoría toxicológica, donde: I, extremadamente tóxico; II, altamente tóxico; III, moderadamente tóxico y IV, ligeramente tóxico.

Cada aplicación va acompañada de un coadyuvante (pegante) y en la primera aplicación se utiliza un enraizador comercial. En este caso, el productor contrata mano de obra para la aplicación de los plaguicidas (Figura 24) pero carece de un área para el almacenamiento y preparación de los plaguicidas. Normalmente las mezclas las prepara en una camioneta de su propiedad y que utiliza con fines diversos.

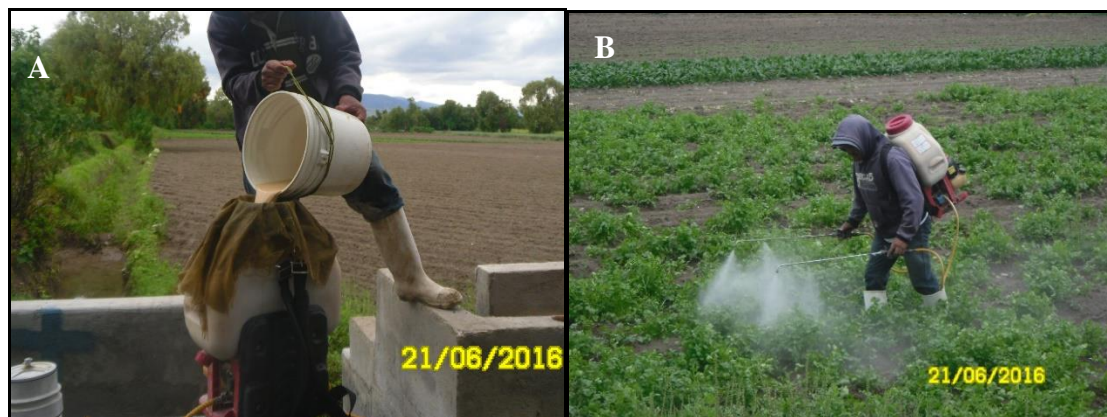


Figura 24. Preparación y aplicación de plaguicidas en el cultivo de cilantro para mercado PMN, en los Reyes de Juárez, Puebla. Donde A: preparación de bomba de espalda con mezcla de agroquímicos. B: aplicación de agroquímicos sin equipo de protección y sin calibración de boquillas.

Fertilización: Durante este ciclo de producción se realizó una sola fertilización química. El productor aplicó amonitro (33.5% de nitrógeno) de forma manual e inmediatamente realizó el aporque para la incorporación del fertilizante. En la producción anterior el productor aplicó pollinaza y biol por contar con recursos económicos. El biol es un abono orgánico líquido obtenido a partir de la descomposición anaeróbica de materiales orgánicos, como estiércol animal, plantas verdes, frutos entre otros. La técnica empleada para obtener biol es a través de biodigestores (INIA, 2008).

Cosecha: la cosecha se realizó el día 27 junio de 2016, a las 09:00 h, de forma manual, sin ningún tipo de herramienta para cortar. Las plantas cosechadas se organizan en manojos de aproximadamente 50 g los cuales se acomodan en cajas de plástico de 20 kg. Las cajas con el cilantro se entregan a un intermediario el cual las coloca en el mercado PMN. Cabe señalar que durante la cosecha y el transporte no se establece ninguna práctica de higiene como limpieza de cajas, lavado de manos o lavado de vehículo.

Prácticas de cultivo para venta en mercado internacional (PMI).

El ciclo de producción y las prácticas realizadas por el productor con venta al mercado PMI se describen en la Figura 25. El productor para este tipo de mercado cuenta con un área de cultivo de 1.5 Hectáreas (15,000 m²). A diferencia de los productores para mercados PMR y PMN, el productor para mercado PMI cuenta con la asesoría del Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Puebla (CESAVEP), de un ingeniero agrónomo y de un ingeniero industrial, quienes lo asesoran en todo el proceso de producción del cilantro y con la implementación de medidas (11 medidas)

para la reducción de riesgos de contaminación del producto. Las medidas implementadas son: Medidas preventivas de contaminación asociadas a la Infraestructura productiva, al historial de la unidad productiva, al agua de uso agrícola y humano, Prácticas de limpieza y desinfección de instalaciones, maquinaria, equipos, herramientas y utensilios agrícolas, Prácticas de seguridad e higiene del personal, Medidas preventivas de contaminación asociadas a la presencia de animales domésticos y silvestres, Capacitación y desarrollo de habilidades, Medidas preventivas de contaminación asociadas a las Prácticas de Cosecha y acopio, Medidas preventivas de contaminación al Transporte y distribución, Trazabilidad y recupero de vegetales, Eficacia de las medidas aplicadas en el plan de Buenas Prácticas Agrícolas o de Manejo.

El terreno es propiedad del productor y se encuentra cercado con malla de metal según las recomendaciones de CESAVERP. Por política del productor no está permitido tomar fotografías en las instalaciones durante los recorridos para conocer las prácticas que realiza durante el ciclo de producción.

El ciclo total de producción de cilantro para mercado PMI es de 62 días, comprendidos entre el 13 de agosto y el 14 octubre. Se registraron ocho prácticas agrícolas: Preparación del terreno, siembra, riegos, fumigación para control de plagas y enfermedades, aporques (arado), escarda (control de arvenses), fertilizaciones y cosecha. En total el productor dió tres riegos, cuatro fumigaciones, dos aporques, dos escardas y tres fertilizaciones durante el ciclo de cultivo (Figura 25.1).

Preparación del terreno: Esta tuvo una duración de medio día y constó de dos pasos: rastrilla con tractor para dar uniformidad al terreno y surcado realizado igualmente con tractor. La mano de obra empleada es contratada.

Siembra: El mismo día que se preparó el terreno se realizó la siembra mecanizada, con la ayuda de una sembradora, actividad realizada por dos personas en un tiempo aproximado de 2 horas y media. Se utilizó semilla comercial Líder ®, con una distancia de siembra de 20 cm aproximadamente.

Riego. Para este lote, se cuenta con sistema de riego por goteo, el agua proviene de pozo y esta entubada durante todo su recorrido. La cinta para el riego es puesta una vez se realiza la siembra. Al tercer día se da el primer riego y a los 42 y 53 días después de la siembra un segundo y tercer riego, respectivamente. Periódicamente el agua de riego se somete a análisis microbiológico para determinar su calidad sanitaria.

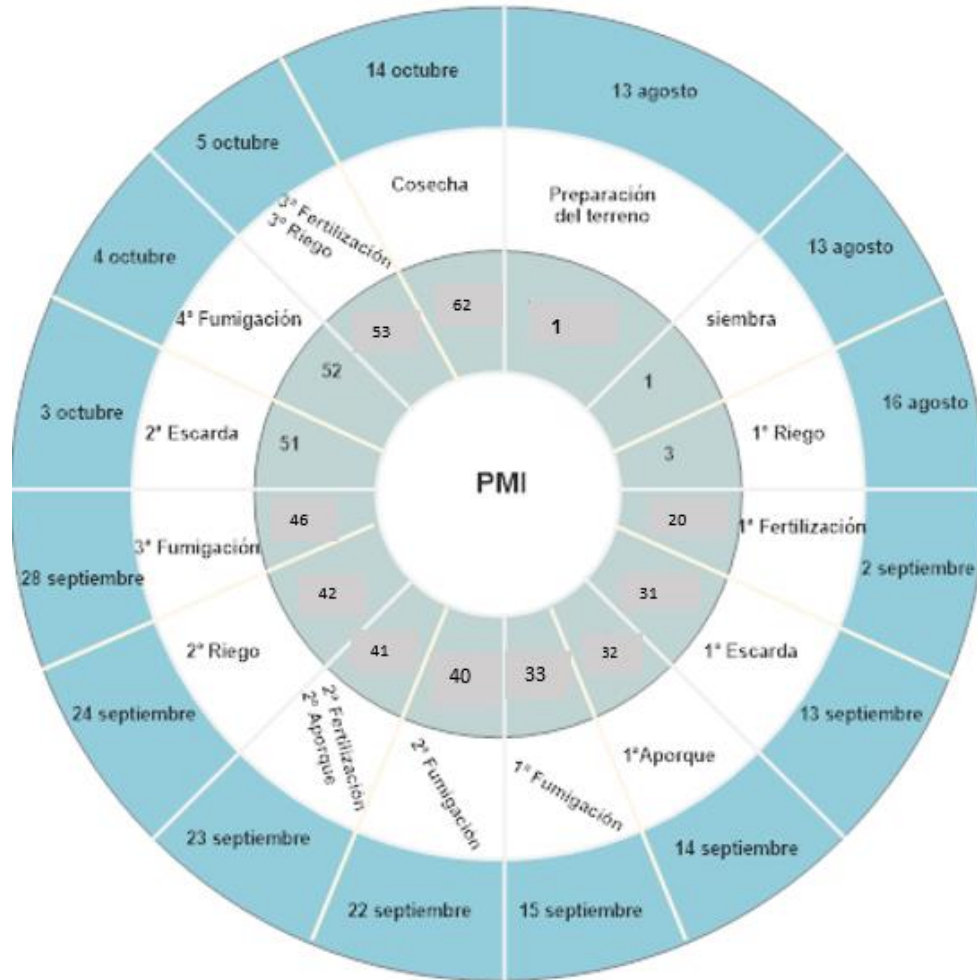


Figura 25.1. Ciclo de producción y prácticas asociadas al cultivo de cilantro para mercado PMI, en los Reyes de Juárez, Puebla. El área gris indica el día en el que se realizó la actividad; el área blanca, la actividad agrícola; y el área azul, el día y mes en el calendario en el que se hizo la actividad.

Labores de cultivo: Durante el ciclo de producción las prácticas que llevó a cabo el productor fueron: dos aporques y dos escardas. Estas actividades se realizaron de manera manual por una cuadrilla de obreros contratada por el propietario de la parcela. Los aporques se realizan con el fin de dar aireación a la planta. En este caso no se busca la incorporación de fertilizante pues todo se hace por fertiriego. Las escardas remueven las arvenses que generan competencia al cilantro.

Control de plagas y enfermedades: El productor hace el control con productos químicos según la recomendación del ingeniero agrónomo, quien tiene en cuenta el clima y demás fenómenos que se presentan en campo. En esta parcela se hace rotación de productos según el criterio del ingeniero frente a los problemas fitosanitarios que se presentan. En el Cuadro 4 se indican los productos utilizados en las cuatro fumigaciones que se hicieron durante el ciclo de producción.

Cuadro 4. Plaguicidas aplicados para el control de plagas y enfermedades, durante la producción de cilantro para mercado PMI, en los Reyes de Juárez, Puebla.

Producto	Nombre comercial (Ingrediente activo)	Categoría toxicológica[†]	Objetivo
1	Cabrio® (Pyraclostrobin + Metiram)	Fungicida (IV)	Tizón temprano
2	Poliram® (Metiram)	Fungicida (IV)	Mancha bacteriana
3	Hidrobacter (Sulfato de Kanamicina + Oxitetraciclina)	Fungicida (IV)	Mancha bacteriana
4	Agrimy® (Estreptomina + Oxitetraciclina)	Bactericida (IV)	Tizón de fuego
5	Azoshy® (Azoxystrobin)	Fungicida (II)	Sigatoka
6	Amistar® (Azoxistrobin + Clorotalonil)	Fungicida (IV)	Peca de la hoja
7	Maxtrobyn® (Azoxystrobin)	Fungicida (IV)	Sigatoka
8	Phyton® (Sulfato de cobre)	Fungicida (IV)	Sigatoka
9	New laverag® (Imidacloprid + Deltametrina)	Insecticida (III)	Trip – chicharita

[†]Categoría toxicológica, donde: I, extremadamente tóxico; II, altamente tóxico; III, moderadamente tóxico y IV, ligeramente tóxico.

Fertilización: Durante este ciclo de producción se realizaron tres fertilizaciones químicas, todas según la recomendación del ingeniero agrónomo basado en análisis de suelo. Se hicieron dos aplicaciones foliares con Nitromax® y sulfato de amonio y una fertilización por fertiriego faltando 10 días para la cosecha. El fertiriego no solo permite el uso eficiente del agua sino del fertilizante, pues evita desperdicios y se aplican las dosis recomendadas.

Cosecha: Esta actividad se llevó a cabo el día 14 de octubre de 2016, de forma manual, con el apoyo de un grupo de trabajo de 50 personas aproximadamente. A estas personas, capacitadas en el uso de buenas prácticas, cuentan con herramientas y desinfectantes desde la entrada del lote, las envían por parte del empaque al cual se vende el cilantro. Las plantas de cilantro cortadas se atan en manojos de 50 g y se colocan en cajas de plástico, las cuales se organizan en los camiones que las entregarán inmediatamente al empaque.

Empaque y manejo pos cosecha: para la descripción de esta etapa se contó con la colaboración de un empaque que se encuentra en la lista verde de FDA, quienes también están supervisados por CESAVER. El empaque cuenta con un el sistema de reducción de riesgos de contaminación vigente del SENASICA y de Primus ss.

El manejo pos cosecha comienza con la recepción del cilantro el cual viene en cajas de plástico tal y como se empaquetan en el lote. El encargado de recepción selecciona al azar tres cajas, una del frente, una del medio y una de atrás del camión, revisa visualmente las plantas de cilantro, en especial que vengan libres de daños por plagas o enfermedades. Una vez que el encargado autoriza la recepción, las cajas pasan al área de proceso donde la primera actividad consiste en poner las plantas de cilantro en bandas de circulación, donde se sacuden manualmente por personal encargado para tal fin, para retirar suelo u otro material físico que pudiera venir adherido a ellas. Posteriormente las plantas de cilantro se colocan en cajas de plástico limpias de 20 kg y pasan a un área de lavado por aspersión con agua potable tratada con ácido peracético. El ácido peracético también conocido como ácido peroxiacético es un compuesto orgánico que se utiliza como agente antimicrobiano por su alto potencial oxidante. Cada 6 meses el agua de lavado se somete a análisis microbiológico y los empleados encargados de este proceso portan cubre boca y cofia. Después de lavado, el cilantro pasa a una zona fría para bajar la temperatura de las hojas mediante la aplicación de hielo. Se aplica hielo molido en la base y en la superficie de las cajas de cilantro, con la finalidad de mantener frescas las hojas sin congelarlas. Al hielo utilizado se le realiza análisis microbiológico mensualmente aun cuando el agua que se utiliza para su fabricación es potable, purificada con luz UV. Inmediatamente después, las cajas en tarimas se almacenan en cuartos fríos con temperatura de 0-5°C hasta su envío a Estados Unidos en camiones con termo refrigeración a 0-5°C (Figura 25.2).

