



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS PUEBLA

POSTGRADO EN ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL

**PARASITOIDES ASOCIADOS AL GUSANO SOLDADO
(*Spodoptera exigua* Hübner) Y CONOCIMIENTO CAMPESINO
DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ESPINACA (*Spinacea
oleracea* L.) EN LOS REYES DE JUÁREZ, PUEBLA**

MAYTHED PERZABAL RAMOS

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRA EN CIENCIAS

PUEBLA, PUEBLA

2016



SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN
CAMPUS PUEBLA

COLEGIO DE POSTGRADUADOS

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

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 **Maythed Perzabal Ramos**, 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. Engelberto Sandoval Castro**, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis: **Parasitoides asociados al gusano soldado (*Spodoptera exigua* Hübner) y conocimiento campesino del sistema de producción de espinaca (*Spinacea oleracea* L.) en Los Reyes de Juárez, Puebla** 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, Agosto del 2016

Maythed Perzabal Ramos

Dr. Engelberto Sandoval Castro

Vo.Bo. Profesor Consejero

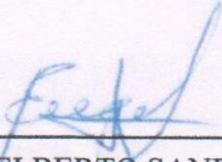
La presente tesis, titulada: **Parasitoides asociados al gusano soldado (*Spodoptera exigua* Hübner) y conocimiento campesino del sistema de producción de espinaca (*Spinacea oleracea* L.) en Los Reyes de Juárez, Puebla**, realizada por la alumna: **Maythed Perzabal Ramos**, bajo la dirección del Consejo 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. ENGELBERTO SANDOVAL CASTRO

ASESOR:


DR. ARTURO HUERTA DE LA PEÑA

ASESOR:


DR. RODOLFO FIGUEROA BRITO

ASESOR:


DR. FERNANDO BAHENA JUÁREZ

Puebla, Puebla, México, 2016

PARASITOIDES ASOCIADOS AL GUSANO SOLDADO (*Spodoptera exigua* Hübner) Y
CONOCIMIENTO CAMPESINO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ESPINACA
(*Spinacea oleracea* L.) EN LOS REYES DE JUÁREZ, PUEBLA

Maythed Perzabal Ramos, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2016

El gusano soldado (*Spodoptera exigua* Hübner) es una plaga importante en espinaca y otras hortalizas en Los Reyes de Juárez. Con el uso excesivo de insecticidas ha desarrollado poblaciones resistentes; haciendo vulnerables a los enemigos naturales, entre estos a los parasitoides. El estudio se realizó en cultivos de espinaca dentro de la Localidad Los Reyes de Juárez, se obtuvieron larvas de diferentes instares; llevada a laboratorio para el término de su desarrollo o presencia de parasitismo. En total se colectaron 3441 larvas de *S. exigua*, 574 parasitadas, obteniendo 288 adultos para la identificación. Las especies identificadas fueron: *Campoletis sonorensis* (Hymenoptera: Ichneumonidae); *Chelonus insularis* (Hymenoptera: Braconidae); *Pristomerus spinator* (Hymenoptera: Ichneumonidae); *Cotesia sp.* (Hymenoptera: Braconidae); *Mesochorus sp* (Hymenoptera: Ichneumonidae) y (Diptera: Tachinidae). El porcentaje de parasitismo total para la localidad fue de 27.71% y de cada especie fue: *Campoletis sonorensis* 7%, *Chelonus insularis* 3.04%, *Pristomerus spinator* 1.9%, *Cotesia sp* 1.3%, Tachinidae 7% y *Mesochorus sp* 0.05%. *Campoletis sonorensis* fue el más abundante con 50% encontrándose en todos los sitios muestreados. En cuanto a mortalidad de las larvas se encontró que el 29.5% fue ocasionado por parasitoides, 35.7% por virus, 25% hongos y 34.5% muerte desconocida. Adicionalmente, se aplicaron 67 cuestionarios a productores de espinaca para su caracterización y registrar información sobre el conocimiento que existe en el manejo del cultivo y del gusano soldado. La espinaca se cultiva a cielo abierto, con sistema de riego rodado, manejando trece variedades híbridas de espinaca, las cuales han tenido aceptación por adaptarse a la región y presentar las características solicitadas por el mercado. El control de *S. exigua* sigue siendo por medio de insecticidas de síntesis química, sin algún tipo de protección por parte del productor.

Palabras clave: *Campoletis sonorensis*, *Chelonus insularis*, conocimiento, *Cotesia sp*, *Mesochorus*, *Pristomerus spinator*, Tachinidae

PARASITOIDS ASSOCIATED TO ARMYWORM (*Spodoptera exigua* Hübner) AND
FARMER KNOWLEDGE OF THE SPINACH (*Spinacia oleracea* L.) PRODUCTION
SYSTEM IN THE REYES DE JUÁREZ, PUEBLA

Maythed Perzabal Ramos, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2016

The armyworm (*Spodoptera exigua* Hübner) is an important pest in spinach and other vegetables in Los Reyes de Juarez. With excessive use of insecticides it has developed resistant populations; making them vulnerable to natural enemies, among them the parasitoids. The study was conducted in spinach crops in the locality of Los Reyes de Juarez, larvae in different instar were collected and taken to the laboratory for its full development or presence of parasitism. A total of 3441 *S. exigua* larvae, parasitized 574 were collected, obtaining 288 adults for the identification. The species identified were *Campoletis sonorensis* (Hymenoptera: Ichneumonidae); *Chelonus insularis* (Hymenoptera: Braconidae); *Pristomerus spinator* (Hymenoptera: Ichneumonidae); *Cotesia sp.* (Hymenoptera: Braconidae); *Mesochorus sp* (Hymenoptera: Ichneumonidae) and (Diptera: Tachinidae). The total percentage of parasitism for the group was 27.71% for each species it was: *Campoletis sonorensis* 7%, 3.04% *Chelonus insularis*, *Pristomerus spinator* 1.9%, 1.3% *Cotesia sp*, Tachinidae sp 7% and *Mesochorus* 0.05%. *Campoletis sonorensis* which was the most abundant specie with 50% being present in all sampled sites. As for larval mortality it was found that 29.5% caused by parasites, 35.7% viruses, 25% fungi and 34.5% death unknown. In addition, 67 questionnaires were applied to spinach growers for characterization and recorder information of crop management and armyworm. Spinach is cultivated in field, with furrow irrigation system, they use 13 spinach hybrids varieties which had a good adaptation to the region conditions and have good acceptance in the market the *S. exigua* control is by chemical synthesis insecticides, without any protection by the producer.

Keywords: *Campoletis sonorensis*, *Chelonus insularis*, *Cotesia sp*, knowledge. *Mesochorus*, *Pristomerus spinator*, Tachinidae,

DEDICATORIA

A mis padres por el apoyo incondicional, por sus ánimos, por su gran ejemplo y por su gran amor incondicional.

A la memoria de mi padre y gran amigo el Sr. David Perzabal Martínez quien aún me cuida y sé que está conmigo, porque siempre tuviste una palabra de amor y consuelo, por amarme tanto, gracias papá.

A mi querido hijo, Adrián Romeo, quién ha sido una luz en mi vida, por su apoyo y fuerza, te amo desde antes de que nacieras y te amo infinitamente por ser mi motor, y porque contigo entendí que dos cabezas piensan mejor que una y que dos corazones arman y construyen un mejor futuro.

A mi amado esposo Jesús Adrián por soñar y crecer conmigo, por apoyarme y por siempre acompañarme en nuevas aventuras y desafíos.

A mis dos grandes familias: Perzabal Ramos y Otero Cruz que cerca o lejos me apoyan y sostienen a todos les amo y muchísimas gracias por todo.

AGRADECIMIENTOS

A los miembros de mi consejo particular:

Dr. Engelberto Sandoval Castro, por sus consejos, apoyo incondicional y por la gran paciencia que me ha tenido.

Dr. Arturo Huerta de la Peña, por la oportunidad de trabajar con usted, por todas las enseñanzas tanto personales como académicas, por su apoyo y la confianza brindada.

Dr. Rodolfo Figueroa Brito, gracias por su amistad, su tiempo y por siempre estar al pendiente y su disposición de ayudar.

Dr. Fernando Bahena Juárez, gracias por encontrar diferentes formas de poder apoyarme.

Dr. Ramón Díaz Ruíz, por confiar en mi cuando necesite que alguien lo hiciera.

Dr. Alejandro González Hernández por su paciencia, tiempo, apoyo y ayuda que me brindo durante la identificación de los parasitoides en la Universidad Autónoma de Nuevo León.

A los productores, Fernando, German, Baudemio, Felipe y Arnulfo, por su apoyo y por permitirme estar en sus tierras, por transmitirme su conocimiento, su experiencia y por la manera en que se involucraron en el proyecto de investigación, sin ustedes esto no se hubiera llevado a cabo. A la Sociedad de Riego Zaragoza, por sus instalaciones y por la interacción que hubo en el grupo.

A Jesús Adrián Otero Cruz, Juan Pablo Gómez López y Uriel Gómez por apoyarme en los muestreos de campo. A mis amigos del Colegio de Postgraduados, Martha Lilia Rosas Alfaro, Ana Lilia Chacón Aguayo y Yahana Michelle Aparicio del Moral por apoyarme, por soportarme, por su orientación, paciencia, pero sobre todo por ser mis amigas. A compañeros que durante estos dos años me apoyaron, me animaron, tuvieron una palabra de consuelo, un hombro donde descansar y unos oídos dispuestos a consolarme cuando más lo necesite. Gracias a todos los que forman parte del programa EDAR, por el apoyo brindado durante mis estudios de maestría, al personal académico y administrativo del Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Al CONACYT por la beca que me otorgaron para realizar los estudios de Maestría en Ciencias.

CONTENIDO

	Pág.
Índice de cuadros	xii
Índice de figuras	xiv
I INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Objetivos	5
1.3 Hipótesis	5
II MARCO DE REFERENCIA	6
2.1 Localización del área de estudio	6
2.2 Descripción general de la región	7
2.3 Actividades agrícolas	7
III MARCO TEÓRICO	8
3.1 Problemática ocasionada por las plagas	8
3.2 El control químico	8
3.3 Efectos secundarios de insecticidas sobre enemigos naturales	9
3.4 Tendencias en el control de plagas	9
3.5 Control biológico	10
3.5.1 Enemigos naturales	11
3.5.1.1 Depredadores	12
3.5.1.2 Parasitoides	12
3.5.1.3 Entomopatógenos	13
3.6 Importancia económica de las hortalizas	14
3.7 El cultivo de la espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.)	14
3.7.1 Importancia económica de la espinaca	15
3.7.2 Clasificación taxonómica y características botánicas	15
3.7.3 Sistema de producción de la espinaca	17
3.7.4 Plagas y enfermedades de la espinaca	18
3.8 El gusano soldado " <i>Spodoptera exigua</i> "	19
3.8.1 Clasificación y descripción taxonómica	19

3.8.2	Biología y ciclo biológico	20
3.8.3	Daños por <i>S. exigua</i>	21
3.8.4	Resistencia de <i>S. exigua</i> a insecticidas	22
3.9	Conocimiento campesino	22
3.10	Sistema de producción	23
IV METODOLOGÍA GENERAL		24
4.1	Ubicación del área de estudio	24
4.2	Identificación de parasitoides asociados a <i>S. exigua</i>	24
4.2.1	Selección de parcelas de espinaca para muestreos de larvas de <i>S. exigua</i>	24
4.2.2	Colecta e identificación de parasitoides de <i>S. exigua</i>	24
4.2.2.1	Métodos y frecuencia de muestreos	24
4.2.2.2	Manejo de muestras de campo y laboratorio	26
4.2.2.3	Identificación taxonómica de parasitoides de <i>S. exigua</i>	27
4.2.2.4	Determinación de porcentaje de parasitismo y distribución de parasitoides asociados a <i>S. exigua</i>	27
4.3	Conocimiento campesino del sistema de producción tradicional de espinaca y del manejo de <i>S. exigua</i>	28
4.3.1	Visitas al municipio y primeros contactos con autoridades y productores	28
4.3.2	Diseño y elaboración de la encuesta	28
4.3.3	Determinación de tamaño de muestra de los productores a entrevistar	28
4.3.4	Sistematización y análisis de la información	29
4.4	Respuesta de espinaca y de <i>S. exigua</i> a fertilización orgánica y mineral	29
4.4.1	Condiciones generales del experimento	29
4.4.2	Tratamientos	29
4.4.3	Diseño de experimento y variables estudiadas	30
4.4.4	Análisis estadísticos	30
V RESULTADOS		31
5.1	Parasitoides asociados al gusano soldado (<i>Spodoptera exigua</i> Hübner) en espinaca (<i>Spinacea oleracea</i> L.) en los Reyes de Juárez, Puebla México	31

5.1.1	Resumen	31
5.1.2	Abstract	31
5.1.3	Introducción	32
5.1.4	Materiales y métodos	33
5.1.4.1	Ubicación del área de estudio	33
5.1.4.2	Parcelas de espinaca para los muestreos y colecta de larvas de <i>S. exigua</i> .	33
5.1.4.3	Manejo de muestras en campo y laboratorio	34
5.1.4.4	Identificación taxonómica de parasitoides de <i>S. exigua</i>	35
5.1.4.5	Determinación de porcentaje de parasitismo	35
5.1.4.6	Análisis de información	35
5.1.5	Resultados y discusión	36
5.1.5.1	Identificación de especies asociadas a <i>S. exigua</i>	36
5.1.5.2	Porcentaje de parasitismo y distribución de parasitoides asociados a <i>S. exigua</i>	39
5.1.6	Conclusiones	44
5.2	Conocimiento campesino del sistema de producción tradicional de espinaca y del manejo de <i>Spodoptera exigua</i> en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla	45
5.2.1	Resumen	45
5.2.2	Abstract	45
5.2.3	Introducción	46
5.2.4	Materiales y métodos	47
5.2.4.1	Área de estudio	47
5.2.4.2	Recorrido de campo y encuestas	48
5.2.4.3	Determinación de tamaño de muestra de los productores a entrevistar	48
5.2.4.4	Sistematización y análisis de la información	50
5.2.5	Resultados y discusión	51
5.2.5.1	Característica de los productores	51
5.2.5.2	Sistema de producción de espinaca	52

5.2.5.2.1	Preparación del terreno	52
5.2.5.2.2	Siembra	54
5.2.5.2.3	Variedades	56
5.2.5.2.4	Riego	58
5.2.5.2.5	Fertilización	59
5.2.5.2.6	Plagas y enfermedades de la espinaca	59
5.2.5.2.7	Manejo de <i>Spodoptera exigua</i>	62
5.2.5.2.8	Cosecha y comercialización	65
5.2.6	Conclusiones	67
5.3	Respuesta de espinaca y de <i>Spodoptera exigua</i> a fertilización orgánica y mineral	68
5.3.1	Resumen	68
5.3.2	Abstract	69
5.3.3	Introducción	69
5.3.4	Materiales y métodos	72
5.3.4.1	Tratamientos	72
5.3.4.2	Dinámica del área foliar	72
5.3.4.3	Análisis de nitrógeno total en espinaca	73
5.3.4.4	Exposición de hembra y larvas de <i>Spodoptera exigua</i> en espinaca	73
5.3.4.5	Análisis de daños en hojas de <i>Spodoptera exigua</i>	74
5.3.5	Resultados y discusión	74
5.3.5.1	Variables agronómicas	74
5.3.5.2	Dinámica de área foliar	76
5.3.5.3	Exposición de hembras y daño en hojas de espinaca por larvas L2 de <i>Spodoptera exigua</i>	77
5.3.6	Conclusiones	80
VI	DISCUSIÓN GENERAL Y ESTRATEGIA DEL CULTIVO DE ESPINACA Y MANEJO DEL GUSANO SOLDADO	81
VII	CONCLUSIONES GENERALES	84
VII	BIBLIOGRAFÍA	85
	ANEXOS	103

Índice de cuadros

	Pág.
Cuadro 1. Estadios principales de crecimiento de la espinaca (Meier, 2001).	15
Cuadro 2. Variedades reportadas y recomendadas para las estaciones de año.	16
Cuadro 3. Descripción de los tratamientos formados para el ensayo de fuentes de nitrógeno mineral y orgánica en condiciones de invernadero.	28
Cuadro 4. Ubicación de los sitios de muestreos, Porcentaje de parasitismo total de <i>S. exigua</i> por sitios y porcentaje de parasitismo de las especies de parasitoides en diferentes sitios de muestreo en cultivo de espinaca durante marzo-julio 2015.	40
Cuadro 5. Condiciones climáticas en el municipio durante los meses de muestreo, porcentaje de parasitismo por sitio y porcentaje de parasitismo de las especies asociadas a <i>S. exigua</i> .	41
Cuadro 6. Distribución del número de encuestas a productores de espinaca en las localidades de Los Reyes de Juárez, Puebla	50
Cuadro 7. Edad de los productores de espinaca en Los Reyes de Juárez, Puebla.	51
Cuadro 8. Labores del cultivo de espinaca en Los Reyes de Juárez, Puebla	52
Cuadro 9. Manejo del cultivo de espinaca en Los Reyes de Juárez, Puebla.	55
Cuadro 10. Características y atributos de las variedades nombradas de la espinaca por los agricultores de Los Reyes de Juárez. Elaboración propia a partir de los cuestionarios	57
Cuadro 11. Principales plagas, enfermedades de espinaca y productos usados para su control por los productores de Los Reyes de Juárez, Puebla.	61
Cuadro 12. Accesorios utilizados como seguridad en la aplicación de fertilizantes y fungicidas por los productores en Los Reyes de Juárez, Puebla	62
Cuadro 13. Nombres por los cuales los productores de espinaca en Los Reyes de Juárez, Puebla identifican o reconocen a <i>S. exigua</i> .	64
Cuadro 14. Insecticidas de síntesis químicas frecuentemente usados para el control de <i>S. exigua</i> en Los Reyes de Juárez, Puebla.	67
Cuadro 15. Respuesta de diferentes caracteres agronómicos de la espinaca a la	

	fertilización orgánica y mineral.	75
Cuadro 16.	Modelos de crecimiento del área foliar (FOL) con respecto a la fertilización mineral y orgánica en espinaca.	76
Cuadro 17.	Respuesta de oviposición de <i>S. exigua</i> en diferentes tratamientos con fertilización orgánica y mineral en espinaca en condiciones de invernadero (Número de masas y número de huevos en diferentes periodos de tiempo).	78
Cuadro 18.	Daño en hojas de espinaca por larvas de 2° instar. Efecto de la aplicación de solución Steiner, compost de cachaza y lixiviado de conejo en la postura de masas de huevos en planta, masas de huevo total en todo el sistema y el número de huevos en planta.	79

Índice de figuras

	Pág.
Figura 1. Localización del municipio Los Reyes de Juárez. Fuente: Elaboración por la investigadora a partir de la información de INEGI, 2009.	6
Figura 2. Fases fenológicas de la espinaca. Fuente: Propia	15
Figura 3. Ciclo biológico de <i>Spodoptera exigua</i> . Fuente: propia	21
Figura 4. Localización de parcelas de espinacas para los muestreos (Fuente: Google 2015, Consulta Mayo 2015, http://earth.google.com)	25
Figura 5. Distribución de los puntos de muestreo, áreas seleccionadas con presencia de daños	26
Figura 6. a) <i>Campoletis sonorensis</i> , b) <i>Pristomerus spinator</i> y c) <i>Mesochorus</i> sp. pertenecen a Hymenoptera: Ichneumonidae. d) <i>Chelonus insularis</i> y e) <i>Cotesia</i> sp pertenecen a Hymenoptera: Braconidae. f) Diptera: Tachinidae en alcohol al 70% y en seco con acetato de amilo	38
Figura 7. Fluctuación poblacional de <i>S. exigua</i> y porcentaje de parasitismo en diferentes estados fenológicos de espinaca durante 2015 en Los Reyes de Juárez, Puebla.	39
Figura 8. Distribución de las especies asociadas a <i>Spodoptera exigua</i> en los sitios muestreados	42
Figura 9. Parcelas en descanso con malezas y arbustos donde diversos insectos consumen polen, alrededor flores silvestres que sirven como reservorios.	43
Figura 10. Labores realizadas en el sistema de producción de espinaca en Los Reyes de Juárez, Puebla. a) suelo en descanso, b) surcado, c) emparejado por medio de una tabla, d) siembra de espinaca, e) escarda, f) aporque por medio de yunta, g) aplicación de insecticidas sin uso de protección adecuada, h) cosecha de espinaca, i) manojos de espinaca.	53
Figura 11. Variedades de espinaca utilizadas por los productores de Los Reyes de Juárez, Puebla.	56
Figura 12. a) Sistema de riego rodado, b) Parcela de espinaca con riego rodado.	58

Figura 13.	Daño ocasionado por <i>S. exigua</i> y su ciclo biológico en espinaca en Los Reyes de Juárez, Puebla. Fuente: Elaboración propia.	63
Figura 14.	Agentes de control biológico sobre <i>S. exigua</i> , en parcelas con espinaca en Los Reyes de Juárez, Puebla.	65
Figura 15.	Características físicas de los tratamientos en la espinaca var. Phyton	75
Figura 16.	Dinámica de área foliar de la espinaca en diferentes tratamientos de fertilización, cultivado en suelo. Los tratamientos aplicados: SN100% (solución Steiner), SN50% (Solución Steiner al 50%), SN100% + COMP (solución Steiner + compost de cachaza), COMP (compost de cachaza), LIXCON (Lixiviado de conejo) y TESTIGO.	77
Figura 17.	a) Planta dentro de jaula, b) Hembras de <i>S. exigua</i> en tallos de espinaca, c) Postura de 24 horas, d y e) huevos de <i>S. exigua</i> cubiertos por escamas.	80

I INTRODUCCIÓN GENERAL

La producción de hortalizas es una actividad dinámica que permite satisfacer las necesidades de mercado y alimenticias así como oportunidades de empleo. Las hortalizas pueden ser de hojas, tallos, raíces, flores, frutos y semillas, las cuales han tenido gran importancia por su consumo en fresco, aporte energético y vitamínico que brindan. México es el tercer país exportador de hortalizas y legumbres en el mundo y es el principal proveedor de hortalizas en fresco a Estados Unidos (Ayala y Carrera, 2012; SIAP, 2013). Uno de los principales estados productores de hortalizas que fortalecen el mercado es el estado de Puebla, el cual tiene 13 municipios productores de hortalizas entre los cuales se encuentra el municipio de Los Reyes de Juárez, reconocido por su producción hortícola, contando con más de 570 hectáreas para este fin; su cercanía con el mercado de Huixcolotla el cual es de gran importancia a nivel nacional le ayuda en la distribución de su producción (Rappo y Vázquez, 2007; Lugo-Morín, 2013). Dentro de los cultivos que se producen en el municipio se encuentra la espinaca (*Spinacia oleracea* L.), que es una hortaliza de hoja, siendo un cultivo de gran valor nutritivo por su contenido de aporte alimenticio (Noguera, 2004). Los principales productores de espinaca en 2012 fueron China con 19, 513,000 t; Estados Unidos con 354,000 t; Japón con 275,000 t y Turquía con 222,220 t (FAOSTAT, 2014). En el estado de Puebla la espinaca tiene una superficie cosechada de 413 ha, con una producción de 3745 t; el SIAP en el 2014 reporta para Los Reyes de Juárez 548 t de producción de espinaca. Este cultivo al igual que otros en el municipio se ven afectados por el gusano soldado (*S. exigua* Hübner) el cual es un insecto plaga importante por ser polífago, el cual en espinaca se alimenta de las hojas causando defoliación, lo cual afecta cuando las poblaciones de este son altas y pueden acabar con todo el cultivo, o bien en la calidad durante la cosecha y comercialización. Algunas actividades como la fertilización, el cual es importante para el desarrollo de las plantas, sin embargo; dosis elevadas han sido relacionados con la incidencia de plagas, lo cual puede beneficiar a las poblaciones de insectos debido a que dosis altas de fertilización nitrogenada pueden hacer más apetecibles a los cultivos (Aqueel *et al.*, 2015; Lu *et al.*, 2007; Yardim y Edwards, 2003). El principal método de control reportado para *S. exigua* en el municipio es el uso de insecticidas de síntesis química, lo cual tiene un impacto negativo con la fauna benéfica entre los cuales se encuentran los parasitoides (Sarmiento, 2012; Gutiérrez-Ramírez *et al.*, 2013).

Considerando lo anterior, es importante reflexionar que los sistemas de producción de los cultivos en este caso espinaca puede ser fortalecidos por el conocimiento que se va formando en la localidad y que este debe ser analizado para fortalecer, impulsar e identificar las prácticas que impacten negativamente el sistema de producción, buscando el uso adecuado de los recursos naturales así como la preservación de fauna benéfica y contribuir en el conocimiento de prácticas alternativas que fortalezcan el sistema.

El presente trabajo se realizó en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla; la hipótesis que orientó el trabajo fue que en la localidad Reyes de Juárez existen especies de parasitoides que ayuden en el control de *S. exigua*, además que el conocimiento campesino en el sistema de producción de espinaca como las prácticas agrícolas y manejo contribuyen en el control del insecto, por lo que quisimos observar en condiciones de invernadero si la fertilización orgánica y mineral favorecen la presencia de *S. exigua* en espinaca lo cual causaría pérdidas por el daño ocasionado en las hojas debido a su alimentación.

1.1 Planteamiento del Problema

El gusano soldado es una plaga de importancia económica asociada a más de 130 cultivos (Capinera, 2005). Su presencia se ha reportado en varios estados de la República Mexicana como Puebla, Querétaro, Hidalgo, Aguascalientes, Guanajuato, Michoacán, Jalisco, Durango, Zacatecas, Estado de México, Morelos, Guerrero, Tlaxcala, Veracruz y de manera ocasional en Sonora, Sinaloa y Tamaulipas (Alvarado, 1987; SENASICA-SAGARPA, 2009).

S. exigua ataca cultivos aproximadamente de 30 familias diferentes, entre estos se encuentran el algodón (*Gossypium hirsutum*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), maíz (*Zea maíz L.*), sorgo (*Sorghum vulgare*), soya (*Glicine max L.*), brócoli (*Brassica oleraceae* var. itálica), col (*Brassica oleraceae* var. capitata), coliflor (*Brassica oleraceae*, var. botrytis), lechuga (*Lactuca sativa*), espinaca (*Spinacia oleracea L.*), zanahoria (*Daucus carota*), camote (*Ipomoea batatas*), papa (*Solanum tuberosum*), papaya (*Carica papaya*), fresa (*Fragaria vesca*), berenjena (*Solanum melongena*), cebolla (*Allium cepa*), chile (*Capsicum annuum*), jitomate (*Lycopersicon esculentum*), clavel (*Dianthus caryophyllus*), crisantemo (*Chrysanthemum morifolium*), alfalfa (*Medicago sativa*), cacahuete (*Arachis hypogaea*), cártamo (*Carthamus tinctorius*), etc. (Capinera, 2005; Garza y Terán, 2007; Merhix-Jacques *et al.*, 2008; Saed *et al.*, 2009; Barrientos *et al.*, 2013).

En Puebla, durante 2008 el Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Puebla (CESAVEP) reportó 10,542 hectáreas infestadas en 20 municipios (Agrosanidad, 2008). Algunos cultivos en el estado que han presentado daño y pérdidas por *S. exigua* son maíz (*Zea maíz L.*), jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*) en plantas tiernas y amaranto (*Amaranthus hypochondriacus L.*) donde se encontraron de 3 a 8 individuos por planta, ocasionando graves pérdidas económicas (Pérez-Torres *et al.*, 2009 y 2011); y así mismo, en diferentes especies de hortalizas como acelga (*Beta vulgaris* var. Cicla), apio (*Aphium cepa*), brócoli (*Brassica oleraceae* var. Itálica), betabel (*Beta vulgaris* var. Conditiva), cebolla (*Allium cepa*), col (*Brassica oleracea* var. Capitata), espinaca (*Spinacia oleracea*), lechuga (*Lactuca sativa*), rábanos (*Raphanus sativus*), zanahoria (*Daucus carota*) y coliflor (*Brassica oleraceae* var. Botrytis) (Barrientos *et al.*, 2013).