Cabe señalar que todos los procesos de empaque cuentan con un manual de procedimientos y supervisiones por parte del ingeniero encargado de la calidad e inocuidad y que las plantas de cilantro se comercializan, al mercado de Estados Unidos, a través de una empacadora de la región con la cual tiene convenio el productor.

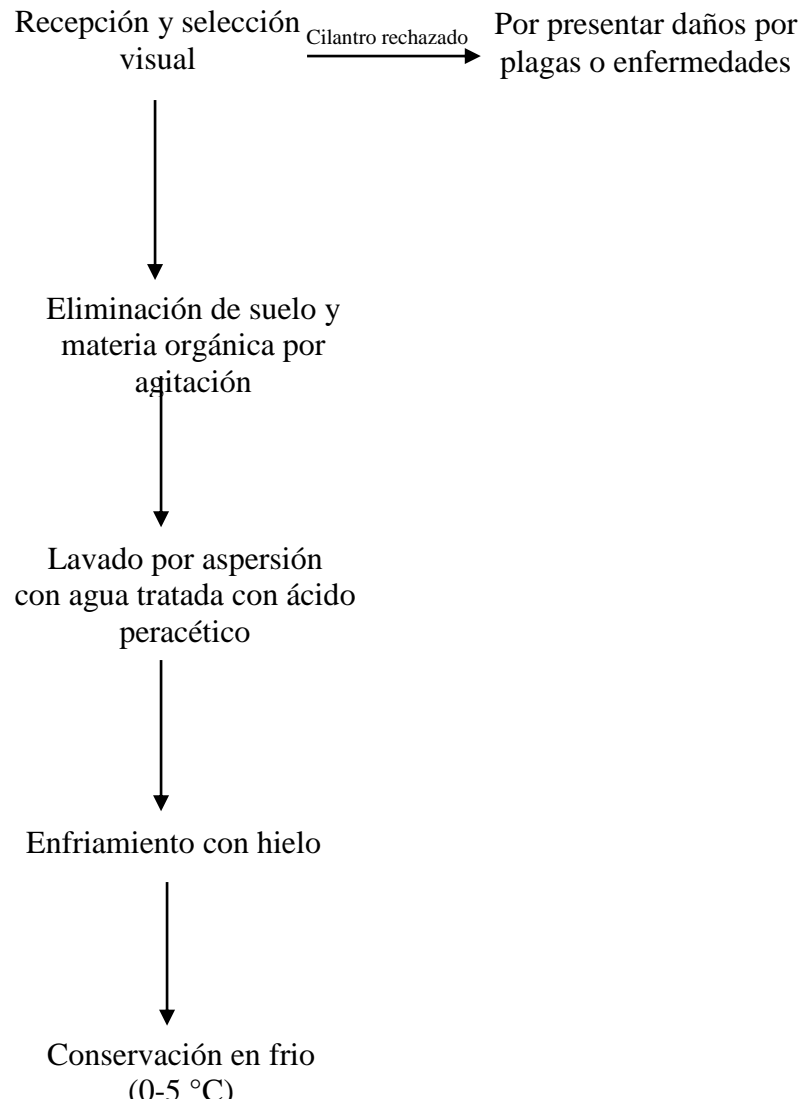


Figura 25.2. Sistema de manejo postcosecha para mercado PMI.

4.4 Discusión

Inevitablemente en campo las hortalizas y en este caso particular, el cilantro se encuentra expuesto a diferentes factores comunes del medio ambiente, agua, aire y suelo. Así mismo factores cotidianos como la presencia de personas y animales ya sea dentro o en los alrededores de los campos. Los factores que contribuyen a la peligrosidad de residuos tóxicos tanto de frutas y hortalizas se destacan: a) el consumir el alimento crudo, b) no aplicar algún tratamiento antimicrobiano previo, c) su carácter altamente perecederos, d) una creciente tendencia en los últimos años a su consumo, e) una diversidad de productos con diferentes estructuras físicas que dificultan un lavado y desinfección eficientes (Fernández y Peña, 2012).

En México, de acuerdo con SENASICA entre 2008 y 2009 la FDA ha realizado las siguientes acciones en productos mexicanos con destino a Estados Unidos (De Los Santos, 2010) 12 reportes enviados por FDA (17 empresas agrícolas mexicanas), 88 productos involucrados, 66 por residuos de plaguicidas, 20 por *Salmonella*.

En el ciclo de producción del cilantro existen etapas o procesos que implican un riesgo para la contaminación del producto, así como para la salud del productor y del consumidor final. En inspecciones oficiales, la agencia Food and Drug Administration (FDA) registró condiciones inaceptables durante la producción y el manejo pos cosecha de cilantro en diferentes empresas y campos en el estado de Puebla (FDA 2016). Los resultados de las encuestas y observaciones hechas en este estudio muestran que el tipo de mercado PMR, PMN y PMI así como las condiciones económicas del productor determinan la implementación o no de algunas prácticas. Sin embargo, en general, las practicas implementadas en la producción de cilantro y que son comunes e independientes del mercado final son: Preparación del terreno, siembra, riegos, fumigaciones para control de plagas y enfermedades, aporques (arado), escardas (control de arvenses), fertilización y cosecha (Cuadro 5).

Aunque las prácticas que realizan los productores para mercados PMR, PMN y PMI son similares, eventos como el uso de maquinaria y asistencia técnica, marcan la diferencia y pueden ser el determinante en la reducción de riesgos que impacten la inocuidad y calidad del cilantro. En los tres casos de estudio, el número de veces que se implementa una actividad varía de acuerdo a si el producto es con destino al mercado PMR, PMN o PMI (Cuadro 6). Esto se debe en algunos casos al recurso económico con el cual cuentan los productores y la asistencia técnica que reciben. Para el caso de la producción para los mercados PMR y PMN la preparación del terreno involucra el uso de animales, esto no solo genera un aumento en el tiempo de preparación sino que a su vez puede originar un riesgo de contaminación biológica por el excremento de los animales al interior del lote. Aunque el uso de estiércol compostado, como abono orgánico presenta grandes beneficios como la mejora en la estructura del suelo, porosidad, aireación, aporte de elementos esenciales, incremento en la capacidad de intercambio catiónico e incremento en la infiltración del agua reduciendo la erosión (Trinidad, 2014), puede representar también un riesgo para la inocuidad del producto. La aplicación directa de excretas animales a tierras de cultivo tiene un alto riesgo de contaminación por patógenos de humanos, compuestos orgánicos contaminantes y metales pesados (Jurado, 2007). Según la FAO (2003) el uso de

estiércoles o residuos cloacales como enmiendas o fertilizantes orgánicos así como la presencia de animales en lotes de producción es una fuente importante de contaminación. Para ser incorporados al suelo agrícola, previamente el estiércol debe ser compostado aeróbicamente permitiendo que la temperatura se eleve a 60-80 °C por al menos 15 días. En contraste la producción para mercado PMI la preparación del terreno es en un solo día y con ayuda de tractor y sin la utilización de animales. Sin embargo, es importante resaltar que el uso de maquinaria implica un aumento en los costos de producción, que para los agricultores de bajo recursos no es viable pues no recuperarían la inversión con la venta del producto.

En el caso del riego, se encontró que en todos los casos los productores riegan con agua de pozo, pero el sistema de riego para producción para mercado PMI es más eficiente por ser por goteo en contraste al riego por rodado. El riego por goteo no solo permite un uso adecuado del agua, sino que disminuye el riesgo de contaminación en el trayecto del pozo a la parcela, ya que el agua fluye por las mangueras hasta la planta. El riego por goteo es una técnica con la que se puede poner cualquier cantidad de agua y fertilizante en la zona radicular de la planta, es un procedimiento de elevada eficiencia potencial en la aplicación del agua y en su utilización por los vegetales; en condiciones adecuadas y para cultivos apropiados ofrece perspectivas de rendimientos mayores que otros sistemas de riego (FAO, 1974) citado por (García y Muñoz, 1996). En contraste el riego por superficie o rodado es un sistema de riego donde el agua fluye por gravedad, que se caracteriza por ser técnicamente imperfecto, por su baja eficiencia; bajo este sistema, el cultivo aprovecha entre un 40 a 60% aproximadamente del agua que se aplica (Fernández, 2005). Los canales de riego que utilizan los productores para mercado PMR y PMN, se ve en riesgo de contaminación aun cuando los tramos expuestos son cortos, pues se encuentran en bordes de camino, donde se encontraron desechos de comida, pañales, recipientes plásticos, entre otros. Esta problemática es generalizada para toda la zona, observaciones hechas en campo permiten afirmar que en todos los recorridos realizados se encontró basura diversa, y se observaron perros moviendo bolsas de basura de las casas cercanas a los caminos. También es importante resaltar que al interior de los cultivos no se observó ningún tipo de desecho o basura, los productores son cuidadosos al interior de sus parcelas. La problemática general de basura en lotes de producción representa un riesgo alto de contaminación del cultivo de cilantro que puede comprometer la inocuidad del producto. Para la FAO (2003) existen microorganismos patógenos que forman parte de la flora natural del suelo o del ambiente, estos microorganismos contaminan

el suelo a través del agua de riego contaminada con heces de personas y animales (domésticos o salvajes) así como a través de la basura contaminada generada por las poblaciones ribereñas ubicadas cerca a los lotes. Cabe señalar que el agua de riego se considera como la principal fuente de contaminación microbiológica de productos hortofrutícolas (Acedo *et al.*, 2009; y Cerón y Grijalva, 2015). En México, Acedo-Félix y colaboradores (2009) reportaron la presencia de Salmonella en muestras de cilantro provenientes de campo y en Ecuador el cilantro se encuentra entre las hortalizas de consumo en fresco como portadora de enterobacterias causantes de enfermedades gastrointestinales (Cerón y Grijalva, 2015).

Labores de cultivo como escarda y aporque se realizan de forma manual. En los casos de producción para los mercados PMR y PMN las jordanas son de 4-6 horas por lo que el productor suele tomar sus alimentos dentro del lote. La falta de un lugar o espacio apropiado para el consumo de alimentos puede incrementar los riesgos de contaminación del producto, así como los riesgos a la salud de los productores por intoxicación al manipular alimentos sin el previo lavado de manos.

En cuanto a las fuentes y formas de realizar la fertilización en todos los casos se realiza fertilización química y no se registró uso de abonos orgánicos. En los casos de producción para los mercados PMR y PMN no se cuenta con asistencia técnica para la formulación y aplicación de los productos tampoco se han realizado análisis de suelo que puedan generar un uso eficiente de los fertilizantes aplicados. La FAO (2013) indica que un análisis químico de suelo previo a la siembra constituye una de las técnicas más importantes para la recomendación de fertilizantes; este análisis, es considerado también una fuente de información para clasificar los suelos, realizar aplicación de elementos nutritivos, determinar condiciones del suelo que pueden ser mejoradas haciendo un uso eficiente de los recursos, reduciendo la probabilidad de contaminar el ambiente y las fuentes de agua.

Cuadro 5. Practicas realizadas para la producción de cilantro de acuerdo al mercado final en los Reyes de Juárez Puebla.

Mercado*	Preparación de terreno	Siembra	Riego	Fumigación	Aporque	Escarda	Fertilización	Cosecha
PMR	Yunta de mulas	Manual	Rodado	Sin asesoría	Yunta de burros	Manual	Química Sin asesoría	Manual
PMN	Yunta de caballos	Manual	Rodado	Sin asesoría	Yunta de caballos	Manual	Química Sin asesoría	Manual
PMI	Tractor	Mecanizada	Goteo	Con asesoría	Mecanizada	Manual	Química Con asesoría	Manual

*PMR, para mercado regional; PMN, para mercado nacional; PMI, para mercado internacional

Cuadro 6. Características de terreno y prácticas agrícolas en la producción de cilantro de acuerdo al mercado final en los Reyes de Juárez Puebla.

Mercado*	Área m²	Ciclo duración (días)	Riegos	Fertilizaciones	Escardas	Aporques	Aplicaciones de plaguicidas	Cosecha manojos
PMR	2500	Invierno-primavera 75	6	1	2	3	2	2200
PMN	600	Primavera 71	4	1	1	1	4	1000
PMI	15000	Verano-otoño 72	3	3	2	2	4	490000

*PMR, para mercado regional; PMN, para mercado nacional; PMI, para mercado internacional

Al observar las prácticas de producción para los mercados PMR y PMN es evidente que la falta de asistencia técnica genera grandes deficiencias y riesgos en temas como manejo de plagas. La falta de información precisa sobre los productos a aplicar no le permite al productor realizar las formulaciones ideales para el control de los problemas fitosanitarios. Según Cuevas *et al.*, (2012), en México, la cobertura de la asistencia técnica es baja. Solamente el 3% del total nacional de unidades de producción con actividad agropecuaria disponen de este servicio, y sólo 11.7% perciben como problema la falta de asistencia técnica y capacitación. El 70.8% de éste servicio es otorgado por técnicos, 17.7% por productores, 2.8% por instituciones académicas o de investigación y 1.5% por los despachos.