El estado de Puebla forma parte de los circuitos que abastecen el mercado hortícola a nivel nacional e internacional, tiene 13 municipios productores de hortalizas que son San Francisco Mixtla, Santa Isabel Tlanepantala, Cuautinchan Tzicatloyan, Tecali de Herrera, Los Reyes de Juárez, San Salvador Huixcolotla, Tepeaca, Cuapiaxtla de Madero, Tecamachalco, Santo Tomas Hueyotiplan, Tochtepec y Acatzingo; la producción se comercializa en la central de abasto de San Salvador Huixcolotla, la cual es importante a nivel nacional por abastecer a la ciudad de México, Quintana Roo, Veracruz y Yucatán (Rappo y Vázquez 2007; Lugo-Morín 2013).

El municipio de Los Reyes de Juárez destaca por su producción de hortalizas; Barrientos *et al.*, (2013) mencionan que esta región se ve afectada por la presencia y daños de *S. exigua* en diversos cultivos siendo el principal método de control la aplicación de insecticidas. El uso excesivo de estos productos ha provocado resistencia en las generaciones posteriores de la plaga, sin embargo; esto no sucede con los enemigos naturales, en parasitoides es raro observar resistencia a estos productos a diferencia de los depredadores; por lo que sus poblaciones se ven amenazadas hasta el punto de ser eliminadas lo que puede provocar la reaparición de especies plagas (Nicholls, 2008; Huerta-de la Peña, 2009; Martínez, 2011). Estas acciones o medidas que toman los productores las realizan por la necesidad de controlar la plaga, desconociendo muchas veces al insecto al igual que a los insectos benéficos (Cañedo *et al.*, 2011).

1.2 Objetivo General

Identificar los parasitoides asociados al gusano soldado (*Spodoptera exigua* Hübner), el conocimiento campesino del sistema de producción tradicional de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) y la influencia de la fertilización en el daño en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla.

Objetivos particulares

1. Identificar especies de parasitoides nativos asociados a *S. exigua* en cultivos de espinaca en la zona hortícola de Los Reyes de Juárez, Puebla.
2. Determinar el porcentaje de parasitismo en Los Reyes de Juárez y de las especies asociadas a *S. exigua*.
3. Describir y analizar el conocimiento campesino del sistema de producción tradicional de espinaca y del manejo de *S. exigua* en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla.
4. Estudiar la respuesta de la espinaca *var.* Phyton F1 en diferentes fuentes de fertilización orgánica y mineral y analizar la respuesta de *S. exigua* en la oviposición y los daños ocasionados por larvas en las hojas, en condiciones de invernadero.

1.3 Hipótesis

1. Existe al menos una especie de parasitoide nativo asociado a *S. exigua* en el cultivo de espinaca en la zona hortícola de los Reyes de Juárez, Puebla.
2. El conocimiento de los productores sobre las prácticas agrícolas y el manejo del cultivo de la espinaca en Los Reyes de Juárez contribuyen en el control de *S. exigua*
3. A mayor porcentaje de nitrógeno en las hojas de espinaca hay mayor oviposición en masas de huevos y número de huevos de hembras de *S. exigua*; y las larvas causan mayor daño en la planta.

II MARCO DE REFERENCIA

2.1 Localización del área de estudio

El municipio de los Reyes de Juárez, se encuentra en la parte central del estado de Puebla, sus coordenadas geográficas son los paralelos $18^{\circ}55'36''$ y $19^{\circ}01'06''$ de latitud norte y los meridianos $97^{\circ}47'54''$ y $97^{\circ}52'06''$ de longitud occidental (Figura1) colinda al norte con Tepeaca, al sur con Cuapiaxtla de Madero, al este con San Salvador Huixcolotla y Acatzingo y al oeste con Tepeaca, tanto el municipio como estas zonas son reconocidos por su principal actividad que es la agricultura (INAFED, 2010). Las principales localidades son Los Reyes de Juárez (donde se encuentra la cabecera municipal), Benito Juárez, Buenavista de Juárez, Santiago Acozac y San Juan Acozac.

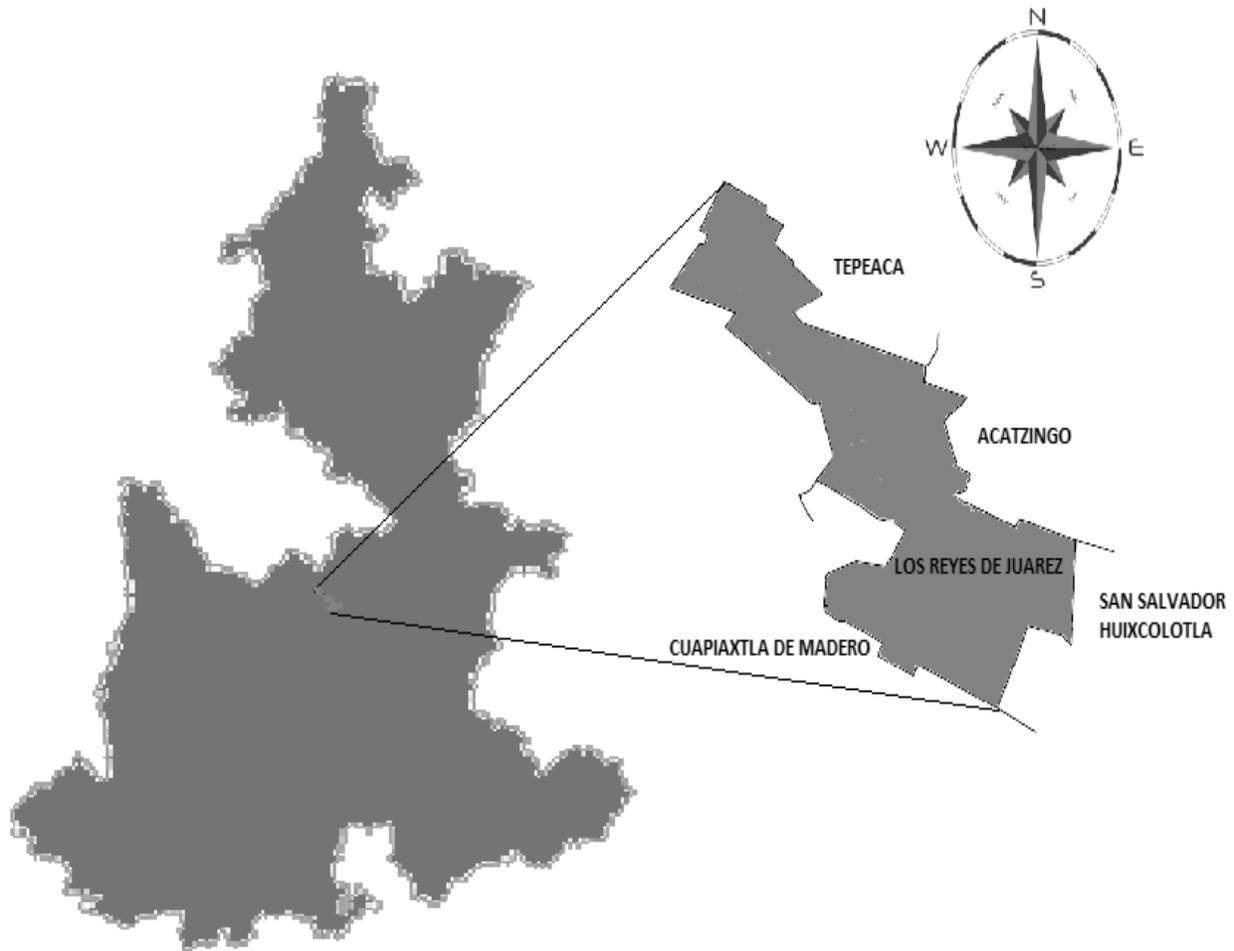


Figura 1. Localización del municipio Los Reyes de Juárez.

Fuente: Elaboración por la investigadora a partir de la información de INEGI, 2009.

2.2 Descripción general de la región

El municipio Los Reyes de Juárez se encuentra en una zona de clima templado subhúmedo con lluvias en verano y una precipitación de 600 a 800 mm anuales (INEGI, 2009), favorecido por estar situado entre los valles de Puebla y Tepeaca. La mayor parte del valle de Tepeaca tiene terrenos planos, lo cual es favorable para el sector agrícola, debido a que facilita la comercialización y distribución de la producción (Arvizu *et al.*, 2015). En la región se encuentran dos tipos de suelos feozem y cambisol los cuales predominan (INAFED, 2010). El feozem se caracteriza por ser suelo fértil apto para cultivos de granos, legumbres y hortalizas (FAO, 2009). En cuanto al tipo de propiedad se encuentran pequeña propiedad y ejidos (Arvizu *et al.*, 2015).

2.3 Actividades agrícolas

Los Reyes de Juárez cuenta con una superficie de 30.55 km² de la cual el 25.84 km² es para la agricultura la cual es su principal actividad económica (INAFED, 2010). La producción tradicional en el valle de Tepeaca incluido Los Reyes de Juárez era de cereales y maíz conservándose en pequeñas áreas desplazándola por hortalizas permitiéndoles aumentar sus ingresos (Arvizu *et al.*, 2015). Los Reyes de Juárez tiene una gran importancia en el valle de Tepeaca por su contribución en la producción hortícola en el estado de Puebla (Lugo-Morín *et al.*, 2010).

En el municipio se producen diversas hortalizas y hierbas aromáticas como son: acelga, ajo, alfalfa, apio, betabel, brócoli, cebolla, coliflor, chícharo, col, flor, nopal, rábano, zanahoria, orégano, tomillo, perejil, cilantro, epazote e hinojo, etc. (Barrientos *et al.*, 2013), la mayor producción de espinaca se da en los Reyes de Juárez, siendo la producción de hortalizas muy variada en cada año ya que la decisión dependerá de las condiciones climáticas y el precio en el mercado, siendo el destino principal el mercado de Huixcolotla (Arvizu *et al.*, 2015).

En cuanto a servicios agrícolas el municipio cuenta con viveros de producción de plántulas para el trasplante de algunos cultivos; casas comerciales de agroquímicos y proveedores de semillas; así como alrededor de 40 empresas empacadoras y exportadoras ubicadas entre los municipios de Los Reyes de Juárez, Acatzingo y Huixcolotla (Lugo-Morín *et al.*, 2010).

III MARCO TEÓRICO

3.1 Problemática ocasionada por plagas

El término plaga es creado por el hombre, debido a que en la naturaleza existen consumidores y productores (Rodríguez-del-Bosque *et al.*, 2007), sin embargo; en la parte agrícola nos referimos a organismos que en niveles de población o inoculo compiten sobre una planta o un animal que afectan su desarrollo o producción causando un daño económico (Nicholls, 2008). El problema de plagas en cultivos anuales, frutales y hortalizas es grave y frecuente bajando la calidad del producto, disminuyen su valor y en muchos casos se tienen pérdidas totales del cultivo; estos pueden ser dañados por diversos animales e insectos, algunos ejemplos de insectos plagas son mosquita blanca, paratrypanosoma, minadores de hoja, áfidos, trips, chapulines, gallina ciega, gusano soldado, gusanos trozadores, etc. (Pérez-Torres *et al.*, 2009).

Un grupo importante de insectos plaga se encuentra en la familia Noctuidae del orden Lepidóptera del cual se conocen alrededor de 100 especies que son considerados plagas y algunas están asociadas a daños en hortalizas (Suárez-Vargas *et al.*, 2006). Los problemas fitosanitarios en México pueden causar pérdidas entre el 13 y 15% lo que equivale alrededor de 2,500 millones de dólares (Nava *et al.*, 2003). Para disminuir este tipo de problemas, los productores se ven obligados a tomar decisiones en el control, siendo la principal solución la aplicación de plaguicidas ya que suelen ser eficaces y de rápida acción con el fin de mantener la rentabilidad del cultivo y cubrir las exigencias del mercado (Zolezzi *et al.*, 2012).

3.2 El control químico

El uso de insecticidas de síntesis para el control de insectos plaga sigue siendo uno de los métodos más utilizados por los agricultores. En México se reporta una carga de plaguicidas de 0.14 t de plaguicidas/km² de tierra cultivable, los grupos de insecticidas frecuentemente utilizados pertenecen a organofosforados y carbamatos los cuales tienen un efecto neurotóxico y alta toxicidad, los estados con mayor consumo son Sinaloa, Chiapas, Veracruz, Jalisco, Nayarit, Colima, Sonora, Baja California, Tamaulipas, Michoacán, Tabasco, Estado de México, Puebla y Oaxaca (Albert, 2005; Zolezzi *et al.*, 2012). A pesar de que hay muchas evidencias de que el uso inadecuado o excesivo de insecticidas de síntesis han generado diversos problemas, su uso ha

sido continuo; de manera breve parte de estos efectos secundarios son los desequilibrios en los ecosistemas, contaminación del suelo y de las corrientes subterráneas de agua, impactos en la fauna silvestre, enemigos naturales, polinizadores, problemas de salud humana y contaminación de los cultivos (Gutiérrez-Ramírez *et al.*, 2013). En la producción de hortalizas se utilizan demasiados insecticidas de síntesis lo cual afecta la inocuidad además de ser peligroso debido a que estas suelen ser consumidas en fresco y los residuos pueden acumularse en el tejido graso, lo cual puede afectar gravemente al consumidor y animales convirtiéndose en un foco de infección (Lozano *et al.*, 2004; Zolezzi *et al.*, 2012).

3.3 Efectos secundarios de insecticidas sobre enemigos naturales

Un daño colateral con el uso de los insecticidas es la eliminación de los enemigos naturales. Los parasitoides pueden ser afectados cuando su huésped se ve afectado; en el caso de larvas de *Spodoptera frugiperda* son más susceptibles a insecticidas cuando se encuentran parasitadas por *Chelonus insularis*, eliminando a la plaga así como a su agente controlador y suprimiendo las poblaciones que sirven como base de su propia existencia (Sarmiento, 2012). Steiner *et al.*, (1994) citado por Salas-Araiza *et al* (2003), mencionan el caso de liberación de *Trichogramma* donde observaron mortalidad de este parasitoide cuando se aplicaba paratión metílico a una distancia de 3 km entre el punto de liberación y el de aplicación de insecticida.

3.4 Tendencias en el control de plagas

Con el uso excesivo de plaguicidas para controlar las plagas y los problemas que han surgido se han buscado alternativas, lo que ha llevado a reflexionar y buscar opciones como el uso de extractos vegetales, uso de semioquímicos, el control biológico entre otros.

Extractos vegetales

Son insecticidas naturales basados en extractos de plantas, algunos ejemplos de plantas usadas tanto en productos comerciales como en preparados artesanales o caseros son: haba de Calabar o nuez de Eser (*Physostigma venenosum*), Dalmacia (*Chrysanthemum cinerariaefolium*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), ajo (*Allium sativum*), anona (*Annona* sp.), nim (*Azadirachta indica*), chile (*Capsicum* sp.), etc (Navarro, 2009).

Semioquímicos

Uso de sustancias que intervienen en la interacción de la comunicación. Los más usados son las feromonas sexuales las cuales interfieren en su comportamiento o en el desarrollo. Estas han tenido un fuerte impacto en la detección y monitoreo de poblaciones de insectos plagas observándose buenos resultados dentro del manejo de plagas; siendo recomendables por no ser tóxicas, son específicas y efectivas en bajas concentraciones (Blanco-Metzler, 1996; Bahena, 2008)

3.5 Control biológico

Nicholls (2008) menciona que Erasmo Darwing en 1800 fue el primero en sugerir la posibilidad de utilizar parasitoides en el control de plagas, después de observar el ataque de avispas (Ichneumonidae) en larvas de repollo. En 1888 se presenta el primer intento serio y bien planteado de control biológico donde se importó *Rodolia cardinalis* de Australia a California para controlar a la escama algodonosa de los cítricos (*Icerya purchasi*) (Nicholls, 2008).

El concepto de control biológico se usó en 1919 por H. Smith y fue para referirse al uso de enemigos naturales (organismos benéficos) para controlar insectos plaga (Barrera, 2007; Van Driesche *et al.*, 2007). Las definiciones para el termino control biológico varía de acuerdo al autor, entre las que podemos encontrar desde las más sencillas hasta las más amplias. El control biológico es una técnica que consiste en el uso de uno o más organismos benéficos o enemigos naturales (hongos, bacterias, protozoarios, virus) por medio de la introducción o diseminación de estos para reducir la densidad de plagas causadas por malezas, enfermedades, animales e insectos que causen daño al hombre (Van de Driesche, 2007; Nicholls, 2008).

Pueden existir dos fenómenos o interacciones una donde el control biológico tiene intervención del hombre e introduce agentes de control y el otro que es espontáneo donde el control es de forma natural (Van de Bosch *et al.*, 1982). En principio el control biológico busca reducir las poblaciones de la plaga a una proporción que no cause daño económico y que permanezca una cantidad que garantice la supervivencia del agente controlador, estos pueden ser depredadores, parasitoides y patógenos, regulando las poblaciones dentro de un agroecosistema (Nicholls,

2008), por lo que no se busca la erradicación completa de algún organismo ya que de hacerlo podría causar daños ecológicos.

Se pueden distinguir tres formas de control biológico:

El control biológico por conservación de enemigos naturales se caracteriza por promover la actividad, supervivencia y reproducción de estos que pueden ser nativos o introducidos y que por medio de prácticas culturales se fomente su aparición y abundancia (Nicholls, 2008; Rodríguez-del-Bosque *et al.*, 2007)

En el control biológico aumentativo los enemigos naturales exóticos o nativos son reproducidos de forma masiva para posteriormente ser liberados de manera inoculativa cuando el agente de control se multiplica y regula por un tiempo determinado que en ocasiones ayuda a reforzar a su población o de forma inundativa donde la regulación es dada por los individuos liberados (Van Dersche *et al.*, 2007).

El control biológico clásico o por introducción es cuando un insecto plaga llega a un área y en la zona no existen enemigos naturales, las poblaciones son reguladas por enemigos naturales exóticos, lo que involucra la introducción y establecimiento de nuevas especies (Nicholls, 2008; Rodríguez-del-Bosque *et al.*, 2007).

3.5.1 Enemigos naturales

El uso de enemigos naturales ofrece ser una herramienta sustentable y ecológica ya que no afecta el equilibrio biológico (Gutiérrez-Ramírez *et al.*, 2013). Se clasifican en tres categorías los organismos que pueden ser usados para el control biológico que son: parasitoides, depredadores y patógenos (hongos, bacterias, virus, nematodos y protozoarios) (Van Driesche y Bellows, 1996; Bahena, 2008).

3.5.1.1 Depredadores

Los depredadores son aquellos organismos que se alimentan de otro, estos son ágiles, muy buenos cazadores capturando a sus presas en suelo, vegetación o en vuelo; pueden masticar o succionar a sus presas. Entre los órdenes más importantes se encuentran Coleóptera, Odonata, Neuróptera, Himenóptera, Hemíptera y Díptera.

3.5.1.2 Parasitoides

Se llama parasitismo a la relación de dependencia que existe entre dos organismos donde uno de ellos obtiene sustento a expensas de otro, por lo general el huésped puede completar la mayor parte de ciclo de vida sin embargo al final muere (Rodríguez-del-Bosque *et al.*, 2007; Nicholls, 2008). Los parasitoides son insectos que se desarrollan dentro o sobre un huésped, pueden ser altamente específicos o tener un amplio rango de hospederos y la localización de estos es vital para la preservación de la especie (Salas-Araiza *et al.*, 2003). La mayoría de los parasitoides de mayor importancia se encuentran en las superfamilias Chalcidoidea e Ichneumonoidea, sin embargo; se mencionan a 12 familias del orden díptera que son Acroceridae, Nemestrinidae, Bombyliidae, Phoridae, Pipunculidae, Conopidae, Pyrgotidae, Sciomyzidae, Cryptochetidae, Calliphoridae, Sarcophagidae y Tachiniidae, esta última ha tenido importancia como agente de control biológico introducido (Van Dersche *et al.*, 2007; Nicholls, 2008). Las familias Ichneumonidae y Braconidae suelen presentarse con mayor frecuencia. Ichneumonidae: son avispas de tamaño variado, los miembros de esta familia parasitan a diferentes hospederos como larvas de lepidópteros, algunos himenópteros, coleópteros entre otros, muchas especies tienen una sola generación al año y pocas especies son específicas. Son variables en color, pueden encontrarse brillantes pero frecuentemente son amarillo y negro (Townes, 1966; Van Driesche *et al.*, 2007).

Braconidae: los braconidos en su mayoría son pequeñas avispas que parasitan principalmente lepidópteros y coleópteros, algunos dípteros, homópteros y otros grupos; se han usado con éxito en programas de control biológico. Los braconidos pueden tener colores opacos por lo regular café o negro (Van Driesche *et al.*, 2007; Nicholls, 2008). La mayoría de sus adultos se alimentan de néctar. Las hembras pueden depositar sus huevos sobre o al lado del huésped conociéndose

como ectoparasitoides o bien dentro de estos que son los endoparasitoides (Coronado-Blanco *et al.*, 2014). Tienen una gran importancia por su abundancia y riqueza (Sarmiento, 2012).

3.5.1.3 Entomopatógenos

Los entomopatógenos son más fáciles de producir masivamente que los parasitoides y depredadores, en el mercado existen varias formulaciones usando bacterias, virus, hongos y protozoarios, considerándose además a los nematodos (Rodríguez-del-Bosque *et al.*, 2007).

Hongos

El estudio de hongos entomopatógenos y de nuevas cepas ha sido constante en los últimos años; entre los más usados encontramos a *Beauveria*, *Metarhizium*, *Leucanicillium*, *Hirsutella*, *Paecilomyces*, *Entomophthora* y *Nomuraea* (Vázquez-Moreno *et al.*, 2008). La infección consiste de tres etapas que son la adhesión y germinación de la espora en la cutícula del insecto, posteriormente la penetración en el hemocele y finalmente en el desarrollo del hongo con lo cual el insecto muere (Téllez-Jurado *et al.*, 2009).

Bacterias

Las bacterias asociadas a insectos de mayor importancia son de la familia Bacillaceae, en el género *Bacillus*, encontrándose de manera natural a *Bacillus thuringiensis* el cual puede ser aislado del suelo, follaje de plantas, almacenes de granos, insectos muertos y enfermos. Además son estables, seguros y de fácil aplicación (Morales-Ramos, 1996; Vázquez-Moreno *et al.*, 2008).

Baculovirus

Los virus de insectos son parásitos intracelulares, son frecuentes en Lepidóptera e Himenóptera, lo que ocasiona alta mortalidad larval y una alta reducción en la población. Las partículas de virus pueden estar presentes en el medio ambiente, en las plantas y en el suelo el cual constituye un reservorio. La infección se da por el consumo o contacto de material vegetal o en suelo contaminado con partículas del virus. Algunos de los síntomas que presentan los hospederos son: reducción en alimentación, disminución en fecundidad y fertilidad, larvas de color blanco granuloso, oscuras y con flacidez general al morir, en el caso de especies atacados por el virus de la granulosis se vuelven de color blanco lechosos. El porcentaje de mortalidad por el ataque de

virus puede llegar de 28 a 40%. Uno de los productos más usados son los Virus de Poliedrosis Nuclear (VPN) (Nicholls, 2008; Rodríguez *et al.*, 2012).

3.6 Importancia económica de las hortalizas

La producción de hortalizas es importante desde una perspectiva socioeconómica por ser una fuente de alimento que tiene relación con los hábitos alimenticios y costumbres, además de ser una fuente de empleo. En los últimos años se han presentado altos índices de problemas de salud y enfermedades crónicas por una nutrición deficiente. Como medidas se han creado programas con el objetivo de crear conciencia en cuanto al consumo de frutas y hortalizas donde se incluyen verduras y legumbres verdes (Leos, 2003; Lozano *et al.*, 2004; González, 2013). Las hortalizas se clasifican de acuerdo a la parte comestible siendo: de tallos y bulbos, hojas, frutos, raíces y de flores. Teniendo una gran importancia en la alimentación por el alto contenido de vitaminas, minerales, fibra y agua, así como las propiedades beneficiosas que han tenido y que nuestros antepasados ya conocían. Este cambio de alimentación ha aumentado la demanda de productos hortícolas. La horticultura en México es una actividad dinámica que se ha intensificado por su importancia económica en la generación de ingresos nacionales e internacionales así como su fuerte capacidad exportadora (Arvizu *et al.*, 2015). En los últimos 10 años el valor de la producción y la superficie sembrada de hortalizas se ha triplicado (DOF, 2013). México es el principal proveedor de frutas y hortalizas frescas a E.U. cubriendo su demanda de alimentos en los periodos que son escasos, debido a su alto patrón de consumo de estas; en comparación en México el consumo por persona es de 66.53 kg/año mientras que en E.U es de 112.49 kg/año (Ayala *et al.*, 2012; González, 2013).

3.7 El cultivo de la espinaca (*Spinacia oleracea* L.)

La espinaca (*Spinacea oleracea* L.) pertenece a las Chenopodiaceae es una hortaliza de hoja, la cual suele tener un color verde oscuro; a nivel mundial tiene una importancia por su valor nutritivo, contiene vitaminas A, C, K, E, B6, B3, B1,B2, Colina, Biotina y minerales como fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro y yodo (Noguera, 2004). La cual puede consumirse en fresco, cocida en diversos platillos, en conservas, congelada, deshidratada o liofilizada.

3.7.1 Importancia económica de la espinaca

En E.U. los principales consumidores de espinaca son hombres y mujeres de 40 a 59 años presentándose un menor consumo en la adolescencia (Lucier *et al.*, 2004). México exporta gran parte de hortalizas. En Puebla la espinaca tiene una superficie sembrada de 451 ha, y una superficie cosechada de 413 ha, con una producción de 3,745 t, un rendimiento (t/ha^{-1}) de 9.07 y un valor de producción (miles de pesos) de \$5,178.35 (SAGARPA, 2008). El SIAP en el 2014 reporta para el municipio de Los Reyes de Juárez 72 ha de superficie sembrada y cosechada, 548 t de producción y un rendimiento de 7.61 t/ha de espinaca.

3.7.2 Clasificación taxonómica y características botánicas

Familia: Quenopodiaceae

Género: *Spinacia*

Especie: *oleracea*

Nombre común: Espinaca

Sistema radicular: raíz pivotante, poco profunda y no muy ramificada (Serrano, 1976; Borrego, 1995; Jiménez *et al.*, 2010).

Hojas: pueden tener forma de flecha que pueden ser rizadas, lisas o abolladas; tienden a crecer en forma de roseta y la planta puede alcanzar entre los 15 a 25 cm de alto. Son de color verde oscuro y comestibles (Serrano, 1976; Borrego, 1995; Jiménez *et al.*, 2010).

Tallo: son cortos y rudimentarios, presenta dos fases de desarrollo la vegetativa (Cuadro 1) la cual que va de 15 a 30 cm de alta que es cuando se forma la roseta y esta no ramifica (Figura 2); la otra fase es la reproductiva donde el tallo crece hasta un metro presentando ramificaciones (Serrano, 1976; Borrego, 1995; Jiménez *et al.*, 2010).

Flores: son verdosas y en racimo, con crecimiento superior a los 70 cm.

Semillas: tienen forma lenticular, estas pueden ser lisas o espinosas, dependiendo de la variedad (Serrano, 1976; Borrego, 1995; Jiménez *et al.*, 2010). En el mercado existen demasiadas variedades (Cuadro 2) adaptadas a ciertas estaciones, en el cuadro se muestran las variedades recomendadas para cada estación.

Cuadro 1. Estadios principales de crecimiento de la espinaca

Código	Estado	Descripción
0-9	Germinación	Semilla seca, imbibición, emerge la radícula, emergencia: presencia de cotiledones en la superficie
10-32	Desarrollo de las hojas	Cotiledones desplegados, hoja verdadera visible, aparición de hojas verdaderas.
33-39	Elongación del tallo o crecimiento de la roseta	La roseta alcanza el diámetro típico *, el tallo principal alcanza la altura *. (30% -70%)
41-49	Desarrollo de las partes vegetativas cosechables	Se alcanza del 10% al 80% de la masa foliar y de la altura típica *
51-59	Aparición del órgano floral	El tallo principal empieza a brotar, es visible la inflorescencia
60-69	Floración	Comienzo y termino de la floración
71-79	Formación de fruto	Comienzo y termino de los frutos
81-89	Maduración de frutos y semillas	Del 10% al 80% de frutos maduros y de semillas. Madurez completa, la semilla tiene color y dureza típicos.
92-99	Senescencia	Decoloración de hojas y brotes; el 50 % de las hojas están amarillas o muertas, las plantas mueren.