Observaciones en campo dejan ver que la aplicación de plaguicidas durante la producción para los mercados PMR y PMN se realiza sin las normas ni cuidados necesarios, como lo especifica la NOM-003-STPS-1999. Esta norma, relacionada con las actividades agrícolas–uso de insumos fitosanitarios o plaguicidas e insumos de nutrición vegetal o fertilizantes condiciones de seguridad e higiene, busca establecer las condiciones de seguridad e higiene para prevenir los riesgos a los que están expuestos los trabajadores que desarrollan actividades agrícolas de almacenamiento, traslado y manejo de insumos fitosanitarios o plaguicidas e insumos de nutrición vegetal o fertilizantes. En la región de estudio, existen riesgos de intoxicación para las personas que hacen la aplicación. Durante las visitas a campo se pudo evidenciar que no realizan calibración de equipos para la fumigación y no se respetan las dosis indicadas en las etiquetas, la vestimenta no es la ideal para las aplicaciones, no se tienen en cuenta el tiempo de reingreso al lote después de las aplicaciones y todo el control que se realiza es químico. Según la norma NOM-003-STPS-1999, el equipo de protección debe ser el indicado en la hoja de seguridad del plaguicida, entre los elementos más comunes se encuentran, botas de caucho, delantales, equipo de protección para ojos.

Los riesgos que se generan en esta práctica se enfocan en las intoxicaciones por parte de la persona que realiza la aplicación, el uso de plaguicidas de etiqueta roja, que para la organización mundial de la salud, OMS (2010) los productos de categorías toxicológicas Ia y Ib, pueden causar efectos tóxicos agudos o crónicos, y plantean riesgos específicos para los niños, intoxicaciones y enfermedades como cáncer, están asociadas a la exposición prolongada a estos productos.

En el caso de la producción para los mercados PMR y PMN el uso de productos no avalados para el cilantro, como el Furadan[®], generan riesgos de rechazo para un mercado tan exigente en cuestiones de inocuidad como el de Estados Unidos, así como por los riesgo de intoxicación y contaminación del medio ambiente. Según COPEFRIS (2004) en su catálogo de plaguicidas autorizados disponible en línea, el cilantro no se encuentra referenciado como cultivo en el cual se permite el uso de este pesticida. El carbofurano o carbofurán es un plaguicida sistémico utilizado como insecticida acaricida y nematocida de amplio espectro.

La cosecha en los tres sistemas de producción analizados en este estudio se lleva a cabo de forma manual, pero para el sistema para mercado PMI se cuenta con personal capacitado para dicha labor. En este caso se observó que existen normas de higiene desde el momento en que se va a ingresar al lote, áreas destinadas para el consumo de alimentos y baños con agua potable para lavado de manos. En los sistemas de producción para los mercados PMR y PMN la cosecha y el transporte la llevan a cabo los mismos productores y en muchas ocasiones por integrantes de la familia. Para el caso del cilantro no se registra mecanización para la cosecha. Lo anterior es importante ya que la forma más delicada de cosechar cilantro es la manual pues la mecanizada siempre producirá un mayor daño físico de las hojas. Adicionalmente la cosecha mecanizada requiere de una considerable inversión de capital para la adquisición, operación y mantenimiento del equipo (FAO, 1997). Sin embargo cabe señalar que la cosecha manual que se realiza sin la previa capacitación y aplicación de buenas prácticas de cosecha puede introducir peligros que afectan la inocuidad del cilantro. Esto es, por entrar la planta de cilantro en contacto directo con manos sucias o secreciones de la mucosa, saliva, de personas involucradas en la cosecha (SAGARPA-SENASICA, 2002).

En síntesis las observaciones registradas en este estudio indican que el sistema de producción que representa menos riesgos de contaminación química y biológica es el que tiene como destino final el mercado PMI (Estados Unidos). Este sistema sobresale por encima de los sistemas para los mercados PMR y PMN. La asesoría técnica es un determinante de éxito para el sistema de producción para mercado PMI, pues permite un control en cada una de las actividades de las etapas de producción y de la forma en que son llevadas a cabo por los trabajadores. Es irrelevante querer hacer una comparación entre los sistemas de producción del cilantro para los mercados PMR, PMR y PMI, con relación en la inocuidad del producto. Las condiciones económicas y los medios con que cuenta cada uno de los productores son un

determinante importante a tener en cuenta, pues le permiten al productor contar con capacitación, adaptar sus sistemas de producción de acuerdo a un sistema de SRRC y contar con personal capacitado para la obtención de productos inocuos.

4.5 Conclusiones

El sistema actual de producción del cultivo de cilantro en Los Reyes de Juárez, Puebla, se realiza durante todo el año, consta de las practicas comunes siguientes e independientes del tipo de mercado: 1) preparación del terreno (barbecho, rastra, nivelación del terreno y surcado), 2) siembra directa, 3) riego con agua de pozo profundo, 4) mantenimiento del cultivo (aporque y escarda), fertilización y control de plagas y enfermedades y 5) cosecha manual.

Sin embargo, se encontraron diferencias en la forma en que estas prácticas se llevan a cabo. Para los mercados PMR y PMN, no se cuenta con asistencia técnica, la siembra es manual, el riego es rodado y en las labores de cultivo participan animales de tiro (burros y caballos). Mientras que para el mercado PMI todas las actividades son con asistencia técnica, la siembra es mecanizada, el riego es por goteo y no se tiene la participación de animales en las actividades de cultivo.

Los sistemas de riego de la región se presentan en general en condiciones óptimas de funcionamiento; sin embargo, algunos canales se encuentran expuestos, aumentando el riesgo de contaminación del cilantro para los mercados PMR y PMN.

La presencia de basura (pañales, papel sanitario y envases de agroquímicos) y de animales en las áreas cercanas a los canales de riego y parcelas así como el uso de animales en las labores de cultivo representan un alto riesgo de contaminación que compromete la inocuidad del cultivo de cilantro en la región.

El uso de agroquímicos sin recomendación técnica y el uso de productos no autorizados representan un riesgo de contaminación química para el cilantro para los mercados PMR y PMN.

Las aplicaciones de agroquímicos sin la indumentaria adecuada son un riesgo para la salud del productor y de las personas que participan en esta actividad.

La implementación de acciones como el Programa de Buen Uso y Manejo de Agroquímicos (BUMA) y del Sistema de Reducción de Riesgos de Contaminación (SRRC) en producción primaria, se encuentra entre las estrategias operativas inmediatas para resolver los problemas

de inocuidad registrados durante la producción y cosecha del cilantro. Específicamente en lo relacionado con la Higiene y Salud del Trabajador, seguido del de fertilización y aplicación de plaguicidas. Lo anterior para lograr la producción inocua de cilantro y acceder a mercados altamente competitivos en aspectos de calidad e inocuidad.

V. CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE HOJAS DE CILANTRO CON LA DETECCIÓN DE *SALMONELLA* Y *CYCLOSPORA* COMO INDICADORAS DE CONTAMINACIÓN

5.1 Introducción

Cada día los mercados hortícolas generan demandas más exigentes en cuanto a calidad e inocuidad de los productos, esto debido entre otras cosas al cambio en la dieta de las personas y nuevas tendencias en alimentación orgánica y saludable. La inocuidad alimentaria comprende la aplicación de medidas que reduzcan los riesgos provenientes de estresores biológicos y químicos, según Avendaño *et al.*, (2007) en el caso de las hortalizas se refiere a los métodos —buenas prácticas agrícolas y de empaque, por ejemplo— y otro tipo de controles que buscan reducir los riesgos de contaminación microbiana.

Las alertas que se han generado por presencia de *Cyclospora* en el estado de Puebla han generado una gran preocupación tanto para productores como para entidades de gobierno encargadas de la inocuidad y calidad de los productos agrícolas y pecuarios.

En Estados Unidos, las enfermedades transmitidas por los alimentos causan, anualmente, 76 millones de enfermedades, 325 mil hospitalizaciones y 1800 muertos. Por tal razón entidades como FDA son cada vez más exigentes y rigurosos con los productos que ingresan a su país. Las normas y exigencias en el mercado generan grandes retos en la agricultura Mexicana, temas como asistencia técnica, tecnificación de los cultivos, alternativas de manejo entre otros. Para el municipio Los Reyes de Juárez, Puebla, es de gran importancia la producción inocua de sus productos, ya que es una zona reconocida a nivel nacional e internacional por la calidad de sus hortalizas. Si bien se busca conocer los riesgos de contaminación a lo largo del proceso productivo del cilantro, se hace necesario analizar y determinar la calidad microbiológica de muestras de hojas de cilantro colectadas en parcelas locales con la detección de *Salmonella* y *Cyclospora* como indicadores de contaminación.

5.2 Metodología

Colecta de plantas de cilantro: La colecta de material para mercado PMR se realizó a las 03:00 am, hora en la cual el productor realizó la cosecha. Se seleccionaron tres puntos en el lote (en forma diagonal) en donde el productor realizó el corte como tradicionalmente lo hace. Después de arrancar las plantas, el productor las depositó en una bolsa Ziploc® nueva que le fue entregada. Se solicitó al productor empacar una cantidad aproximada de 10 gramos por bolsa. Las bolsas fueron selladas y marcadas para ser transportadas en una hielera Coleman® de 5Lt, con gel congelado para mantener las muestras frescas. Estas muestras fueron llevadas a un laboratorio del Postgrado en Fitopatología del Colegio de Postgraduados campus Montecillo, para ser procesadas el mismo día de la colecta (aproximadamente 8 horas después de colectadas).

De igual manera se realizó la colecta de material para mercado PMN, con la diferencia que esta cosecha se realizó a las 09:00 am. Las muestras cosechadas se transportaron como se indicó arriba para ser analizadas a las 6 horas de haber sido cosechadas

Para el mercado PMI no se realizó colecta de material vegetal para su análisis por políticas del productor. Sin embargo, personal de la empresa se encargó directamente de correr los análisis para la detección de *Salmonella* con el compromiso de entregar los resultados del análisis.

Procesamiento de muestras:

De cada una de las tres muestras colectadas en campo se tomaron muestras de 5 g por separado; cada muestra se lavó con agua de la llave, enjuagó con agua estéril y se depositó sobre papel absorbente estéril.

Cada muestra se depositó en una bolsa Ziploc® estéril, con agua peptonada amortiguada (APA) 0.1 %, con pH de 7.0, según la Norma Oficial NOM-114-SSA1-1994. Luego cada muestra fue puesta en un molino (Seward®, Stomacher 400 circulator) por 3 ciclos de 30 segundos cada uno. Del macerado obtenido se tomó una muestra de 1mL para hacer diluciones seriales. De cada dilución se tomaron 100 µL los cuales se depositaron en una caja Petri con agar entérico Hektoen (AEH) específico para *Salmonella* y se incubaron a 33 °C por 48 h (Figura 26).

Una vez transcurrido el tiempo, las colonias desarrolladas en el AEH se compararon con muestras positivas de *Salmonella*, para visualmente detectar las colonias sospechosas de *Salmonella* en las muestras de cilantro.

Para la detección de *Cyclospora* para PMR las muestras fueron tomadas el día de la cosecha, donde al azar y del lote ya cosechado se tomó un manojito de aproximadamente 20 g. Esta muestra se llevó al laboratorio aproximadamente a las 4 horas de haberse colectado, en una bolsa Ziploc®, sellada y con los datos de fecha y lugar de colecta, en una hielera Coleman® de 5Lt, con gel congelado para mantener la muestra fresca. El Método utilizado por el laboratorio fue por PCR y confirmación por microscopia de fluorescencia según *AC No. de Acreditación: SA-0060- 008/11 Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Dpdx laboratory identification of parasitic diseases of public health concern (s.f) cyclosporiasis.



Figura 26. Proceso para detección de *Salmonella* en muestras de cilantro. Donde A: pesaje de muestras de cilantro, B: Bolsas Ziploc® con muestras de cilantro, C, D: Tubos con APA 0.1 % para preparar diluciones seriales.

5.3 Resultados

Detección de *Salmonella*.

Muestras para mercado PMR y PMN:

En ninguna de las tres muestras colectadas en campo para mercado PMR y PMN, se encontraron colonias sospechosas de *salmonella*. Es decir, no se registraron colonias con centro negro y halo transparente (como de un “ojo de pescado”), característico de las colonias de *Salmonella* en el medio AEH, por la producción de ácido sulfhídrico (H₂S) (Merck, 1994, Murray y Shea 2004 citados por Pachón, 2009) (Figura 27).

Sin embargo, se registró el desarrollo de tres tipos de colonias. Una de las colonias se observó color naranja con bordes lisos y centro diferenciado (Figura 28). Por sus características en cuanto a color naranja se asoció con microorganismos fermentadores de lactosa. También fue posible observar colonias verdes-azuladas con centro claro y colonias verde oscuro (Figura 29), estas características indican microorganismos no fermentadores de lactosa. Debido a los dos indicadores (azul de bromotimol y fucsina), las colonias lac⁺ tienen una diferencia cromática con las colonias lac⁻; lo mismo ocurre con bacterias fermentadoras de sacarosa y salicina (Caffer *et al.*, 2009).

Para mercado PMI no se realizaron pruebas por las políticas del productor, pero los resultados de los análisis para *Salmonella* fueron proporcionados por la ingeniera encargada y su resultado fue negativo.

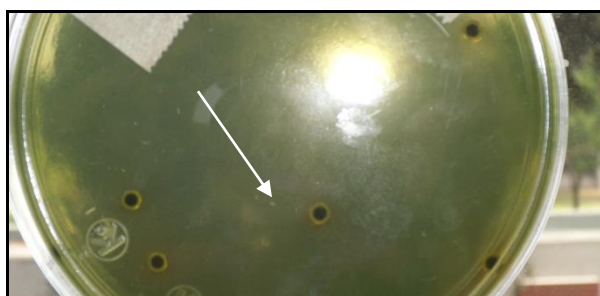


Figura 27. Colonia típica de *Salmonella* en AEH.

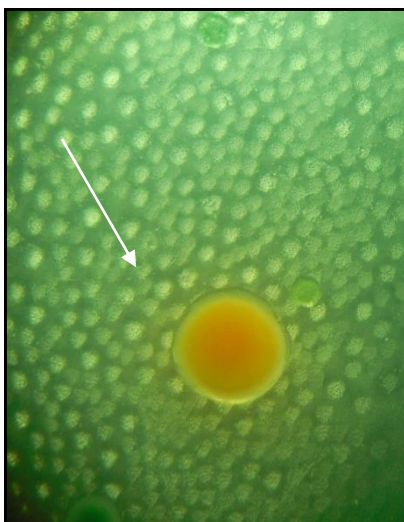


Figura 28. Colonia de color naranja en medio de cultivo AEH.