*Depende de la variedad (Meier, 2001)

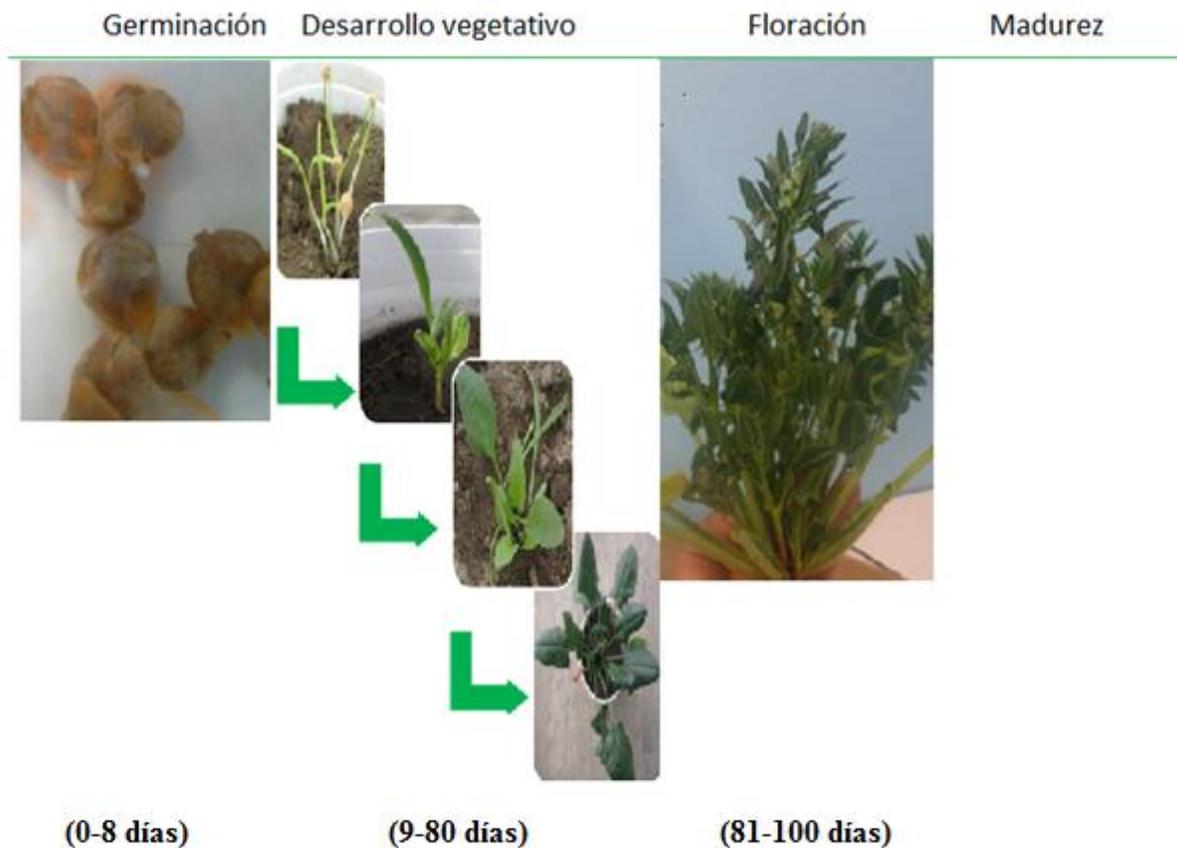


Figura 2. Fases fenológicas de la espinaca. Fuente: Propia

Cuadro 2. Variedades reportadas y recomendadas para las estaciones de año.

Estación	Variedades
Primavera	Vienna, Marathon, Kent y Tyee
Verano	Rendo, Bejo, Renegade, Grizzly, RijkZwaan
Otoño	Packer, Olympia, Melody, Bolero, Fall Green, Camano y Maravilla de mercado
Invierno	Pelican, RijkZwaan, Battle, Polarbear. Sigmaleaf, Long Standing Princky, Green Market, Fall Green.

(Casseres, 1980)

3.7.3 Sistema de producción de la espinaca

La espinaca prefiere climas frescos con la misma temperatura promedio de 15 a 18 °C, extremos promedio de 4 a 24 °C; requiere una humedad relativa de 90 a 95%. Los riegos deben ser cortos pero frecuentes que le permita al terreno mantenerse fresco sobre todo en formación de la roseta y en época de calor (Casseres, 1980). Puede estar asociado a otros cultivos como fresas, leguminosas, coles, ajos, apio, judías y cebollas; no es recomendable con plantas de la misma familia como remolachas y acelgas (Irigolen y Muro, 2003).

Preparación del terreno

Antes de la siembra se recomienda realizar una labor profunda para asegurar un buen drenaje, posteriormente se prepara el lecho de siembra (5 a 6 cm), la siembra se realiza en líneas separadas entre 20 a 35 cm para mercado en fresco y en caso de industria la separación de líneas es de 10 a 20 cm consiguiéndose entre 200 y 400 plantas/m² (Irigolen y Muro, 2003).

Siembra

La espinaca generalmente se siembra al voleo en camas de 1.7 m de ancho, con este sistema se alcanza una densidad promedio de 34 plantas/m². En promedio se gastan 5 kg de semilla/ha (Irigolen y Muro, 2003).

Fertilización

La espinaca es muy exigente en nitrógeno, en cuanto a fósforo se debe tener cuidado ya que favorece la floración, en potasio se deben equilibrar las dosis ya que reduce el ácido oxálico ayudando a las hojas brindándole carnosidad y retiene humedad en la hoja. Se debe considerar

que este cultivo tiene una mejor respuesta con abonos nitrogenados en forma de nitrato que amoniacales. Se recomienda el uso de abonos en forma de nitrato como nitrato potásico o nitrato sódico favoreciendo el aumento del ácido oxálico, sin embargo; se debe tener cuidado ya que un exceso de nutrientes en suelo por fertilización principalmente de nitrógeno puede afectar al cultivo debido a que la espinaca puede acumular concentraciones elevadas de nitratos en las hojas, lo cual puede afectar al consumidor (Serrano 1976; Caseres, 1980).

Cosecha

La cosecha puede realizarse a los 50 o 60 días después de la siembra, realizándose antes de la floración; de manera escalonada o todo el cultivo. Esta se realiza por el corte de hojas o planta completa; arrancándolas o con apoyo de herramientas como cuchillos, tijeras u otras (Serrano, 1976). Posteriormente son puestas en manojos amarrados con cintas, después son enjuagadas y almacenadas en bolsas de plástico sin aire, para aumentar la vida útil de la espinaca aproximadamente de 10 a 14 días, esta pasa por un pre-enfriamiento y se mantiene la cadena de frío (Staib, 2013).

3.7.4 Plagas y enfermedades de la espinaca

La espinaca presenta diversas afectaciones por plagas y enfermedades. Entre los insectos que pueden causar daños son áfidos (*Mysus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Brevicoryne brassicae* L.) que pueden transmitir virus; minadores (*Liomyza huidobrensis* (Blanchard), *L. sativae* y *L. trifolli*), ácaros (*Rhizoglyphus* sp., *Tetranychus urticae* y *Tyrophagus similis*), larvas de lepidópteros (*S. exigua*, *S. praefica* *S. littoralis*, *Tricoplusia ni*, *Helicoverpa zea*, *Agrotis ipsilon*, *A. subterranea* *Peridorma saucia*, y larvas de *Limonius* spp. (Chaney *et al.*, 2001; Gil *et al.*, 2007). Las enfermedades que se encuentran reportadas como las de mayor importancia económica en espinaca son ahogamiento o pudrición del cuello causado por *Fusarium*, *Phytophthora* y *Rhizoctonia*, roya blanca (*Albugo occidentalis*) y mildew veloso (*Peronospora farinosa*). Otras que pueden presentarse causando manchas foliares son *Cercospora beticola* Sao, *Collerotrichum dematium*, *Cladosporium macrocarpum*, *Alternaria* sp. y *Stemphyllium botryosum* (Caseres, 1980; Chabur, 2008; Niño *et al.*, 2009).

3.8 El Gusano soldado “*Spodoptera exigua*”

El gusano soldado (*S. exigua* Hübner: Lepidoptera: Noctuidae) es originario del Sureste de Asia, distribuido mundialmente; comúnmente se le puede conocer como: gardama, rosquilla verde, gusano soldado de la remolacha, gusano soldado del frijol de costa, gusano cuerudo, prodenia verde, mantequilla verde, beet armyworm, small motted willow (Arroyo, 1995; Capinera, 2001; Jiménez y Rodríguez, 2014; Ayala y Pérez, 2015).

3.8.1 Clasificación y descripción taxonómica

Phyllum: Artrópoda

Orden Lepidoptera Linnaeus 1746

Suborden Ditrysia Börner 1925

Superfamilia Noctuoidea Latreille 1809

Familia Noctuidae Latreille 1809

Subfamilia Amphipyriinae

Tribu: Amphiryni

Género: *Spodoptera*

Especie: *exigua* (Hübner (1808))

Esta especie tiene sinonimia: *Laphygma exigua* (Hübner) Hampson 1909; *Laphygma* Gueneé 1852, *Prodenia* Gueneé 1852, *Rusidiana* Staudinger 1892, *Caradrina venosa* (Gómez y Arroyo 1981; Ruíz *et al.*, 2013).

La identificación de *S. exigua* es a menudo posible. Los adultos se caracterizan por tener alas delanteras gris y una mancha central pálida o anaranjada en forma circular, las traseras son blancas semi-transparentes, surcadas con nervaduras oscuras (Coto, 1997; Bautista, 2006). Cuerpo generalmente verde sin manchas oscuras, con líneas mesodorsales, subdorsales y subspiraculares delgadas, blancas o amarillentas, casi siempre con una mancha oscura lateral en medio; raramente parduscos con manchas subdorsales de forma irregular, nunca triangulares; mandíbulas normalmente con el primer diente más pequeño que el segundo; larvas de último estadio no miden más de 25-30 mm (Caballero *et al.*, 1994; Coto, 1997; Bautista, 2006).

3.8.2 Biología y ciclo biológico

S. exigua es un insecto polífago, migratorio y con hábito nocturno. Generalmente se le considera como un insecto plaga de importancia intermedia, sin embargo; por sus características biológicas en un corto tiempo puede manifestar un aumento de su población causando infestaciones serias y grandes pérdidas económicas (Ruíz *et al.*, 2013).

Las hembras ponen de 300 a 600 huevos, las puestas son colocadas en el envés de las hojas, en masas cubiertas con escamas que contienen entre 10 a 200 huevos, son esféricos con base plana y estrías longitudinales, recién puestos son blanco amarillento que van de verde claro a marrón oscuro cuando están próximos a eclosionar.

Las larvas pasan por 5 estadios de desarrollo (Figura 3), están desprovistas de pelos o espinas, tienen variaciones de color que va de verde claro amarillento a verde-oscuro, leves rayas dorso laterales durante los dos últimos instares. La variabilidad del color depende de la alimentación, desarrollo y nivel de gregarismo.

Las pupas son fusiformes, color amarillento a marrón, el cremaste está compuesto por dos finas espinas y pupan en el suelo (Gómez de Aizpurúa, 1992; Cabello *et al.*, 1996; Capinera, 1999; Caballero, 2004; Capinera, 2005). Los huevos tardan de 4 a 9 días para la emergencia de la larva, completan su desarrollo entre 15 a 25 días, la etapa de pupa va de 7 a 18 días, la longevidad del adulto es de 10 días (Gómez de Aizpurúa, 1992; Cabello *et al.*, 1996; Capinera, 1999; Caballero, 2004; Capinera, 2005).

En determinadas zonas geográficas, dependiendo de las condiciones, *S. exigua* puede estar presente todo el año teniendo de 2 a 8 generaciones anuales, se tienen registros de que en Europa central y del Norte presenta una generación, regiones meridionales y norte de África de 2 a 6, España y Portugal 3 mientras que Marruecos y Canarias de 7 a 8, sin embargo; algunos autores no consideran estos datos como un número exacto (Cayrol 1972; Belda *et al.*, 1994).



Figura 3. Ciclo biológico de *Spodoptera exigua*. Fuente: propia

3.8.3 Daños por *S. exigua*

Los daños son ocasionados por las larvas debido a que su alimentación puede ser por hojas causando grandes defoliaciones; en tejidos blandos y frutos, mostrando orificios y agujeros que afectan visualmente al cultivo y que en algunos puede propiciar la pudrición (Jiménez y Rodríguez, 2014). Las pérdidas de los cultivos son provocadas cuando las poblaciones de larvas aumentan, dificultándose una detección oportuna ya que en sus primeros instares son gregarios y pequeños, conforme avanzan sus estadios los daños se dispersan haciéndolos más visibles

(Saunders *et al.*, 1998). En México se encuentran en las áreas de cultivo de frijol, tomate, algodón, yuca, maíz, sorgo, arroz y jamaica (Pérez-Torres *et al.*, 2009 y 2011; Ruíz *et al.*, 2013).

3.8.4 Resistencia de *S. exigua* a insecticidas

El manejo común de *S. exigua* es por medio de insecticidas. Se encuentran investigaciones que muestran que este insecto ha presentado resistencia a plaguicidas en varios países como piretroides, organofosforados, carbamatos, tubefenocida y *Bacillus thuringiensis* en Pakistán, China, Guatemala y México (Terán-Vargas, 1997; Wang *et al.*, 2002; Delorme *et al.*, 1998; Chen *et al.*, 2002; Mushtaq y Iqbal, 2010).

3.9 Conocimiento campesino

El conocimiento de manera general lo podemos definir como la información que un individuo forma durante su vida por medio de las experiencias que experimenta. En la agricultura esta manera en que las personas conciben esas ideas, como las moldean y aplican algunos investigadores lo describen de diferentes maneras como conocimiento campesino, conocimiento tradicional, conocimiento local, tecnología indígena y sabiduría campesina (Toledo, 1995). Esta construcción de información e indicadores que crean los agricultores está estrechamente vinculada con la cultura y el ambiente local así como de la experiencia, la cual es transmitida de generación en generación, utilizando el método de prueba-error encontrando un equilibrio (BOE, 2007; Abasolo, 2011). Por lo que en la agricultura el conocimiento tradicional o campesino suele ligarse al conocimiento y manejo de calendarios y prácticas agrícolas, selección de semillas, métodos de siembra, fertilización, combate de plagas y enfermedades, manejo y empleo de instrumentos y herramientas etc. (De Pina, 2005).

El conocimiento es dinámico, sin embargo; algunas barreras con los agricultores es que este puede ser específico para un sitio o para las condiciones de una finca o cultivo; por lo cual debe buscarse su adaptación lo cual nos lleva a la experimentación y al acercamiento de investigadores (Altieri y Nicholls, 2007); como en el caso del manejo integrado de plagas donde se puede apreciar la interacción del conocimiento campesino con el técnico (López y Guzmán, 2012), siendo importante la comunicación de estas; si el agricultor no interpreta adecuadamente la información podría generar ideas y conocimientos erróneos hasta el punto de confundirse y en

que rechacen las técnicas y no deseen adoptarlas (Ortiz, 2001), siendo importante la adopción de técnicas, innovaciones y tecnología para un mejor desarrollo agrícola.

3.10 Sistema de producción

Los sistemas de producción agropecuarios se definen como el conjunto de insumos, técnicas, mano de obra, tenencia de tierra y organización de la población para producir productos agrícolas y pecuarios (Jouve, 1988). En la horticultura el sistema de producción está formado por el proceso productivo llevado a cabo por los productores; por los bienes y servicios agrícolas y la comercialización donde participan intermediarios locales, empresas comercializadoras, exportadoras y comercializadoras (Lugo-Morín *et al.*, 2010).

Los sistemas de producción requieren de la vinculación con investigadores, técnicos y agricultores para mejorar el conocimiento de estos y que puedan tener un mejor desarrollo, manteniendo su productividad, buscando sistemas de producción sustentables. Estos deben conservar los recursos productivos y el medio ambiente, cubriendo las demandas sociales y que sean competitivos y rentables (López y Contreras, 2007; Ferrari, 2010). Tanto los sistemas de producción como el conocimiento sufren constantes adaptaciones o cambios que les permite estar vigentes y mantenerse (Díaz-Bautista *et al.*, 2008).

IV METODOLOGÍA GENERAL

4.1 Ubicación del área de estudio

El trabajo de investigación se realizó en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla, el cual se encuentra dentro del Valle de Tepeaca, que es una zona muy reconocida por su fertilidad y por su actividad en la agricultura. El municipio cuenta con agricultura de temporal y de riego; se localiza en la parte central del estado, sus coordenadas geográficas son los paralelos 18°55'36'' y 19° 01'06'' de latitud norte y los meridianos 97° 47'54'' y 97° 52'06'' de longitud occidental (INAFED, 2010).

4.2 Identificación de parasitoides asociados a *S. exigua*

4.2.1. Selección de parcelas de espinaca para muestreos de larvas de *S. exigua*

Se realizaron recorridos de campo durante 2014 para conocer la zona, así como a productores a los cuales se les informó sobre el trabajo para poder monitorear y registrar el manejo de sus terrenos durante el tiempo de la investigación. Los criterios que se usaron para la selección de los terrenos a muestrear fueron: los productores dieran consentimiento de trabajar en sus terrenos (Figura 4) y los cuales estuvieran interesados en el tema así como que durante los últimos 2 años hayan presentado problemas y daños de *S. exigua*. En total se eligieron 16 parcelas de espinaca los cuales se encuentran entre 2066 y 2083 msnm.

4.2.2 Colecta e identificación de parasitoides de *S. exigua*

Las colectas de larvas de *S. exigua* se realizaron del 5 de marzo al 9 de julio del 2015 en parcelas de espinaca. Los meses en que se planearon los muestreos fueron de acuerdo a la información que durante los recorridos en el año 2014 los productores mencionaban con mayor incidencia y donde suelen estar más alerta para su control.

4.2.2.1 Métodos y frecuencia de muestreos

Antes de entrar a las parcelas se realizaba una caracterización rápida de la biodiversidad, registrando que cultivos se encontraban alrededor, en qué etapa estaban y si se había realizado alguna práctica, terrenos en descanso y preguntando si había llovido días anteriores, granizado,

días soleados y nublados (Vázquez-Moreno, 2008; Quiroga-Madrigal *et al.*, 2010). Los sitios se monitorearon desde la emergencia hasta la aparición de los primeros daños; lo cual tomábamos como referencia para iniciar los muestreos de ese terreno hasta la cosecha. En cada muestreo por sitio, se marcaban cinco puntos (Figura 5), cada uno de 1m², los cuales tenían aproximadamente de 70 a 120 plantas dependiendo de la densidad de siembra. Los muestreos se realizaron semanalmente, por las mañanas. Se muestreaban las hojas y tallos hasta la base de la planta observando defoliación y restos de desechos. Se recolectaron larvas de diferentes instares con ayuda de pinceles suaves (Caballero *et al.*, 1990; Bahena *et al.*, 2010; García-Gutiérrez *et al.*, 2013).



Figura 4. Localización de parcelas de espinaca para los muestreos (Fuente: Google 2015, Consulta Mayo 2015, <http://earth.google.com>)



Figura 5. Distribución de los puntos de muestreo, áreas seleccionadas con presencia de daños.

4.2.2.2 Manejo de muestras en campo y laboratorio

Las larvas colectadas eran puestas en recipientes de plástico con tapa previamente etiquetados, se colocaban hojas frescas del cultivo, respetando los registros de sitios y puntos de muestreo. Durante el tiempo de muestreo se colocaban en cajas y en lugares con sombra para evitar que murieran. Posteriormente fueron transportadas al Laboratorio de Fitosanidad e Inocuidad de Alimentos del Colegio de Postgraduados, Campus Puebla.

En el laboratorio las larvas colectadas fueron individualizadas y alimentadas con dieta artificial modificada de Budía (1994), cuya composición consiste en 18 g de agar, 1.1 g nipagina, 1.3 g

ácido ascórbico, 4.5 g ácido benzoico, 128.4 g sémola de maíz, 128.4 g sémola de trigo, 34.3 g levadura de cerveza, 1 g vitaminas Centrum® en este caso las tabletas eran trituradas con mortero; para la preparación se disolvió agar en agua y se calentó hasta la ebullición, se dejó enfriar hasta 40°C y se adicionaron los demás ingredientes. Se colocaba 1 cm³ de dieta dentro de vasos de plásticos del No. 0 con tapa marca PRIMO®, manteniendo los datos de fecha de colecta y sitio. Posteriormente fueron colocadas en una cámara de cría bajo condiciones controladas de 25 ± 2°C de temperatura, con HR de 75% ±5 y fotoperiodo 16:8 de luz: obscuridad y monitoreadas diariamente para en su caso registrar la emergencia del parasitoide del hospedero, momento en el cual ocurre la muerte de las larvas. Los parasitoides obtenidos fueron puestos en frascos etiquetados con alcohol al 70% para su posterior identificación.

4.2.2.3 Identificación taxonómica de parasitoides de *S. exigua*

Para la identificación de los parasitoides se separaron primero por orden en Hymenoptera y Díptera y por medio de un microscopio estereoscópico se separaron en familias. Posteriormente con género y especie se trabajó con claves taxonómicas de Goulet y Huber (1993), Borror y White (1998), Grisell y Schauff (2006) y Bahena (2008). Para corroborar el material se contó con el apoyo del Dr. Alejandro González Hernández, de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

4.2.2.4 Determinación de porcentaje de parasitismo y distribución de parasitoides asociados a *S. exigua*.

El porcentaje de parasitismo permite conocer la actividad de los parasitoides en un determinado momento, puede ser anual pero siempre contemplando las mismas fechas (mes). Cuando se habla de un índice de parasitismo global, nos referimos al resultado que se presenta en la especie plaga, expresada en porcentaje donde se incluye a los parasitoides (Hymenoptera y Díptera) (Vázquez-Moreno, 2010).

Para este estudio se ha tomado como parasitismo al porcentaje de mortalidad causada por las larvas de los parasitoides exclusivamente. Diversos autores han estado trabajando en realizar

estudios, colectas y muestreos sobre distribuciones y parasitismo de algunas especies sobre insectos, siendo más estudiado *Spodoptera frugiperda* (Bahena *et al.*, 2010).

4.3 Conocimiento campesino del sistema tradicional de producción de espinaca y el manejo de *S. exigua*

4.3.1 Visitas al municipio y primeros contactos con autoridades y productores

Al inicio del trabajo se contactó a productores del municipio que tienen años trabajando con espinaca y a la Sociedad de Riego “Zaragoza”, solicitando permiso para visitarlos en sus terrenos con la finalidad de monitorear las etapas del cultivo, conocer sobre el manejo del cultivo y control de *S. exigua* así como al momento de realizar los muestreos para la obtención del material biológico y reunir la información necesaria para el trabajo.

4.3.2 Diseño y elaboración de la encuesta

Para obtener la información necesaria para el cumplimiento de los objetivos se emplearon técnicas cuantitativas y cualitativas. Para obtener información del manejo de *S. exigua* y de espinaca se diseñó y empleó un cuestionario (técnica cuantitativa) y observación directa (cualitativa), con el fin de conocer el sistema de producción de espinaca. Se utilizó la técnica de bola de nieve lo cual permite que la interacción entre los productores ayude y facilite la comunicación, encontrando productores más accesibles (Ortega-Martínez *et al.*, 2014). La aplicación de los cuestionarios se realizó de Octubre 2015 a Enero 2016.

4.3.3 Determinación de tamaño de muestra de los productores a entrevistar

Para conocer el tamaño de la población total se obtuvo información con el regidor de agricultura del municipio de Los Reyes de Juárez, dato necesario para la determinación del tamaño de muestra se estableció manejando un parámetro binomial con varianza máxima ($p=0.5$ y $q=0.5$), con una confianza del 95% utilizando la fórmula de varianza máxima. Así mismo se consultó las principales localidades en los que se cultiva espinaca para realizar la distribución de encuestas en las zonas más importantes de producción.

Se aplicaron 67 cuestionarios; las variables consideradas fueron: preparación del terreno, siembra, fertilización, variedades, plagas y enfermedades, manejo de *S. exigua*, cosecha y comercialización (Lázaro y Ramírez, 2009).

4.3.4 Sistematización y análisis de la información

Los datos obtenidos fueron organizados, sistematizados y ordenados en Excel y analizados en el programa estadístico SPSS versión 22.

4.4 Respuesta de la espinaca var. Phyton F1 a diferentes fuentes de nitrógeno y su relación con la incidencia de *S. exigua* en invernadero

4.4.1 Condiciones generales del experimento

El ensayo se realizó de marzo a mayo del 2015 en el invernadero del Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Se cultivó espinaca variedad Phyton F1. La tierra que se usó para el ensayo pertenece a una parcela de cultivo de espinaca que se encuentra en el municipio de Los Reyes de Juárez, ubicado en 18°55'41.80"N, 97°48'35.02"O. Se usaron vasos de unicel de 1 L de capacidad como maceta.

La siembra se realizó el 16 de marzo del 2015, colocando 3 semillas por maceta a 2.5 cm de profundidad y tapadas con costales hasta la emergencia de las plántulas. El ensayo consistió en dos etapas: la primera en el crecimiento y desarrollo de la espinaca en las diferentes fuentes de nitrógeno y la segunda en la exposición de hembras y larvas de *S. exigua* para ver su respuesta y daños en las plantas.

4.4.2 Tratamientos

Los tratamientos estuvieron basados en el uso fuentes de nitrógeno (Cuadro 3), en este caso se el empleo composta de cachaza, lixiviado de conejo y solución Steiner. En total se trabajaron seis tratamientos con cinco repeticiones cada una. La composición de la solución de Steiner para 200L fue: nitrato de potasio (63g), nitrato de calcio (120g), fosfato monopotásico (30g), sulfato

de magnesio (75g), sulfato de potasio (67g), ácido sulfúrico (20ml) y micronutrientes (10g) Ultrasol micros[®].

4.4.3 Diseño de tratamientos y variables estudiadas

Crecimiento y desarrollo de la espinaca: se hicieron mediciones semanales de las hojas y tallos de espinacas por medio de un vernier digital. Las variables medidas fueron: dinámica de crecimiento de la espinaca, número de hojas, altura de la planta, grosor del tallo, peso fresco y seco de la planta y de la raíz, longitud de la raíz. Se realizaron observaciones visuales buscando las características morfológicas descritas por la escala BBCH para la fenología (Meir, 2001) por lo que se consideró el cambio de una fase o estadio cuando el 50% de plantas por tratamiento las presentaban. Posturas de hembras de *S. exigua* en tratamientos: el ensayo fue dirigido, se colocó una hembra por planta y 24 horas después de la liberación se contabilizaron las masas y número de huevos colocados en las hojas. Daños de larvas de segundo instar: se colocó una larva por planta, las cuales habían sido alimentadas de acuerdo a la planta asignada al ensayo. En la cosecha se calculó el peso de la larva y el instar alcanzado. Por medio del programa ImageJ se calculó el número de hojas dañadas, área total de las hojas y área total dañada.

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos formados para el ensayo de fuentes de nitrógeno mineral y orgánica en condiciones de invernadero

Abreviatura	Tratamientos Descripción	Composición de maceta	Composición de riego
SN100%	Solución nutritiva Steiner al 100%	Tierra	Solución Steiner 100%
SN50%	Solución nutritiva Steiner al 50%	Tierra	Solución Steiner 50%
SN100%+COMP	Solución nutritiva Steiner al 100% + Composta de cachaza	Tierra+ composta de cachaza 1:1 (Volumen)	Solución Steiner 100%
COMP	Composta de cachaza	Composta de cachaza	Agua
LIXCON	Lixiviado de conejo	Tierra	Lixiviado de conejo
TESTIGO	Sin fertilizar	Tierra	Agua

4.4.4 Análisis estadísticos

Los resultados fueron analizados por medio de la prueba de Tuckey ($p < 0.05$) en el programa estadísticos SAS, las medias se compararon usando DHS ($p < 0.05$).