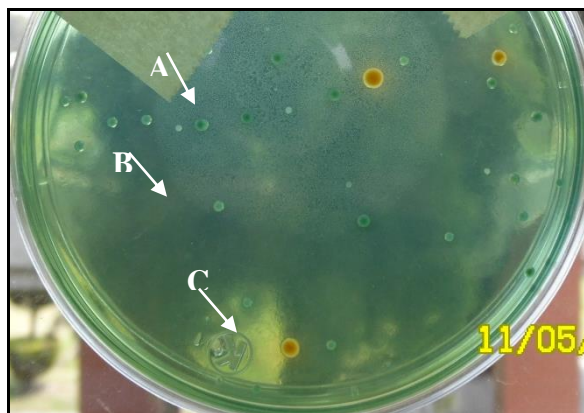


Figura 29. Colonias presentes en muestras de cilantro. Donde A, colonias verdes claras, B, colonias verde oscuro y C, colonias naranja presentes en medio de cultivo (flechas blancas).

Por otra parte el resultado del análisis para la detección de *Cyclospora* para el mercado PMR resultó negativo. Se desconoce la presencia de este parásito en las muestras de los mercados PMN y PMI ya que el laboratorio al que se iban a enviar las muestras canceló la recepción de las mismas.

5.4 Discusión

Salmonella es un bacilo Gram-negativo anaerobio facultativo perteneciente a la familia Enterobacteriaceae. Según la OMS (2013) la salmonelosis es una de las enfermedades de transmisión alimentaria más común y ampliamente extendida, y cada año provoca decenas de millones de casos en todo el mundo. La gravedad de la enfermedad depende de factores propios del huésped y de la cepa de *Salmonella* en cuestión.

En algunos casos *Salmonella* ha llegado a causar la muerte de personas y como medidas de prevención contra la salmonelosis se recomiendan prácticas básicas de higiene de los alimentos, entre ellas la cocción completa (OMS, 2013).

Si bien las muestras tanto para mercado PMR como para mercado PMN fueron negativas para *Salmonella*, no se puede afirmar que el cultivo se encuentre libre de este patógeno, es necesario realizar muestreos con un número mayor de muestras, tanto en campo, en transporte y entrega del cilantro.

Así mismo, el método usado para la detección de *Salmonella* también puede ser un factor determinante en la veracidad de los resultados; actualmente, las pruebas por PCR son las más usadas ya que tienen una gran sensibilidad y especificidad (Carrillo *et al.*, 2013).

Para este estudio un factor por el cual los resultados pudieron resultar negativos, para las muestras de cilantro colectadas en campo, pudo ser el hecho de no haber incluido un preenriquecimiento. Según la norma Mexicana NOM-114-SSA1-1994, para la detección de *Salmonella* en alimentos, describe un esquema general que consiste de cinco pasos básicos: Preenriquecimiento, es el paso en donde la muestra es enriquecida en un medio nutritivo no selectivo, que permite restaurar las células de *Salmonella* dañadas, logrando de esta manera una condición fisiológica estable. Enriquecimiento selectivo, se logra a partir de un medio de cultivo que conjunte dos condiciones, por un lado debe incrementar las poblaciones de *Salmonella* y por otro inhibir otros microorganismos presentes en la muestra. Selección en medios sólidos, este punto se deriva directamente del anterior y se utilizan medios selectivos, que restringen el crecimiento de otros géneros diferentes a *Salmonella* y que permitan el reconocimiento visual característico de colonias sospechosas. La identificación bioquímica, este paso permite la identificación genérica de los cultivos de *Salmonella* y la eliminación de cultivos sospechosos falsos. Finalmente la Serotipificación, es una técnica inmunológica

(antígeno-anticuerpo) que permite la identificación específica de un microorganismo (Maurer y Bailey, 1995).

El comercio internacional, la tecnología, las expectativas públicas de protección sanitaria y muchos otros factores han creado un entorno cada vez más exigente para los sistemas de inocuidad de los alimentos (OMS y FAO, 2007).

Cada vez existe una demanda más alta de alimentos, las personas buscan alternativas de alimentación saludable, las hortalizas ocupan un espacio importante en la dieta no solo de adultos sino de jóvenes y niños.

En diferentes países se ha identificado a las hortalizas como vehículo de agentes patógenos microbianos: bacterias, virus y parásitos. Dentro del proceso de producción se identifican como fuentes de contaminación el agua de riego, la fauna (sea doméstica, de explotación o silvestre), el fertilizante orgánico y la humana (Fernández, 2012).

En campo se pudo observar prácticas que pueden favorecer la presencia no solo de *Salmonella* sino de otros microorganismos que pueden afectar la salud de los consumidores, observaciones hechas en campo evidenciaron desechos orgánicos como pañales cerca de canales de riego y en los bordes de camino.

Algunas prácticas como el lavado de manos, no son tomadas en cuenta por los productores, pues no cuentan con baños cerca a las áreas de cultivo, generando en algunos casos que se realicen necesidades fisiológicas en áreas cerca de las parcelas, pero no dentro de ellas. La presencia de animales domésticos como perros, los cuales trasladan basuras de las casas a los caminos, también favorecen los focos de contaminación.

Adicional a los problemas registrados se debe resaltar la disposición por parte de los productores para mejorar las condiciones de higiene, aunque en muchos casos no reconocen que algunas prácticas como comer en los bordes de la parcela generan riesgos de contaminación para el cultivo y para su salud, ellos están conscientes de la necesidad de cambiar, mejorar y adoptar prácticas que disminuyan los riesgos que afectan la calidad e inocuidad del cilantro.

5.5 Conclusiones

Las muestras de cilantro colectadas en los lotes de producción para los mercados PMR y PMN resultaron negativas para la presencia de *Salmonella* cuando se analizaron mediante el crecimiento en medio selectivo de AEH. Sin embargo, la inclusión de un preenriquecimiento o

un análisis con técnicas más sensibles como la PCR son requeridas para confirmar estos resultados.

La muestra de cilantro colectada en el lote de producción para el mercado PMR resultó negativa para la presencia de *Cyclospora* cuando se analizó por PCR.

Los sistemas de producción de cilantro para los mercados PMR y PMN requieren se implementen sistemas de reducción de riesgos de contaminación para mantener la inocuidad del producto.

VI. CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES

El sistema actual de producción del cultivo de cilantro en Los Reyes de Juárez, Puebla, se realiza durante todo el año y las prácticas más comunes son las siguientes: 1) preparación del terreno (barbecho, rastra, nivelación del terreno y surcado), 2) siembra directa, 3) riego con agua de pozo profundo, 4) mantenimiento del cultivo (aporque y escarda, utilizando animales de tiro), fertilización y control de plagas y enfermedades) y 5) cosecha manual.

La calidad del cilantro en la región, representa una fortaleza para la comercialización del producto, ya que se obtienen plantas de buen desarrollo, olor y sabor; sin embargo, existen algunas condiciones de cuidados básicos y falta de higiene que comprometen la calidad e inocuidad del producto.

Las muestras de cilantro colectadas en los lotes de producción para los mercados PMR y PMN resultaron negativas para la presencia de Salmonella cuando se analizaron por pruebas bioquímicas tradicionales. Sin embargo, la inclusión de un preenriquecimiento o un análisis con técnicas más sensibles como la PCR son requeridas para confirmar estos resultados.

Los sistemas de riego de la región se presentan en general en condiciones óptimas de funcionamiento; sin embargo, algunos canales se encuentran expuestos, aumentando el riesgo de contaminación. Es común observar basura (pañales, papel sanitario y envases de agroquímicos), así como animales en áreas cercanas a los canales y parcelas. Esto representa un alto riesgo de contaminación para el cultivo, pues la planta se encuentra en contacto con el agua por lo menos tres veces en todo su ciclo.

Los principales riesgos de contaminación química se dan por el uso de agroquímicos sin recomendación técnica, por lo cual se incurre en excesos, en algunos casos el uso de productos no autorizados para cilantro, así mismo la aplicación no se hace con la indumentaria adecuada, dejando al productor expuesto a intoxicaciones.

Uno de los determinantes para que los productores no realicen la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas, es el precio de venta, pues no ven reflejada su inversión al final del ciclo, lo que genera desconfianza y desmotivación para modificar sus prácticas y enfocarlas hacia una mejor calidad.

La capacitación y concientización sobre la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas, no debe estar restringida solo a los productores de cilantro que participan en la exportación del producto, esta debe generalizarse a todos los productores, independientemente de su nivel tecnológico y económico.

La implementación de acciones como el Programa de Buen Uso y Manejo de Agroquímicos (BUMA) y del Sistema de Reducción de Riesgos de Contaminación (SRRC) en producción primaria, se encuentra entre las estrategias operativas inmediatas para resolver los problemas de inocuidad registrados durante la producción y cosecha del cilantro. Específicamente en lo relacionado con la Higiene y Salud del Trabajador, seguido del de fertilización y aplicación de plaguicidas. Lo anterior para lograr la producción inocua de cilantro y acceder a mercados altamente competitivos en aspectos de calidad e inocuidad.

RECOMENDACIONES

El problema central del estudio se deriva de la alerta emitida por la FDA, debido a las condiciones inaceptables de inocuidad en campo y empresas en la región (figura 30). Entre las causas más importantes relacionadas con la falta de inocuidad del cilantro en la región, se detectó la falta de información y capacitación en temas relacionados con las Buenas Prácticas Agrícolas, ya que la mayor parte de los productores si bien han asistido a algún tipo de reunión o charla informativa, no han logrado interiorizar y replicar lo aprendido, encuentran grandes limitaciones financieras y poca asesoría durante sus ciclos de cosecha. En este caso, es importante fortalecer estas capacitaciones a través de programas efectivos de capacitación y dar seguimiento técnico para evaluar la aplicación de las buenas prácticas de manejo.

Para los productores es importante que las charlas pasen a un plano más real y cercano a ellos, pues existe cierta desconfianza en los planes de gobierno, de tal manera que para contrarrestar esta inseguridad y fomentar la confianza entre instituciones y productor, las parcelas demostrativas en lotes de productor, pueden reestablecer la confianza en los productores de la zona, pues pueden ver de primera mano, las diferentes acciones que se realizan en pro de mejorar la calidad e inocuidad del cultivo, así mismo ver en tiempo real los costos y beneficios que se pueden obtener.

Al identificar el problema central en algunos productores de cilantro en Los Reyes de Juárez, Puebla, se hace evidente la necesidad de articular de una forma más efectiva a las entidades tanto de gobierno como privadas, para la capacitación y asistencia técnica en el cultivo de cilantro. Son los actores involucrados como comerciantes (agrotiendas), gobierno municipal, estatal y federal, universidades, Centros de investigación, empresas privadas, etc., quienes deben estar en sincronía para no generar confusión o contradicciones entre los productores en cuanto a las recomendaciones técnicas y manejo del cultivo.

Es necesario realizar un censo que permita agrupar a los productores en categorías que facilite la capacitación en temas de inocuidad, observaciones hechas en campo, permitieron ver que las características culturales y económicas pueden ser un determinante para el uso o no de buenas prácticas agrícolas. El destino final del producto también influye en la aplicación o no de buenas prácticas.

La regulación del precio de venta juega un papel importante en la disposición del productor para usar o no buenas prácticas, aunque los precios son controlados por intermediarios, se hace necesario generar acciones que mitiguen la fluctuación de los precios.

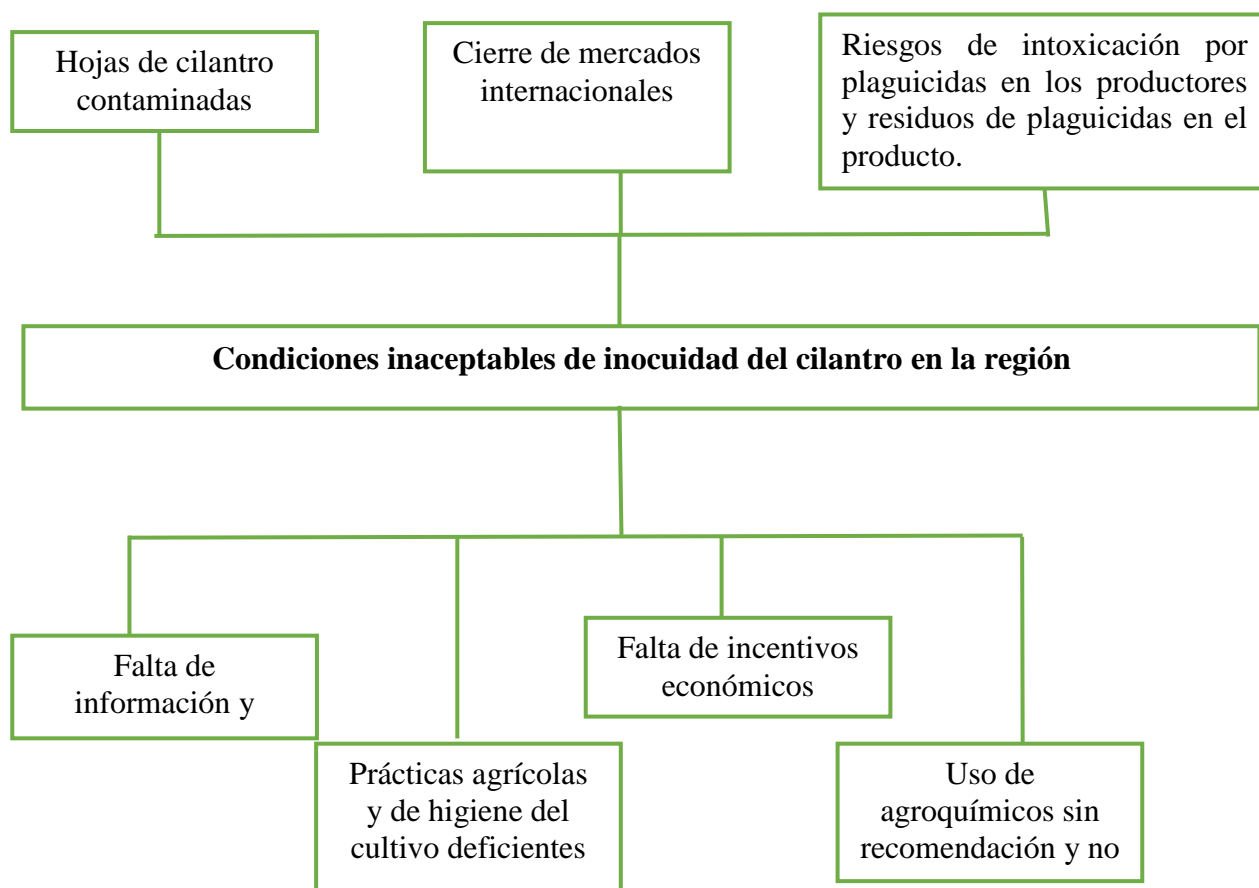


Figura 30. Árbol de problemas relacionado con las deficiencias de inocuidad del cilantro en los Reyes de Juárez, Puebla.