V RESULTADOS

5.1 Parasitoides asociados al gusano soldado *Spodoptera exigua* (Hübner) en espinaca *Spinacia oleracea* Linnaeus en Los Reyes de Juárez, Puebla México.

5.1.1 Resumen

El gusano soldado *Spodoptera exigua* (Hübner) es una plaga clave en espinaca y otras hortalizas en México, el uso de insecticidas de síntesis, ha ocasionado resistencia en este insecto, además de afectar a las poblaciones de parasitoides. El objetivo fue determinar el porcentaje de parasitismo e identificar las especies de parasitoides asociados a *S. exigua* en el cultivo de espinaca, en condiciones de campo en la zona hortícola de Los Reyes de Juárez, Puebla, México. Se realizaron colectas semanales de larvas de *S. exigua* en 9 sitios de muestreo sembrados con espinaca, del marzo a julio de 2016. Se colectaron 3441 larvas de diferentes instares de *S. exigua*; en Los Reyes de Juárez se obtuvo el 27.71% de parasitismo. Las especies identificadas fueron *Campoletis sonorensis* (Cameron); *Pristomerus spinator* (Fabricius); así como un ejemplar de la subfamilia Mesochorinae (Hymenoptera: Ichneumonidae). Además *Chelonus insularis* (Cresson); adultos de la subfamilia Microgastrinae (Hymenoptera: Braconidae) y una especie de orden Díptera familia Tachinidae.

Palabras claves: control biológico, control natural, parasitismo

5.1.2 Abstract

The armyworm *Spodoptera exigua* (Hübner) is a key pest in spinach and other vegetables in Mexico, the use of synthetic insecticides has caused resistance in this insect. In addition to affecting parasitoid populations. The objective of this study was to determine the percentage of parasitism and identify parasitoid species associated with *S. exigua* in spinach crop in field conditions in the horticultural area of Los Reyes de Juárez, Puebla, Mexico. Weekly collections of larvae of *S. exigua* in 9 sampling sites planted with spinach, March to July 2016. In total 3441 larvae of different instars of *S. exigua* they were collected ; in Los Reyes de Juárez the 27.71% parasitism was obtained. Species identified were *Campoletis sonorensis* (Cameron); *Pristomerus spinator* (Fabricius); as well as of the Microgastrinae and Mesochorinae (Hymenoptera: Ichneumonidae) subfamilies. Additionally gender *Chelonus insularis* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae) and order Diptera Family Tachinidae.

Keywords: biological control , natural control, parasitism

5.1.3 Introducción

El gusano soldado (Hübner) es un insecto plaga polífago de importancia económica en México, en el estado de Puebla afecta a diversas especies de hortalizas, entre las que se encuentra la espinaca (*Spinacia oleracea* L.). El método de control más común de este insecto, es el químico (Barrientos *et al*, 2013). El uso indiscriminado de insecticidas de síntesis, ha ocasionado resistencia en esta especie, además de los efectos nocivos en los ecosistemas y efectos secundarios en enemigos naturales (Torres-Vila *et al.*, 1998; Martínez, 2011).

El uso del control biológico, ha recibido una particular atención por parte de la comunidad científica debido a su eficacia y baja toxicidad hacia el ambiente y los humanos (Morales, 1996). Las aplicaciones de insecticidas eliminan o reducen las poblaciones de los enemigos naturales lo cual al no regular las plagas, se puede provocar la resurgencia de especies de insectos plagas (Torres-Vila *et al*, 1998; Huerta-de la Peña *et al.*, 2009).

Dentro de los agentes de control biológico se encuentran los parasitoides, los cuales son importantes por ser altamente específicos y de una excelente capacidad de búsqueda de su huésped (Nicholls *et al.*, 1999; Salas y Salazar, 2003; Barrera, 2007). Estos insectos son parasíticos en etapa larvaria, pueden desarrollarse dentro o sobre el individuo el cual muere y en estado adulto son de vida libre, alimentándose de miel, néctar o polen (Barrera, 2007; Bahena, 2008).

De los órdenes con especies de parasitoides más estudiados para control biológico son Hymenoptera y Díptera, del primero una de las superfamilias con gran importancia es Ichneumonoidea encontrando dos familias importantes que son Ichneumonidae y Braconidae (Van Driesche *et al*, 2007); en el segundo orden la familia Tachinidae es la más común.

En *S. exigua* tanto en México como en otros países, se han encontrado asociadas las especies: *Telenomus* sp., *Chelonus insularis* (Cresson), *Meteorus autographae* Muesbeck, *Lespesia archippivora* (Riley) (Capinera, 2014), *Cotesia marginiventris* (Cresson) (Andrei y Everett, 2000; Urbaneja *et al.*, 2002), *Microplitis similis* Lyle (Shun-Ji *et al.*, 2015), *Microplitis manilae*

Ashmead (Bo *et al.*, 2013), *Meteorus pulchricornis* (Wesmael) (Guo *et al.*, 2013), *Hyposoter didymator* (Thunberg), *Gonia bimaculata* Wiedemann (Caballero, 1990), *Microplitis fulvicornis* (Wesmael) (Karimí-Malati *et al.*, 2014).

En la zona hortícola del estado de Puebla y dentro del municipio de Los Reyes de Juárez, no se han realizado estudios sobre los parasitoides asociados a *S. exigua*, por lo cual se realizó el presente trabajo de investigación con el propósito de identificar y evaluar su potencial como controladores biológicos de *S. exigua*.

5.1.4 Materiales y métodos

5.1.4.1 Ubicación del área de estudio

El trabajo se desarrolló en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla, localizado en la parte central del estado, la principal actividad en este lugar es la agricultura, con una superficie de 25.84 Km² para su producción, siendo en su mayoría hortalizas (INEGI, 2005; Barrientos-Gutiérrez *et al.*, 2013). La temperatura es de 14 a 18°C y Humedad relativa (HR) de 17 a 83% (INEGI, 2005, INAFED, 2010).

5.1.4.2 Parcelas de espinaca para los muestreos y colecta de larvas de *S. exigua*

Se seleccionaron 16 parcelas de espinaca en los que al menos en los dos últimos años han presentado daños por *S. exigua*. A cada parcela se le identificó con las iniciales de los nombres de los productores que las cultivaron. Semanalmente se realizaron las recolectas de las larvas, del 5 de marzo al 9 de julio del 2015.

El número de recolectas por parcela o sitio fue variado, debido a la fenología y duración del ciclo de desarrollo del cultivo. El método de muestreo consistió en ubicar 5 áreas de 1 m² cada una y que tuvieran plantas con hojas dañadas por *S. exigua*, posteriormente se marcaban y se procedía a revisar todas las plantas y con la ayuda de un pincel suave del número 0, se recolectaban las larvas en los diferentes estadios (Molina-Ochoa *et al.*, 2000; Bahena *et al.*, 2010; García-Gutiérrez *et al.*, 2013; Ordoñez-García *et al.*, 2015).

5.1.4.3 Manejo de muestras en campo y laboratorio

Una vez recolectadas las larvas en campo, estas se colocaban en pequeños recipientes de plástico y se les agregaba trozos de hoja de espinaca para que se alimentaran en el traslado a laboratorio, cada recipiente fue etiquetado con los datos específicos del sitio de recolecta, la fecha y el número de larvas colectadas.

Posteriormente las larvas dentro de los recipientes, fueron trasladadas al laboratorio de Fitosanidad e Inocuidad de Alimentos del Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, donde se individualizaron en pequeños vasos de plástico con capacidad de 50 ml con tapa del No. 0 marca PRIMO[®], en este caso se agregó 1 cm³ de dieta artificial (Budía *et al.*, 1994). Las larvas en estos recipientes, fueron colocadas dentro de una cámara bioclimática visitable con temperatura controlada de 25°C ± 2°C y 75% ±5 de HR y fotoperiodo 16:8 L:O Luz : Oscuridad (Delgado *et al.*, 2012). Las larvas se revisaban diariamente durante su desarrollo, hasta que se observaran parasitoides o bien cuando emergieran los adultos.

La mortalidad de larvas ocurrida por otras causas como manejo, virus y otro tipo de microorganismos, fue registrada (Nicholls, 2008) y en el caso de los parasitoides, se contaba el número de especímenes emergidos por especie y se procedía a recolectarlos y montarlos para su identificación. (Molina-Ochoa *et al.*, 2000; Sánchez y González, 2006; Córtez-Mondaca *et al.*, 2010).

Los adultos de los parasitoides emergidos fueron colocados en alcohol al 70%. Para la observación de las estructuras morfológicas de parasitoides, éstos fueron colocados en 1 ml de acetato de amilo durante 5 minutos, posteriormente se pasaron en papel absorbente, hasta que se secaron.

5.1.4.4 Identificación de parasitoides de *S. exigua*

Para la identificación de los adultos parasitoides, se separaron primero por orden en Hymenoptera y Díptera, con ayuda de un microscopio estereoscópico Motic[®] DM143 se separaron en familias.

Posteriormente para género y especie se trabajó con claves taxonómicas de Goulet y Huber (1993); Borror y White (1970); Grisell y Schauff (2006) y Bahena (2008).

Para la identificación de las especies se usaron las claves taxonómicas de Townes y Townes (1966) y Whal (1993), Wharton *et al.*, (1998) y el Catálogo Ilustrado de Braconidae (González *et al.*, 2003) se revisaron materiales de referencias de otras colecciones para la corroboración con las que cuenta la Colección de Insectos Benéficos Entomófagos donde contamos con el apoyo del especialista Dr. Alejandro González Hernández (FCB-Universidad Autónoma de Nuevo León) para corroborar a nivel de especie el material. Los ejemplares identificados se ubicaron en esta colección y en la colección entomológica del Colegio de Postgraduados, Campus Puebla.

5.1.4.5 Determinación de porcentaje de parasitismo

Para estimar el porcentaje de parasitismo de cada una de las especies de parasitoides de *S. exigua* se utilizó la fórmula propuesta por Bahena y Velázquez (2012) citado por García-Gutiérrez *et al.*, 2013 y González-Maldonado *et al.*, 2014:

Dónde:

$$(\%)Parasitismo = \left[\frac{\text{Larvas parasitadas}}{\text{Larvas útiles}} \right] \times 100$$

Las larvas útiles se obtienen con la diferencia entre las larvas colectadas y las que mueren por manejo y patógenos (virus, hongos, bacterias y nematodos). Las larvas parasitadas se cuantifican únicamente a partir de las larvas útiles, emerja o no el parasitoide adulto.

5.1.4.6 Análisis de información

Una vez identificadas las diferentes especies de parasitoides asociados a *S. exigua*, se registró el porcentaje de parasitismo en las parcelas donde se realizaron los muestreos en las diferentes fechas de recolecta, con el propósito de conocer su distribución, abundancia y determinar su potencial como controladores biológicos de *S. exigua*.

5.1.5 Resultados y discusión

Se colectaron 3441 larvas de diferentes estadios de *S. exigua* en las parcelas de espinaca muestreadas, en el período comprendido del 5 de marzo al 9 de julio del 2015. En Los Reyes de Juárez, se presentó el 27.71% de parasitismo lo cual pareciera relativamente bajo, sin embargo; se debe mencionar que en la región se utilizan diversos insecticidas que afectan a los parasitoides y que fácilmente el parasitismo podría elevarse si se disminuye el uso de insecticidas.

Adicionalmente, un factor de mortalidad importante detectado, fue la acción de microorganismos teniendo 689 larvas las cuales presentaron principalmente contagiadas de virus, 2 larvas por hongos y 6 por bacterias. En cuanto a los parasitoides, el grupo más abundante fue Hymenoptera, siendo la superfamilia Ichneumonoidea la que presentó mayor número de especies; en estudios similares se ha reportado que los parasitoides asociados a *S. exigua* son principalmente de las familias Ichneumonidae y Braconidae seguido de Díptera por Tachinidae (Ruiz, *et al.*, 2002; Molina *et al.*, 2003).

5.1.5.1 Identificación de especies parasitoides asociadas a *S. exigua*

Se identificaron tres especies asociadas a *S. exigua* (Figura 6) por medio de algunas estructuras morfológicas distintivas:

Campoletis sonorensis (Cameron), Hymenoptera: Ichneumonidae): Pertenece a la subfamilia Campopleginae, generalmente son endoparasitoides solitarios, kainobiontes. Las principales características morfológicas que nos llevaron a identificar esta especie fueron mesosoma y dorso del metasoma negros; propodeo con areola romboide en el medio; ovipositor curvado hacia arriba. Tégula, pro y mesotrocánteres y segundo segmento de los metatrocánteres amarillos, procoxas amarillas, mesocoxas castañas, fémures rojos, metatibia amarilla en el medio, negra en la base, el ápice y ventralmente.

Pristomerus spinator (Fabricius), Hymenoptera: Ichneumonidae): Pertenece a la subfamilia Cremastinae, son endoparasitoides solitarios, koinobiontes. Las principales características morfológicas del adulto observadas fueron color ámbar en el cuerpo, con dorso del tórax más

oscuro, al igual que los ojos; abdomen en la parte ventral amarillo claro. Ovipositor largo, sinuoso y expuesto con cuatro franjas de color más oscuro. Característica distintiva es que los fémures posteriores tienen una espina o diente en la parte ventroposterior del mismo, seguido de unos dientecillos de menor tamaño, tanto en machos como en hembras (Borror *et al*, 1970; Goulet y Huber, 1993; Domínguez-Jiménez *et al*, 2000).

Chelonus insularis (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae): Pertenece a la subfamilia Cheloninae, endoparasitoides solitarios de huevo-larva. Las características observadas en los adultos fueron ojos setosos, ala anterior sin la vena (RS+M), caparazón metasomal en forma convexa y esculpida uniformemente, sin canales transversos. El ápice del caparazón del macho puede o no presentar un foramen, cavidad o fosa setosa.

Adicionalmente se obtuvieron tres parasitoides, dos himenopteros, un icneumonido de la subfamilia Mesochorinae y un Braconido de la subfamilia Microgastrinae, así como un Díptera de la familia Tachinidae los cuales no fueron determinados a nivel de especie debido a que en las claves utilizadas no existían referencias específicas para estos ejemplares.