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de investigación.

Acciones para mejorar la inocuidad y calidad del cilantro en Los Reyes de Juárez, Puebla.

Las acciones deben ser enfocadas en los componentes: Social, cultural, ambiental, económico e institucional, de esta manera la articulación de las diferentes disciplinas permitirá el análisis más completo de la situación y posibles soluciones a la problemática.

Componente social y cultural: El capital humano del municipio, cuenta con una ventaja importante y es la vocación agrícola de sus habitantes, quienes en su mayoría practican esta actividad generación tras generación, por tanto no solo es una cuestión monetaria, sino que involucra sentimientos de pertenencia por sus tierras y sus cultivos. Aunque la formación académica no sea superior, los productores cuentan con experiencia suficiente para reconocer cambios a nivel climático y fitosanitario en sus cultivos. El rescate y reconocimiento de saberes tradicionales puede generar un ambiente de satisfacción y valor para los productores, permitiendo así un intercambio de conocimiento entre el técnico y el agricultor, haciendo más cordial y menos impositivo el uso de buenas prácticas en sus cultivos.

La organización de productores también es una herramienta importante para fortalecer el componente social, aunque las diferencias ya sean políticas, religiosas o económicas de los agricultores en muchas ocasiones puede provocar divisiones, se hace necesario buscar la organización de los productores para poder gestionar de manera más organizada recursos y capacitaciones.

Componente ambiental: El uso de agroquímicos de manera intensiva como se realiza en esta región, no solo causa los efectos ya mencionados en cuanto a inocuidad y calidad del producto, sino que a su vez, genera un impacto ambiental negativo, contaminando suelo, agua y fauna como abejas, mariposas, controladores biológicos como catarinas y crisopas presentes en la zona. Las acciones para mitigar estos efectos negativos deben ser gestionadas por entidades de gobierno, quienes son los encargados de reglamentar el uso de productos en las agrotiendas.

Componente económico: Para los productores de la región el tema financiero es de alta importancia y preocupación, pues no cuentan con registros de costos de producción y venta, pero afirman que se generan pérdidas continuas por el alto precio de los insumos y el inestable precio de venta. Las acciones en este aspecto son complejas, pues existe la presencia de intermediarios que regulan y controlan los precios tanto en campo como en las plazas de mercado. Al mismo tiempo las empacadoras no han generado ningún tipo de contrato que permita al productor tener seguridad en la compra y precio de sus productos. Es importante para este aspecto contar con la colaboración del gobierno municipal, en la regulación de los intermediarios y empacadoras.

Componente institucional: la importancia en las investigaciones que universidades, centros de investigación y entidades de gobierno realizan en la zona, genera información relevante que en muchos casos no llega a la población objetivo, esto genera no solo molestias entre los productores, sino que a su vez se puede generar duplicidad en la información y realización de proyectos. Por tal razón es importante generar un banco de información para la región, rescatando los resultados relevantes que sean punto de partida para nuevas investigaciones, así mismo compartir de manera clara entre los actores los resultados obtenidos.

BIBLIOGRAFIA

- Acedo, E., Núñez, Y., Pérez, R., Iñiguez, C., Castellón. (2009). Caracterización polifásica de *Salmonella* spp. aislada de campos agrícolas de melón (*cucumis melo*) y cilantro (*coriandrum sativum*). *Interciencia*, 34, 419-423.
- Arispe, I., M Tapia. (2007). Inocuidad Y Calidad : Requisitos indispensables para la protección de la salud de los consumidores. *Agrolimentaria*, 24, 104–118.
- Avendaño, B., Schwntesius, R., Lugo, S. 2006. El impacto de la iniciativa de inocuidad alimentaria de Estados Unidos en las exportaciones de hortalizas frescas del noroeste de México. *Región y sociedad*, 27, 36-46.
- Ayala, A., R. Schwentesius y B. Carrera, 2012. Hortalizas en México: competitividad frente a EE.UU. y oportunidades de desarrollo. *Globalization, Competivene Y Governability*, 6, 70–88.
- Barrientos, J. E., Huerta, A., Escobedo, J. S. Lopez, J. 2013. Manejo convencional de *Spodoptera exigua* en cultivos del municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4, 1197-1208.
- Caffer, M., Terragno, N., Binsztein, N. 2008. Manual de Procedimientos Diagnóstico y Caracterización de *Salmonella* spp. Departamento Bacteriología. Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas A.N.L.I.S. Regional de Referencia del WHO Global Salm Survpara América del Sur.
- Carrillo, M., López, R., Alvarado, B., Martínez, L. 2013. Identificación fenotípica y molecular de *Salmonella* spp. en carne molida. *ReCiTeLa*, 13.
- Cerón, D., Grijalva, N., 2009. Diagnóstico de indicadores entéricos en cilantro (*Coriandrum sativum*) y perejil (*Petroselinum sativum*) que se expenden en mercados populares del norte de la ciudad de Quito. *Enfoque UTE*, 6, 45 – 54.
- Cuevas, V., Baca, J., Cervantes, F y Aguilar, J. Asistencia técnica en el sector agropecuario en México: análisis del VIII censo agropecuario y forestal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3, 943-957. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000500008&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2007-0934.
- D'Aoust J., Maurer J y Bailey J.S. 2001. *Salmonella* Species. In: *Food Microbiology. Fundamentals and Frontiers*. Doyle M., Beuchat L.R. & Montville T.J. (Eds.) 2d. ed. ASM Press USA: 141-157.

- Duch, J. (1998). Tipologías empíricas de productores agrícolas y tipos ideales en el estudio de la agricultura regional. *Revista Geografía agrícola*, 13.
- Fernández, E., Peña, J. J. 2012. Riesgos microbianos en la producción de frutas y hortalizas en áreas urbanas y periurbanas. En: *Riesgos microbianos en la producción de alimentos frescos en áreas urbanas y periurbanas de América Latina*. pp 1-30.
- Fernández, R. 2005. El Impacto de la Tarifa Eléctrica Subsidiada sobre la Adopción de Tecnología de Riego. Tesis Licenciatura. Economía. Departamento de Economía, Escuela de Ciencias Sociales, Universidad de las Américas Puebla.
- Food and Drug Administration. (2016). Import Alert 24-23 Detention without physical examination of fresh cilantro from the state of Puebla, Mexico Seasonal (April 1 - August 30). Disponible en: http://www.accessdata.fda.gov/CMS_IA/importalert_1148.html
- Food and Drug Administration, FAO. 2003. Manual Para la Preparación y Venta de Frutas y Hortalizas Del campo al mercado. Boletín de servicios agrícolas de la FAO 151. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/y4893s/y4893s00.htm#Contents>
- Food and Drug Administration, FAO. 1997. Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas.
- García, C., Durga, G. 2012. Problemática Y Riesgo Ambiental Por El Uso de Plaguicidas En Sinaloa. *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable Ra Ximhai*, 8, 1–10.
- García, M. A., Muñoz, A. 1996. COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE RIEGO: ASPERSIÓN Y GOTEJO, EN REMOLACHA AZUCARERA. *Ingeniería del Agua*, 3.
- Hernández, J. 2003. “Crecimiento y desarrollo del cilantro (*Coriandrum sativum* L.) por efecto del fotoperiodo y la temperatura y su control con fitorreguladores. Tesis. Universidad Autónoma de Nuevo León. 194.
- Hernández, L. 1999. Problemas Relativos a La Calidad e Inocuidad de Los Alimentos y Su Repercusión En El Comercio. “Food, Nutrition and Agriculture”. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/X4390t/x4390t06.htm>.
- Jurado, P. 2007. Estrategias sobre el uso de excretas animales para la agricultura en México. *Ganadería Mexicana*. Disponible en http://www.ganaderia.com/ganaderia/home/impresion.asp?cve_art=322

- López, G., Magaña, N., y Vázquez, C. 2014. Componente de Agricultura Familiar Periurbana Y de Traspatio Cultivo de Cilantro. Carta tecnológica número 6. Programa integral de desarrollo rural, SAGARPA.
- Lugo, D., Ramírez, J., Méndez, J. y Peña, B. 2010. Redes sociales asimétricas en el sistema hortícola del valle de Tepeaca. *Economía, Sociedad y Territorio*, 10, 32, 207-230.
- Macías, A. M. 2013. Los pequeños productores agrícolas en México. *Carta Económica Regional*, 7–18.
- Morales, J P., B Brunner, L Flores., Martínez, S. 2011. “Cilantrillo Orgánico.” Hoja informativa. Proyecto de Agricultura Orgánica Z-NRCS-007. Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales. Estación Experimental Agrícola de Lajas p.p 1–8. <http://prorganico.info/cilantrillo.pdf>
- Norma oficial mexicana NOM-114-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la determinación de salmonella en alimentos. Disponible en: http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/publicaciones/guias/Guia_003.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO, y Organización Mundial de la Salud, OMS. 2004. “Segundo Foro Mundial FAO/OMS de Autoridades de Reglamentación Sobre Inocuidad de Los Alimentos.” pp 12–14.
- Organización Mundial de la Salud, OMS, and Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. 2007. Análisis de riesgos relativos a la inocuidad de los alimentos. Guía para las autoridades nacionales de inocuidad de los alimentos. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a0822s.pdf>.
- Organización Mundial de la Salud, OMS, and Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. 2003. “Calidad De Los Alimentos :” Garantía de la Inocuidad y Calidad de los Alimentos: Directrices para el Fortalecimiento de los Sistemas Nacionales de Control de los Alimentos: 1–94.
- Pachón, D. 2009. Tesis: Aislamiento, identificación y serotipificación de enterobacterias del género *Salmonella* en una población de *Crocodylus intermedius* y testudinos mantenidos en cautiverio en la estación de biología tropical Roberto Franco E.B.T.R.B de la facultad de ciencias- Universidad Nacional de Colombia en Villavicencio-Meta. Pontificia Universidad Javeriana.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, SAGARPA. 2016. “Blog Cilantro.” El cilantro: delicioso encuentro entre aroma y sabor. <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/el-cilantro-delicioso-encuentro-entre-aroma-y-sabor?idiom=es>.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, SAGARPA y Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria SENASICA. 2002. Manual de Calidad. Verificación Interna, POES y Registros para Unidades de Producción y Empaque de Frutas y Hortalizas.

Secretaría de Desarrollo Social, SEDESOL, 2010. Catálogo de localidades. Sistema de Apoyo para la Planeación del PDZP. Unidad de microrregiones dirección general adjunta de planeación micro regional. Disponible en: <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP. 2016. Avance de Siembras y Cosechas Resumen nacional por estado. Los Reyes de Juárez, Puebla. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do

Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, SENASICA.; Secretaria de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación SAGARPA. 2015. Alertas Y Rechazos de Productos Vegetales Por Presencia de Residuos de Plaguicidas.

Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, SENASICA. 2014. Acciones para reducir los riesgos de contaminación por microorganismos patógenos (*Cyclospora* spp., *Listeria* spp., *E. Coli* y *Salmonella* spp.), durante la producción, empaque y distribución de cilantro, para su comercialización dentro y fuera del país.

Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, SENASICA. 2014. Plan de acción preventivo cilantro. Acciones para reducir los riesgos de contaminación por microorganismos producción, empaque y distribución de cilantro, para su comercialización dentro y fuera del país.

Siller, J. H., Sañudo, M. A. B., Barajas, A. S y Sañudo, R. B. (2002). Manual de Buenas Prácticas Agrícolas. Buenas prácticas agrícolas para frutas y hortalizas frescas.

Solano, V. 2011. Incidencia de Microorganismos Eficientes Más Abonos Orgánicos En El Comportamiento Agronómico Del Cultivo de Cilantro (*Coriandrum Sativum*) En El Cantón La Maná. Ecuador, 1–69.

Tafur, M. 2009. La Inocuidad de Alimentos Y El Comercio. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 22(3): 330–38.
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3238132&info=resumen&idioma=SP>
[A](#)

Trinidad, A. 2014. Utilización de estiércoles. Fichas Técnicas sobre Actividades Agrícolas, Pecuarias y de Traspatio. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, SAGARPA.

Vargas, J. 2010. Diseño de Un Plan de Análisis de Riesgos Y Puntos Críticos de Control En El Proceso de Secado de Pimienta Gorda (Pimenta Dioica). Instituto Politécnico Nacional.

ANEXO 1. ARTÍCULO

SISTEMA DE PRODUCCION DEL CILANTRO EN PUEBLA Y SU IMPACTO EN LA INOCUIDAD

Verónica Tibaduiza-Roa¹, Arturo Huerta-de la Peña¹, Juan Morales-Jiménez¹, Ana María Hernández-Anguiano^{2*}, Érica Muñiz-Reyes³.

¹Colegio de Postgraduados, Boulevard Forjadores de Puebla N° 205, Santiago Momoxpan, Municipio San Pedro Cholula, Puebla, México. C.P. 72760. arturohp@colpos.mx

²Colegio de Postgraduados, Km 36.5 Carr México-Texcoco. Montecillo, Texcoco Estado de México. C.P. 56230. ahernandez@colpos.mx

³INIFAP-Campo Experimental Valle de México, Sanidad Forestal y Agrícola, Km 13.5 Carretera los reyes Texcoco, Coatlinchan, Texcoco, Estado de México. C.P 56250. muniz.eric@inifap.gob.mx

*Autora para correspondencia

RESUMEN

El cilantro (*Coriandrum sativum* L.) es una de las principales hortalizas producidas en el municipio de Los Reyes de Juárez Puebla. Sin embargo este cultivo ha sido objeto de alertas sanitarias por brotes de ciclosporiasis en USA por el consumo de cilantro de Puebla. Reconociendo su importancia económica y la necesidad de mejorar el sistema de producción este trabajo tuvo como objetivo registrar las actuales prácticas agrícolas en la producción de cilantro y analizar su impacto en la inocuidad del producto para identificar oportunidades de mejora. A partir de un listado oficial se seleccionaron mediante un muestreo simple aleatorio y varianza máxima 73 (n) productores a quienes se les aplicó un cuestionario para recabar información sobre las actividades que implementan durante la producción del cultivo. Se hicieron visitas a campo en el periodo de enero a septiembre para hacer observaciones oculares de dichas actividades. Los resultados indicaron que el actual sistema de producción tiene un fuerte impacto no solo en la inocuidad del producto sino también en la salud de las personas involucradas en las actividades agrícolas del cultivo por lo que requiere se implementen programas preventivos de contaminación.

Palabras clave: higiene / sanidad / riesgos / *Coriandrum /sativum*

INTRODUCCIÓN

La globalización y los cambios en los hábitos de alimentación han generado mayor movimiento y demanda de frutas y hortalizas frescas a nivel no solo nacional sino internacional. Sin embargo, en los últimos años se han registrado numerosos casos de rechazo de estos productos hortofrutícolas en los principales mercados consumidores por la detección de microorganismos patógenos de humanos así como de plaguicidas no permitidos o de concentraciones que rebasan los límites permitidos en estos productos (Piñeiro y Díaz, 2004). Como resultado de lo anterior los principales países productores y exportadores han tenido que adoptar sistemas de reducción de riesgo de contaminación en producción primaria y manejo postcosecha para garantizar suministros de productos hortofrutícolas frescos de calidad e inocuos y el bienestar de la población y la economía nacional (FAO, 2009).

En el año 2000 la Asamblea Mundial de la Salud aprobó una resolución en la que solicitó a la Organización Mundial de la Salud (OMS) y sus Estados Miembros que reconocieran la importancia de producir alimentos inocuos y de mantener esta característica a lo largo de la cadena de producción y manejo para salvaguardar la salud de las personas cuando los productos se consuman frescos o semiprocesados (FAO y OMS, 2004). La inocuidad se define como la garantía de que un alimento no causará daño a la salud cuando sea ingerido fresco o procesado (Avendaño *et al.*, 2006). Cabe destacar que la producción de productos hortofrutícolas inocuos en campo o en invernadero requiere conocimientos y capacitación por parte de los productores y de todas aquellas personas que intervienen en la producción y manejo de estos productos sobre el impacto de los diferentes factores ambientales en el cultivo, del buen uso de los insumos agrícolas y sobre las mejores prácticas de cultivo y de manejo, entre otros, para reducir o eliminar los peligros físicos químicos y biológicos que comprometan la inocuidad del producto.

En el estado de Puebla anualmente se cultivan 2,380.00 hectáreas de cilantro generando 71,400 empleos directos y 204,058 indirectos con un volumen de producción de 19,557.74 toneladas anuales, con un valor de producción de 48,535.95 millones (SIAP, 2014)

El estado de Puebla cuenta con regiones geográficas con condiciones ambientales óptimas para la producción agrícola, a cielo abierto, de diversos cultivos. Anualmente se cultivan 2,380.00 hectáreas de cilantro, solo esta actividad genera en el estado 71,400 empleos directos y 204,058 indirectos (CESAVEP, 2015). En el estado destaca la región agrícola de Los Reyes de Juárez, con 62% de su suelo dedicado a la producción de hortalizas y con una superficie sembrada de 2,970 ha exclusivamente para el cultivo de cilantro, De esta superficie, 2590 ha son de riego y registran una producción de 22,033.00 ton, valorada en \$53, 176,000.00 (SIAP, 2014). Aunque la mayor parte de la producción (70%) se comercializa a nivel nacional un porcentaje parte importante (30%) se exporta a los Estados Unidos de América, principal socio comercial de México.

En junio de 2016, la Administración de Medicamentos y Alimentos (FDA, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos de América, emitió la alerta de importación #24-23 relacionada con la detección sin examen físico del cilantro fresco proveniente del Estado de Puebla. Lo anterior como consecuencia del registro de brotes recurrentes durante los años de 2012 a 2015 de ciclosporiasis por el consumo de cilantro de Puebla, en ese país. La ciclosporiasis es una enfermedad causada por *Cyclospora cayetanensis*, parásito del grupo de los protozoarios que ocasiona prolongada y severa diarrea en las personas que consumen alimentos contaminados.

En inspecciones oficiales llevadas a cabo por las agencias nacionales y la FDA se registraron condiciones inaceptables durante la producción y el manejo postcosecha del cultivo de cilantro, en diferentes empresas y campos en el estado de Puebla. Entre estas condiciones destacaron la ausencia de instalaciones sanitarias y de lavado de manos, falta de higiene en instalaciones, equipos y materiales de empaque y fuentes de agua vulnerables a la contaminación (FDA, 2016).

Actualmente se carece de referencias bibliográficas en las que se indique y describa como se realizan las actividades y que insumos se utilizan en cada una de las etapas de producción del cilantro en Puebla. Por lo anterior y reconociendo la importancia que tiene la producción de cilantro en el estado por los numerosos empleos, directos e indirectos, y las divisas que genera para el país, este estudio tuvo como objetivos: 1) registrar las actuales prácticas agrícolas en la producción de cilantro en Los

Reyes de Juárez, Puebla para identificar las principales fuentes de contaminación que comprometen la inocuidad de las hojas de cilantro y 2) obtener una puntuación para los componentes básicos con potencial de riesgo de contaminación del producto. La información generada en este estudio es básica y relevante para implementar estrategias de reducción de riesgos de contaminación que comprometen la inocuidad del cilantro en el estado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y características climáticas del área de estudio.

Este trabajo se estableció en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla. Este municipio se sitúa a los 18° 57' de latitud norte y 97° 48' de longitud oeste; a una altitud de 2,100 msnm (INEGI, 2010). Colinda al norte con Tepeaca, al sur con Cuapiaxtla de Madero, al este con San Salvador Huixcolotla y Acatzingo, y al oeste con Tepeaca. El municipio cuenta con una superficie de 30.55 km² de los cuales 25.85 km² corresponden a superficie con uso de suelo para la agricultura. Se localiza en el Valle de Tepeaca, planicie que se extiende al centro de la meseta poblana y que se caracteriza por su suelo eminentemente calizo y por sus yacimientos de mármol (INAFED, 2010). El clima es predominantemente seco. Las temperaturas más altas se presentan durante la primavera y las más bajas en invierno con lluvias concentradas en verano.

Actividades agrícolas en la producción de cilantro

A partir de un listado oficial de 123 productores se seleccionaron mediante un muestreo simple aleatorio y varianza máxima 73 (n) productores a quienes se les aplicó un cuestionario para recabar información directa de las actividades agrícolas que implementan en la producción de cilantro. El listado oficial de registro de productores de cilantro fue proporcionado por la presidencia municipal de Los Reyes de Juárez y del Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Puebla (CESAVEP). El cálculo de tamaño de muestra n se hizo con la fórmula siguiente

$$n = (N Z^2_{\alpha/2} pq) / (N d^2 + Z^2_{\alpha/2} pq); \text{ donde,}$$

n= Tamaño de muestra

N= Tamaño de la población (123)

$Z_{\alpha/2}$ = Distribución normal estándar, representa el nivel de probabilidad de error (1.96)

d= Precisión (error máximo 0.08)

p= Probabilidad de éxito (varianza máxima 0.5)

q= Probabilidad de fracaso (varianza máxima 0.5)

Para la elaboración del cuestionario se utilizó como referencia los formatos de registros de verificación en campo, del Manual de Calidad: Verificación Interna, POES y Registros para Unidades de Producción y Empaque de Frutas y Hortalizas, del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA-SENASICA, 2002).

Factores de riesgos en la producción de cilantro

Con el propósito de coleccionar información directa sobre los factores de riesgo en la producción de cilantro en Los Reyes de Juárez se llevaron a cabo visitas a campo para hacer observaciones oculares durante el periodo de enero a septiembre de 2016. Durante las visitas a campo y las entrevistas se aplicó el cuestionario a cada uno de los 73 productores a quienes se les hicieron las mismas preguntas. Lo anterior para contar con información general y detectar los peligros químicos y microbiológicos, principalmente, a los que están expuestos durante las actividades de producción y de los riesgos potenciales de contaminación que afecten la inocuidad del cultivo. Asimismo para detectar áreas prioritarias que requieran de correcciones o mejoras inmediatas durante la producción de cilantro en la región. En los formatos se vaciaron datos generales de los productores relacionados con edad y nivel escolar así como datos de sus parcelas: tamaño, tipo de tenencia (ejidal o pequeña propiedad) y aplicación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). Se solicitó a los productores describir con detalle las actividades agrícolas realizadas desde la preparación del terreno hasta la cosecha y transporte del cilantro.

El cuestionario que se aplicó contenía preguntas para los componentes básicos siguientes. 1) Agua de Riego, especificando la fuente y distribución, el mantenimiento de los pozos de agua y elaboración de análisis de agua. 2) Fertilización y Aplicación de Plaguicidas, en este caso se registró, productos más

aplicados, conocimiento y manejo de agroquímicos usados para la producción del cilantro. 3) Suelos, donde se indagó sobre los usos del suelo, contaminación química y biológica potencial e historial de los lotes. 4) Estiércol y Biosólidos Municipales, para identificar el uso, aplicación y manejo de abonos orgánicos. 5) Higiene y Sanidad del Trabajador para contar con información sobre su conocimiento en normas básicas de higiene, uso y aplicación de agroquímicos. Y, 6) Cosecha y Transporte en Campo para conocer si se toman medidas de prevención de contaminación del producto. En cada visita a campo se registraron las situaciones particulares encontradas y la evaluación de cada uno de los componentes se expresó en función de la relación entre los puntos obtenidos y los puntos totales de referencia para campo (325 puntos totales). Las categorías se clasificaron como se ilustra en el Cuadro

Cuadro 1. Clasificación de las categorías para la interpretación de resultados obtenidos en la producción de cilantro en campo.

Porcentaje*	Calificación
< del 80	No satisfactorio
80 al 84	Mínimo satisfactorio
85 al 89	Satisfactorio
90 al 94	Excelente
95 al 100	Superior

*Relación entre los puntos obtenidos y los puntos totales (325 puntos) en campo (SENASICA-SAGARPA, 2002).

Análisis estadístico. Para el tamaño de muestra se estableció una varianza máxima ($p= 0.5$ y $q= 0.5$), una tolerancia (error absoluto) de 0.08 y un nivel de confianza de 95% ($\alpha= 0.05$). Los datos de las encuestas se analizaron con el paquete estadístico SPSS versión 22 (2013) y estadística descriptiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actividades agrícolas y factores de riegos en la producción de cilantro

Como resultado de las visitas a campo y del análisis de las respuestas dadas por cada uno de los 73 productores a quienes se les aplicó el cuestionario se encontró que la mayoría de las personas dedicadas a la producción de cilantro en la región de los Reyes de Juárez, Puebla son hombres (87.7%); y en menor número las mujeres (12.3%), quienes participan solo durante la siembra, escardada y

cosecha. Las entrevistas indicaron que el nivel de educación de los productores de cilantro es en su mayoría de medio a básico: 27.4% de las personas tienen estudios de primaria, 39.7% de secundaria, 30.1% de preparatoria y 2.7% de universidad. Cuando se abordó sobre las características de las unidades de producción, el 56.2% de las personas comentó que cuentan con parcelas (terrenos) menores a 0.5 hectáreas, donde el 64.4% de la mano de obra utilizada para el desarrollo del cultivo es de tipo familiar y 35.6% por contrato a trabajadores. Los terrenos son propios o de sus familiares y ninguno es de renta para la producción de cilantro. Con relación a la aplicación de las BPA, el 41% de los productores indicó que ha recibido información y capacitación en temas relacionados con BPA e implementación de un Programa de Buen Uso y Manejo de Agroquímicos (BUMA); sin embargo, durante las entrevistas no especificaron si los conocimientos adquiridos los aplicaban en la producción del cultivo.

Se encontró que en los Reyes de Juárez, Puebla, la producción de cilantro se concentra entre los meses de febrero a septiembre, básicamente durante las estaciones de primavera y verano. El ciclo de producción de cilantro en la región tiene una duración de 60 a 70 días pero si es en invierno, este se puede incrementar de 10 a 15 días dependiendo de las condiciones ambientales. Como resultado de las observaciones hechas durante las visitas a campo y con la información proporcionada por los productores durante las entrevistas se encontró que el sistema de producción de cilantro consta de las prácticas que se describen, en general, en la Figura 1. A continuación se da información sobre cada una de ellas y de su potencial impacto en la inocuidad del producto

Preparación del terreno. La preparación del terreno se lleva a cabo con yunta de animales de tiro (equinos, mulares, asnales) para barbechar, rastrear y surcar. Esta actividad también incluye la nivelación del terreno con curvas a nivel. La preparación del terreno se inicia a finales de febrero y tiene una duración de medio día.

Siembra. La siembra es de forma manual, a una distancia aproximada de 20 cm, a doble hilera en un diseño “tres bolillo” colocando en cada golpe un número indeterminado de semillas. Las variedades de semillas más usadas en la región son Pacífica® y Caloro®. Esta actividad se da al segundo día como

máximo, después de preparar el terreno, con mano de obra familiar, requiriendo entre 6 y 8 h de trabajo.

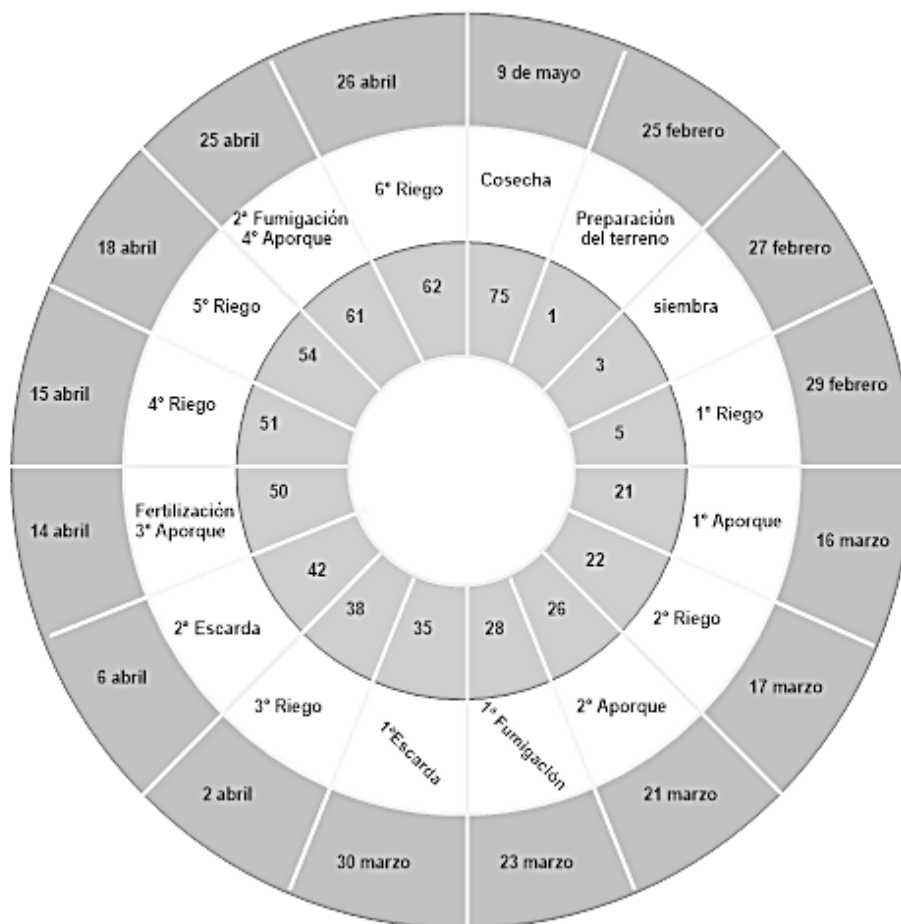


Figura 1. Diagrama de prácticas realizadas durante la producción de cilantro, en Los Reyes de Juárez, Puebla. El círculo interno en gris indica el día en que se hace la actividad; el blanco medio, la actividad agrícola; y el externo gris, la fecha en el calendario. Los días y meses indicados son aproximados.

Riego. La producción de cilantro en la región es de riego por rodado con agua proveniente de pozos. Dependiendo de la época y de las condiciones ambientales, se pueden requerir entre 6 y 11 riegos durante el ciclo del cultivo. En la región se cuenta con 46 pozos de agua para riego, los cuales tienen una profundidad aproximada de 60 m. El agua se distribuye en forma entubada (en el 83.6% de los casos) y en menor porcentaje (16.4%) a través de canales revestidos descubiertos. El recorrido del

agua, del pozo al lote, es en gran parte en forma entubada; sin embargo, al llegar al lote es por medio de canales abiertos. Es decir el agua que llega directamente al lote se mueve por gravedad a través de los surcos recorriendo todo el cultivo. Cada productor tiene diferente día de riego y los surcos y canales están diseñados de tal manera que solo un lote sea regado, actividad que toma un tiempo aproximado de dos horas. Cada productor se encarga de desviar el agua dentro de su cultivo utilizando costales con tierra y palas para ir abriendo surcos a través de los cuales se distribuye el agua por todo el lote. Aproximadamente se dan tres riegos durante los primeros 30 a 40 días después de la siembra (dds); el primer riego a los 2-5 dds; y los dos siguientes, entre los 22 y 38 dds. Un sobre riego se puede dar entre los 9 y 11 dds, cuando ya ha germinado (“tronado”) la semilla, para ablandar la capa superficial del terreno y permitir la emergencia y establecimiento de la planta. Entre los 50 y 70 dds se aplican los siguientes tres riegos considerando la velocidad del viento, la humedad relativa y el nivel del surcado. Esto último refiriéndose a si está cargado o colgado el inicio o final del surco, respectivamente.

El 60% de los productores indicó que no realizan análisis de laboratorio al agua de riego pero el 100% de los productores afirmó que las tuberías se encuentran en buen estado sin fugas o daños que permitan la entrada de posibles contaminantes al agua. Sin embargo, debido a que el agua de riego se distribuye, en algunos tramos o ingresa al lote sobre el suelo, las oportunidades de contaminación en su trayecto, de la fuente de agua al cultivo de cilantro, son numerosas dado que es común que el ganado pague cerca de los terrenos de cultivo. Es decir se tiene un riesgo alto de contaminación del agua para el riego del cilantro en la región esto aunado a que el 58% de los productores reportaron que debido a que no existen barreras que limiten el acceso de animales como ganado, perros y caballos estos tienen acceso directo a las fuentes de agua.

Cabe señalar que el agua de riego se considera como la principal fuente de contaminación microbiológica de productos hortofrutícolas (Acedo *et al.*, 2009; y Salgado y Vallejo, 2015). En México, Acedo-Félix y colaboradores (2009) reportaron la presencia de *Salmonella* en muestras de cilantro provenientes de campo y en Ecuador el cilantro se encuentra entre las hortalizas de consumo

en fresco como portadora de enterobacterias causantes de enfermedades gastrointestinales (Salgado y Vallejos, 2015).

Mantenimiento del cultivo.

Entre las prácticas comunes de mantenimiento del cilantro se encontraron las siguientes.

Aporque.- Esta actividad la implementan los productores después de cada riego introduciendo rejas o discos metálicos (arado metálico) para aflojar el suelo y permitir la oxigenación de la raíz de la planta. También la establecen después de aplicar abono o fertilizantes con la finalidad de amontonar el suelo a la raíz o bien para dar soporte a la planta. Esta actividad la llevan a cabo con animales de tiro (equinos, mulares, asnales). En general durante el ciclo de cultivo el productor da entre 3 y 4 aporques; principalmente, después de los primeros riegos o de haber fertilizado y fumigado el cultivo.

Escarda. Los productores dan dos escardas entre los 35 y 45 dds. Las hierbas que nacieron entre el cultivo de cilantro las arrancan manualmente con ayuda de una herramienta metálica, de forma triangular, o bien con el arado arrastrado por animales. Esto según lo indicaron para ahorrar en pago de mano de obra.

Fumigación. Los productores dan generalmente dos aplicaciones con agroquímicos que contienen como ingrediente activo al Carbofuran (2,3-dihidro-2,2-dimetil-7-benzofuranil-metil carbamato) y al Metomilo (S-Metil-N-[(metilcarbamoil)oxi]tioacetamidato), para el control de plagas y enfermedades. Específicamente aplican Tiofanato metílico (Dimetil-4,4-O-Fenilenbis (3-tioalofanato) (300 g/200 L de agua) para el control de la enfermedad conocida como “secadera” y Furadan®, que es una presentación comercial de Carbofuran (330 mL/200 L de agua) para el control de insectos (áfidos) fitopatógenos. La primera aplicación la hacen aproximadamente a los 28 dds y la segunda a los 60 dds. Algunos productores mencionaron dar una fumigación preventiva con productos a base de cobre y azufre para el control de enfermedades fungosas (“damping off”) ocasionadas por especies de *Phytophthora* y *Fusarium*.

El 100% de los productores entrevistados afirmó aplicar plaguicidas autorizados por La Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COPEFRIS); sin embargo, los productores

dijeron también desconocer los listados de plaguicidas aprobados por esta agencia regulatoria para el cultivo de cilantro. Consideran que los productos que aplican están autorizados únicamente porque estos se encuentran disponibles a la venta sin ninguna restricción en las agrotiendas. En observaciones hechas en campo se encontró que se aplican algunos productos no registrados y autorizados para las plagas que se intenta controlar en el cultivo de cilantro. Entre estos destacó el Furadan®, producto utilizado por el 100% de los productores entrevistados. Según COPEFRIS (2004) en su catálogo de plaguicidas autorizados disponible en línea, el cilantro no se encuentra referenciado como cultivo en el cual se permite el uso de este pesticida. El carbofurano o carbofurán es un plaguicida sistémico utilizado como insecticida acaricida y nematocida de amplio espectro.

Fertilización. Los productores en la región dan hasta dos aplicaciones de fertilizantes con productos químicos al cultivo. La fertilización depende de la economía del productor así como de las condiciones ambientales (precipitación y temperatura). La totalidad de los productores indicaron que la fertilización del cultivo la hacen con amonitro, 18-46, sulfato de amonio; y varios de ellos (81%) complementan la fertilización química con abonos orgánicos de producción avícola (pollinaza). La aplicación de pollinaza la realizan manualmente y al voleo en el fondo del surco para luego ser incorporada por medio del aporque, con la ayuda de tracción animal. La fertilización se hace entre los 35 y 50 dds.

Aunque los productores indicaron que no realizan aplicaciones de estiércol fresco en el cultivo de cilantro desconocen si el abono orgánico que aplican está bien composteado. También dijeron desconocer sobre el proceso de compostaje así como de disposición de hojas de especificación del tratamiento recibido a la pollinaza para cumplir con lo requerido en el componente Estiércol y biosólidos municipales (EBM).

En campo se observó que los productores y las personas que los apoyan, aparentemente, no cuentan con las habilidades para la preparación y aplicación de los productos químicos ni con el equipo de protección personal (cubre bocas, guantes, entre otros) y de aplicación de plaguicidas. Por ejemplo, las personas pueden absorber el Furadan® por inhalación, por ingestión, por la piel y a través de los ojos. La Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (EPA) afirma que es altamente

toxico y genera riesgos importantes en la salud, pues puede no solo generar irritaciones en la piel, sino también afectar el sistema respiratorio, aparato digestivo, sistema nerviosos central, aparato reproductor masculino y causar afecciones musculares. Adicional a los daños en la salud humana, el Furadan® también presenta riesgos preocupantes para las especies acuáticas, para pájaros, mamíferos e invertebrados (RAP-AL, 2005).

En campo también se encontró que el almacenamiento de fertilizantes y plaguicidas no se realiza de forma separada ni en un lugar apropiado, los equipos no se calibran ni se atienden las recomendaciones de dosificación por lo que es posible que se estén aplicando dosis mayores de estos productos. En general se resume que los productores de la región no aplican medidas que permitan prevenir la contaminación del cultivo de cilantro, daños a la salud de las personas involucradas en su producción, de los consumidores y al ambiente.

Cosecha. La cosecha de cilantro se hace manualmente a los 60-90 dds y en un solo corte. Después de arrancar toda la mata, se atan manojos de aproximadamente 50 g en forma manual y los manojos (60 manojos) se colocan en cajas de plástico de 20 kg, aproximadamente, sin cubierta. Las cajas con los manojos se colocan una encima de otra para su transporte al destino final. De acuerdo a SIAP (2013) el rendimiento reportado para el cultivo de cilantro en el municipio es de 5.7 Ton /Ha; sin embargo, uno de los productores entrevistados comentó haber cosechado 0.15 Ton, equivalente a 3 mil manojos, en un cuarto de hectárea.

Previo o durante la cosecha y el transporte no es común que se realicen procesos de sanitización y limpieza de las herramientas utilizadas en la producción ni en las cajas o elementos utilizados para colocar los manojos de cilantro ni en los vehículos en los que se transportara el producto cosechado. El 16.4% de los productores declaró utilizar las cajas así como los vehículos para acarrear y transportar productos diferentes al cilantro o para otros fines.

De acuerdo a la información registrada durante las entrevistas aplicadas a los productores, así como de las observaciones oculares en campo, las unidades de producción de cilantro se ubicaron dentro de la categoría de No satisfactorio, con calificaciones menores al 80%. Las calificaciones registradas fueron

con valores negativos con un puntaje promedio de -69.2 puntos, con intervalo de -35.4 como máximo y -95.4 puntos como mínimo. La mayoría de las unidades se encontraron con valores de o menores a -35.73. Es decir ninguna unidad de producción se encontró dentro de las calificaciones óptimas de calidad (Figura 2). Lo anterior indica que las oportunidades para que el cilantro fresco llegue a contaminarse por agentes químicos y/o biológicos son numerosas lo que representa un riesgo elevado no solo para a la salud de los mismos productores durante la producción del cultivo sino también para los consumidores de este producto hortícola.

Al analizar cada componente por separado se encontró que el de Higiene y Salud del Trabajador (HST), seguido del de Fertilización y Aplicación de Plaguicidas (FP) se encontraron como los de mayor incumplimiento de las BPA y en las que se deberán aplicar acciones inmediatas correctivas. Aunque con valor bajo, el componente de Agua de Riego (AR) fue el único que registró un valor positivo (Figura 3).

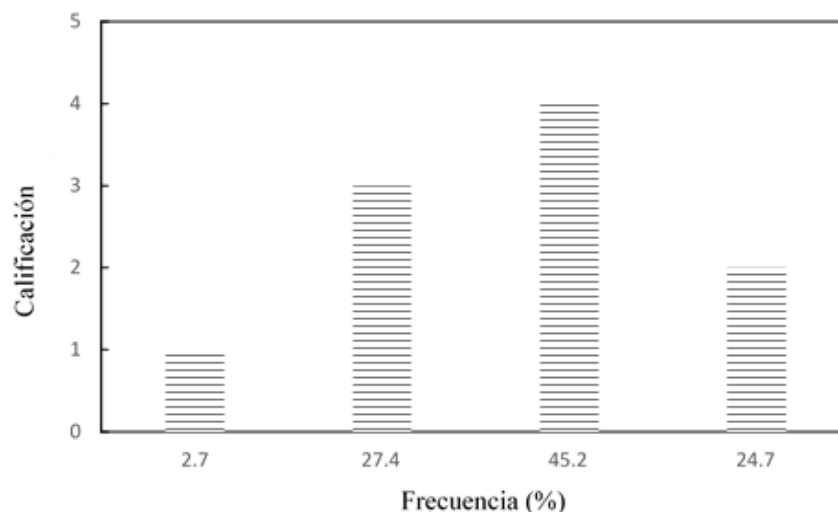


Figura 2. Calificación registrada por las unidades de producción de cilantro, en Los Reyes de Juárez, en los componentes de calidad durante el periodo de invierno-primavera de 2016. La frecuencia es en relación al total de unidades (73 n) visitadas. Valor de la calificación: 1= -95.4 a -75.4; 2= -75.4 a -55.4; 3= -55.4 a -35.4; 4= -35.73 a 0.

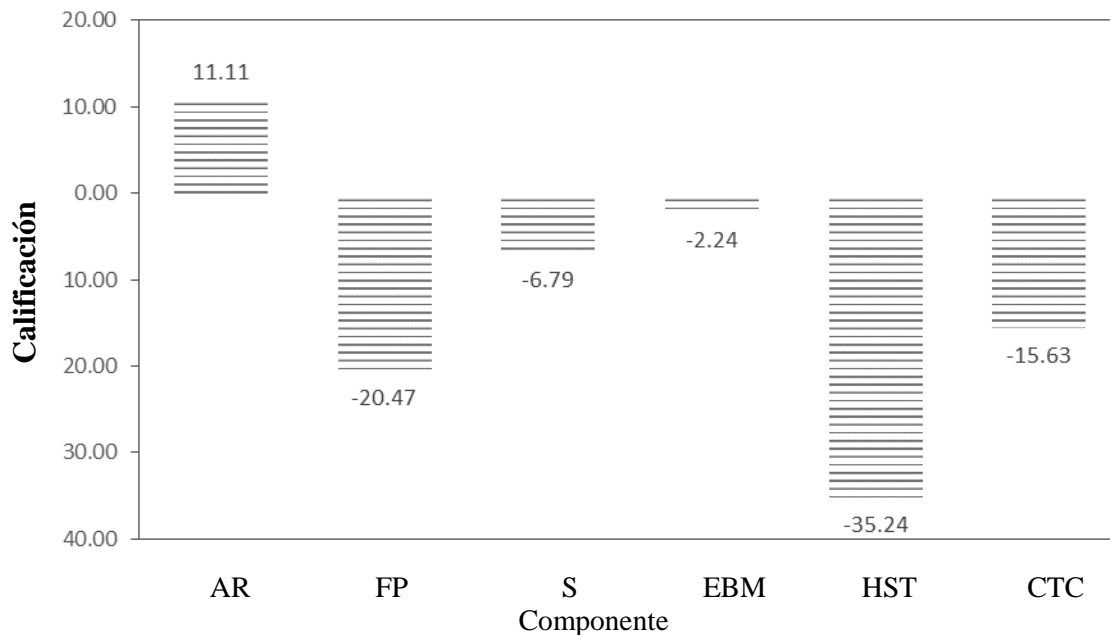


Figura 3. Puntajes registrados por los componente del proceso de producción de cilantro bajo el formato del Manual de Calidad (SAGARPA-SENASICA, 2002). AR: Agua de riego; FP: Fertilización y aplicación de plaguicidas; S: Suelos; EBM: estiércol y bioinsumos municipales; HST: Higiene y sanidad del trabajador; CT: Cosecha y transporte.

Se encontró que el 61.6% de los productores carece de acceso a agua potable en sus lotes de producción para satisfacer sus necesidades básicas y de lavado de manos, teniendo en cuenta que, en general, las labores del cultivo se realizan manualmente. Así mismo no cuentan con un área destinada para el consumo de alimentos, actividad que hacen en los bordes del lote, ni sanitarios cercanos a su lugar de trabajo. También se registró que tanto los productores como las personas de apoyo visten inapropiadamente; el 85% de las personas utiliza zapatos descubiertos. La falta de lavado de manos, la manipulación directa del producto durante la cosecha y el trabajo con animales son factores que incrementan el riesgo de contaminación microbiológica de los manojos de cilantro para consumo en fresco.

En la Cuadro 2 se indican las principales observaciones registradas durante las visitas a campo relacionadas con los peligros físicos, químicos y biológicos que deberán atenderse prioritariamente para mejorar el sistema de producción de cilantro y por ende obtener un producto inocuo.

Cuadro 2. Fuentes de peligros asociados a las actividades agrícolas registrados durante las visitas a campo que comprometen la inocuidad del cultivo de cilantro en Los Reyes de Juárez, Puebla.

Actividad	Físicos	Químicos	Microbiológicos
Preparación del terreno	Envases, etiquetas y basura en bordes de lotes y caminos		Actividad con animales, presencia de excremento animal y basura diversa
Siembra manual	Piedras, envases, costales		Manos sin lavar Implementos sucios
Riego			Agua sobre suelo, basura y presencia de animales
Aporque y escarda			Manos sin lavar, actividad con animales Implementos sucios
Control de plagas y enfermedades	Envases, etiquetas y basura en bordes de lotes y caminos	Agroquímicos no autorizados	
Cosecha			Manos sin lavar Implementos sucios

En la región de estudio se registró que tiene un uso de suelo (S) 100% agrícola pero ningún productor cuenta con historial documentado de las prácticas agronómicas realizadas previamente. Lo anterior es relevante ya que para asegurar un manejo adecuado del terreno es importante conocer las actividades

previas y las que se realizan en lugares adyacentes al terrero para asegurar que no existen riesgos de contaminación que puedan permanecer en el suelo o ser transportados de lotes cercanos.

Los peligros registrados en el Municipio de Los Reyes de Juárez implican un alto riesgo para la salud no solo de los productores y de quienes participan en las actividades del cultivo sino de los consumidores de cilantro por el uso de agroquímicos no autorizados para el cultivo. Entidades de gobierno como SAGARPA-SENASICA a través de los Comités Estatales de Sanidad Vegetal promueven, a través de cursos de capacitación, la aplicación de las BPA entre los productores de los diversos cultivos que se producen en México. Sin embargo, estas acciones pueden tener poco impacto en los sistemas de producción por los diversos patrones socioculturales y económicos de la agricultura mexicana entre otros. Lo anterior representa un grave inconveniente, como lo es en la región del presente estudio, para la implementación de las BPA en la producción de productos hortofrutícolas inocuos (SAGARPA, 2010). Evidencia de lo anterior son las numerosas alertas sanitarias emitidas por la FDA, organismo regulador científico responsable de la seguridad de los Estados Unidos de América, por la detección de productos hortofrutícolas contaminados y por la afectación a numerosas personas por el consumo de esos productos. Por citar algunos ejemplos, de 2008 a 2009 la FDA emitió numerosas alertas sanitarias por presencia de microorganismos como *Salmonella* y detección de plaguicidas no autorizados o de límites rebasados en diversos productos hortofrutícolas provenientes de México. Tan solo durante el periodo de 2011 a 2013 esta misma agencia emitió 97 alertas sanitarias en el producto chile por presencia de microorganismos y plaguicidas; y en el 2014, ocho alertas por presencia de plaguicidas en chile jalapeño, habanero, pasilla y Bell para consumo en fresco (FDA, 2015).

Por su parte Humayun y Rainis (2013), mencionan que el uso común de pesticidas representa un reto importante en el intento de lograr sistemas agrícolas sostenibles. Los sistemas de producción basados en el manejo integrado de plagas (MIP) pueden reducir el uso de plaguicidas en gran medida sin causar daño al medio ambiente y contribuir a la obtención de buenos rendimientos (Humayun y Rainis, 2013) Mientras que Tabares y López (2011) reportan que 22.3% de los productores de una importante zona

hortícola en Antioquia, Colombia sufrieron algún tipo de intoxicación por plaguicidas en su vida laboral; lo anterior, asociado a la falta del uso de equipo de protección como gorra, sombrero, guantes y caretas entre otros (Tabares y López. 2011). A pesar de conocer los riesgos a la salud, los productores o trabajadores de campo manipulan directamente los plaguicidas durante su preparación y aplicación al cultivo sin tomar ninguna medidas preventiva (Montoro *et al.*, 2009) como lo que se registró en este estudio en el cultivo de cilantro.

CONCLUSIONES

El sistema actual de producción del cultivo de cilantro en Los Reyes de Juárez, Puebla, se da entre los meses de febrero a septiembre y consta de las siguientes practicas comunes 1) preparación del terreno; 2 siembra directa; 3) riego con agua de pozo; 4) mantenimiento del cultivo (aporque, control de plagas y enfermedades, escarda y fertilización) con animales de tiro y 5) cosecha manual. Sin embargo el sistema requiere se implementen, de manera inmediata, actividades que reduzcan su impacto en la salud de las personas involucradas en el cultivo y se eliminen los peligros químicos y microbiológicos de contaminación del producto. La implementación de programas como el Programa de Buen Uso y Manejo de Agroquímicos (BUMA) y del Sistema de Reducción de Riesgos de Contaminación (SRRC) en producción primaria se encuentran entre las estrategias operativas inmediatas para resolver los problemas de inocuidad registrados durante la producción y cosecha del cilantro. Específicamente en lo relacionado con la Higiene y Salud del Trabajador, seguido del de Fertilización y Aplicación de Plaguicidas. Lo anterior para lograr la producción inocua de cilantro y acceder a mercados altamente competitivos en aspectos de calidad e inocuidad.

BIBLIOGRAFÍA

Acedo, E.; Núñez, Y.; Pérez M., R., Iñiguez, C. M., y Castillón, L. 2009. Caracterización polifásica de *salmonella* spp. aislada de campos agrícolas de melón (*cucumis melo*) y cilantro (*coriandrum*). *Interciencia*, 34(6), 419–423.

Avendaño, B.; Schwntesius, R.; y Lugo, S. 2006. El impacto de la iniciativa de inocuidad alimentaria de Estados Unidos en las exportaciones de hortalizas frescas del noroeste de México. *Región Y Sociedad*, 18(36), 7–36. Retrieved from <http://www1.lanic.utexas.edu/project/etext/colson/36/1.pdf>

Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Puebla (CESAVEP). 2015. Manejo fitosanitario del cilantro. Disponible en: http://www.cesavep.org/campanias/MFCIL/mfcil_int.html

Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios COPEFRIS. 2004. Catálogo de plaguicidas.

<http://www.cofepris.gob.mx/AZ/Paginas/Plaguicidas%20y%20Fertilizantes/CatalogoPlaguicidas.aspx>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2009. La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050. Foro de expertos de alto nivel. Roma, Italia. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-as171s.pdf>

FAO Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y OMS Organización Mundial de la Salud. 2004. Establecimiento de sistemas eficaces de inocuidad de los alimentos; In: Segundo foro mundial FAO/OMS de autoridades de reglamentación sobre inocuidad de los alimentos. 12–14. FAO. (Ed). Roma, Italia. 26pp.

FDA (Food and Drug Administration). 2016. Import Alert 24-23 Detention without physical examination of fresh cilantro from the state of Puebla, Mexico Seasonal (April 1 - August 30). Retrieved from http://www.accessdata.fda.gov/CMS IA/importalert_1148.html

FDA 2015. <http://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements>. Fecha de consulta Noviembre, 2015

Humayun, M. y Rainis, R. 2013. Determinants and methods of integrated pest management adoption in Bangladesh: An environment friendly approach. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 7(2), 99–107.

INAFED Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. 2010. Los Reyes de Juárez, Puebla. SEGOB Secretaría de Gobernación. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México.

Montoro, Y.; Moreno, R.; Gomero, L. y Reyes, M. 2009. Characteristics of the Use of Chemical Pesticides and Health Risks in Farmers in the Central Highlands of Peru. *Revista Peruana de Medicina Experimental Y Salud Pública*, 26(4), 466–472. <http://doi.org/10.17843/RPMESP.2009.264.1409>

Piñeiro, M. y Díaz, L. B. 2004. Mejoramiento de la calidad e inocuidad de las frutas y hortalizas frescas: un enfoque práctico. Manual para multiplicadores. Servicio de Calidad de los Alimentos y Normas Alimentarias (ESNS) Dirección de Alimentación y Nutrición. FAO (Ed). Roma, Italia. 123p. Retrieved from ftp://ftp.fao.org/es/esn/food/manualfruits_es.pdf

Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas de América Latina RAP-AL. Plaguicidas con prontuario. Retrieved from http://www.rap-al.org/articulos_files/Carbofurano_Enlace_83.pdf

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria SENASICA y Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación SAGARPA. 2002. Manual de Calidad: Verificación Interna, POES y Registros para Unidades de Producción y Empaque de Frutas y Hortalizas.

SAGARPA Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2010. Diagnóstico de las necesidades de infraestructura estratégica para impulsar el mercado de exportación de Guayaba. Productores y empaques exportadores de guayaba de México, A.C. 271.

Salgado, D. C. y Vallejos, N. G. 2015. Diagnóstico de indicadores entéricos en cilantro (*Coriandrum sativum*) y perejil (*Petroselinum sativum*) que se expenden en mercados populares del norte de la ciudad de Quito (Diagnostic of enteric indicators in coriander (*Coriandrum sativum*) and par, 45–54.

Tabares, J.C. y López, Y. L. 2011. Salud y riesgos ocupacionales por el manejo de plaguicidas en campesinos agricultores, municipio de Marinilla, Antioquia, 2009. Health and Occupational Risks due

to Pesticide Handling among Agricultural Workers in Marinilla, Antioquia, 2009., 29(4), 432–444.

Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=83287919&lang=es&site=ehost-live>