Las especies mas abundantes asociadas a *S. exigua*: fueron *C. sonorensis* (Cameron), *Ch. insularis* (Cresson) y *P. spinator* (Fabricius), han sido reportadas en otros estados de la República Mexicana asociándose principalmente a *S. frugiperda* (Ruiz *et al*, 2010; Ríos-Velasco *et al*, 2011; García-Gutiérrez, 2013); las dos primeras especies son comunes y se presentan de forma natural con mayor abundancia en México (Rodríguez-Mota *et al*, 2014).

C. sonorensis por su abundancia fue la principal especie en este trabajo, seguido de *Ch. insularis*, a pesar de que en la mayoría de las investigaciones realizadas en México la reportan como principal especie en los estados de Coahuila, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán y Veracruz (Molina-Ochoa *et al*, 2004; Ríos-Velasco *et al*, 2011). El orden de menor abundancia fue Díptera con solo 15 ejemplares, lo cual se debe a que en las colectas se obtuvieron principalmente larvas L1-L3.

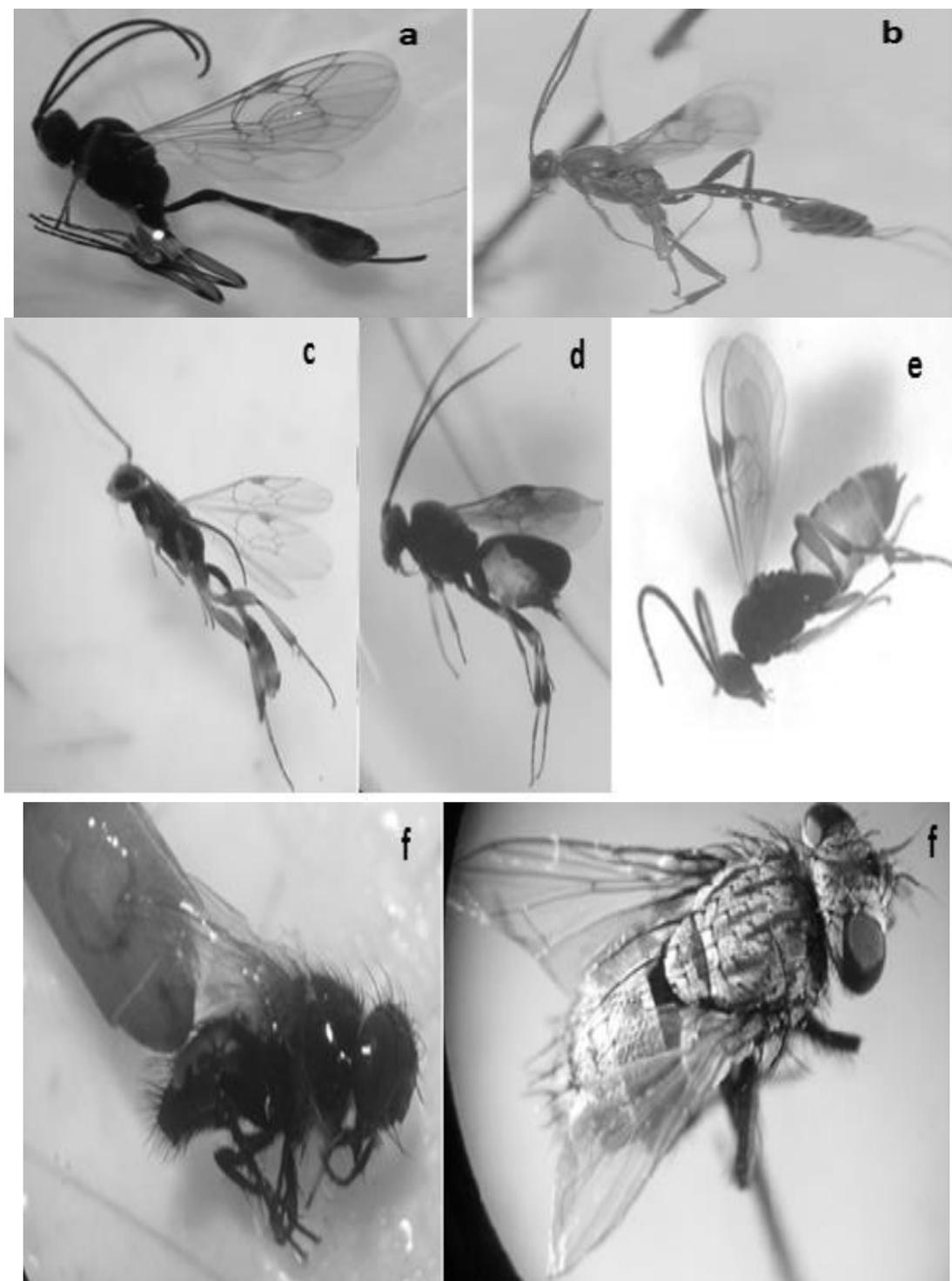


Figura 6. a) *Campoletis sonorensis*, b) *Pristomerus spinator* y c) *Mesochorus*, pertenecen a Hymenoptera: Ichneumonidae. d) *Chelonus insularis* y e) *Cotesia sp* pertenecen a Hymenoptera: Braconidae. f) Diptera: Tachinidae en alcohol al 70% y en seco con acetato de amilo

5.1.5.2 Porcentaje de parasitismo y distribución de parasitoides asociados a *S. exigua*

El parasitismo total en Los Reyes de Juárez, Puebla fue de 27.71% para toda la área muestreada; lo cual es similar a lo reportado para *S. frugiperda* como lo mencionan Cortez-Mondaca *et al.*, 2012 en Sinaloa y México, mientras que Ordoñez-García *et al.*, 2015 para Chihuahua. El porcentaje de parasitismo total de las especies encontradas considerando todos los sitios durante los meses de muestreo en cuanto al orden Hymenoptera fueron: *C. sonorensis* con 7%, lo cual es similar al porcentaje de parasitismo de esta especie pero en *S. frugiperda* mostrado en los valles de Durango durante 2014 (González-Maldonado *et al.*, 2014), *Ch. insularis* 3.04% este dato es aproximado al reportado para Nayarit con *S. frugiperda* por Estrada-Virgen *et al.*, (2013), *P. spinator* 1.93%, Microgastrinae de 1.3 % y de Mesochorinae 0.05%. El porcentaje de parasitismo del orden Díptera fue de 0.7%.

El aumento de la presencia de larvas de *S. exigua* se observó a finales del mes de marzo (Figura 7) incrementándose hasta finales de mayo; con el inicio de las lluvias tiende a disminuir su presencia, en cuanto al porcentaje de parasitismo se encontró que el control por medio de los parasitoides aumenta en los meses de junio y julio, variando del 22% al 53%.

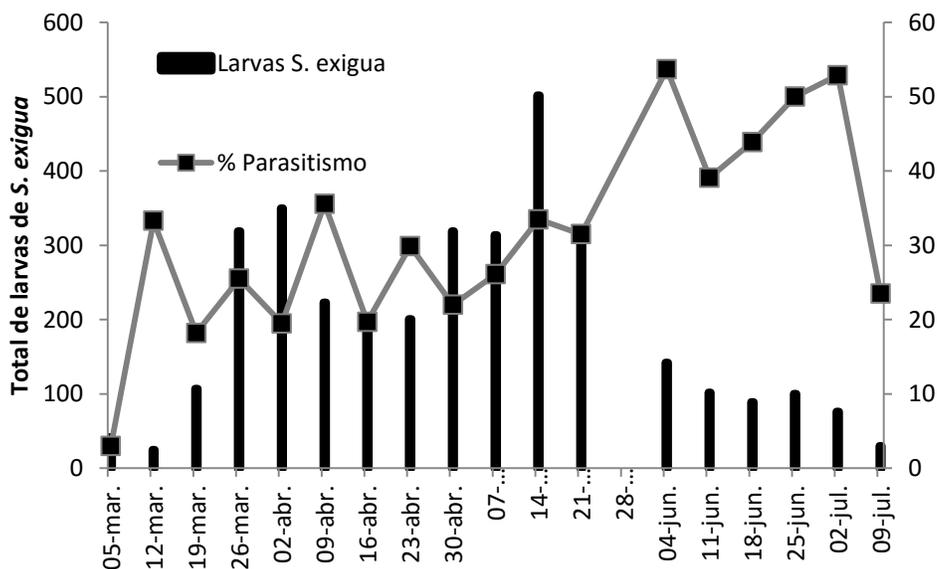


Figura 7. Fluctuación poblacional de *S. exigua* y porcentaje de parasitismo en diferentes estados fenológicos de espinaca durante 2015 en Los Reyes de Juárez (Puebla).

Se determinaron los porcentajes de parasitismo total tanto de los sitios (Cuadro 4) como de las fechas de muestreo (Cuadro 5) y se determinó el porcentaje de parasitismo de especies asociadas a *S. exigua* considerando al número de ejemplares adultos de cada especie obtenida. Los porcentajes de parasitismo fueron muy variados en las diferentes parcelas siendo ausentes algunas especies en los sitios muestreados; por lo que es probable que las especies de parasitoides pueden verse afectadas por diversos factores como son el uso de productos químicos, así como la diversidad y abundancia vegetal que puede haber a los alrededores de los cultivos y de las zonas muestreadas (González-Maldonado *et al.*, 2014).

Cuadro 4. Ubicación de los sitios de muestreos, porcentaje de parasitismo total de *S. exigua* por sitios y porcentaje de parasitismo de las especies de parasitoides en diferentes sitios de muestreo en cultivo de espinaca durante marzo-julio 2015.

Sitios	Coordenadas		Msnm	Nm	L. Col.	Lpa	Mort.	AS.ex	%T/s	<i>C. sonorensis</i>	<i>P. spinator</i>	Mesochorus	<i>Ch. insularis</i>	Microgastrinae	Tachinidae
FR	18°55'41.80"N	97°48'35.02"O	2070	9	265	43	112	110	28.1	2	0	0	2.6	0	0
VA	18°56'30.69"N	97°48'6.75"O	2081	1	124	28	26	70	28.6	7.1	3.1	0	5.1	0	0
AU	18°56'31.91"N	97°48'4.27"O	2081	10	875	155	362	358	30.2	4.7	2.3	0	3.1	1.7	1.4
RI	18°56'16.46"N	97°48'25.79"O	2078	1	56	13	19	24	35.1	8.1	2.7	0	27	0	0
CY	18°56'29.96"N	97°48'21.09"O	2088	4	215	34	83	98	25.7	8.3	0	0	0.7	0.7	0
CY2	18°56'28.99"N	97°48'17.26"O	2087	2	100	9	41	50	15.2	3.4	0	0	0	0	0
PA	18°56'30.29"N	97°48'11.97"O	2080	6	288	45	146	97	31.7	8.4	5.6	0	0	2.1	0.7
PA2	18°56'31.90"N	97°48'15.80"O	2080	2	67	14	34	19	42.4	6.1	3	0	0	3	0
AM	18°56'22.87"N	97°48'20.79"O	2066	1	25	5	5	15	25	15	5	0	0	0	0
BM	18°56'12.92"N	97°47'56.80"O	2069	1	57	5	7	45	10	4	2	0	0	0	0
PB	18°56'10.55"N	97°48'21.04"O	2078	1	60	6	11	43	12.2	10.2	0	0	0	0	0
AR	18°56'30.86"N	97°48'0.76"O	2075	5	167	27	49	91	22.9	5.1	3.4	0.8	3.4	2.5	1.7
JA	18°56'32.32"N	97°47'51.75"O	2083	3	433	74	132	227	24.6	9	1	0	2.3	1.3	1
FJ3	18°56'30.53"N	97°47'49.60"O	2077	2	206	47	58	101	31.7	18.9	0	0	0.7	0.7	0
FJ4	18°56'27.20"N	97°47'51.74"O	2072	3	259	30	158	71	29.7	6.9	2	0	0	0	1
BAU	18°56'29.96"N	97°48'3.33"O	2076	2	244	39	127	78	33.3	2.6	3.4	0	12.8	4.3	0.8

Nm= número de muestreos, Lcol=total de larvas de *S. exigua* colectadas, Lpa= total de larvas parasitadas, Mort= mortalidad, AS.ex= adultos de *S. exigua*, %T/s= % total de parasitismo por sitio

También se determinó el porcentaje de parasitismo en las diferentes fechas de muestreo; así como las especies que estuvieron presentes en los meses observados donde se contemplaron todas las larvas colectadas, el total de larvas con presencia de parasitismo y el número de adultos de parasitoides en los diferentes sitios; encontrándose mayores porcentajes de parasitismo en los meses de junio y julio; sin embargo las poblaciones de *S. exigua* tienden a bajar durante estos meses por la época de lluvia y las aplicaciones de productos químicos son menos frecuentes.

Cuadro 5. Condiciones climáticas en el municipio de Los Reyes de Juárez, Pue., durante los meses de muestreo, porcentaje de parasitismo por sitio y porcentaje de parasitismo de las especies asociadas a *S. exigua*

Fecha	T (°C)	%HR	Nm	Lcol	Lpa	Mort.	AS. ex	%Tpa	<i>C. sonorensis</i>	<i>P. spinator</i>	Mesochorus	<i>Ch. insularis</i>	Microgasterinae	Tachinidae
05-mar	16.79	48.51	1	42	1	9	32	3	0	0	0	0	0	5.9
12-mar	10.44	86.56	1	25	6	7	12	33.3	0	0	0	0	0	0
19-mar	18.88	56.54	3	107	16	19	72	18.2	0	0	0	0	0	0
26-mar	17.5	63.08	5	319	50	123	146	25.5	5.8	2.7	0	5.2	1.3	2
02-abr	18.19	58.7	5	350	53	78	219	19.5	6.4	3.9	0	3.5	0.9	0
09-abr	18.43	59.18	4	223	47	91	85	35.6	12.4	6.6	0	9.6	1.2	3.4
16-abr	19.18	59.57	4	197	33	29	135	19.7	1.5	0.7	0	0	1.4	0
23-abr	21.12	42.56	3	201	43	57	101	29.9	12.9	1.9	0	5.6	2.9	1.9
30-abr	16.1	79.23	4	319	63	33	223	22	12.5	2.2	0.4	3	2.2	.9
07-may	18.75	63.66	5	314	29	203	82	26.1	6.8	1.2	0	4.6	2.4	1.2
14-may	18.49	67.84	8	502	86	245	171	33.5	13.2	1.7	0	9.5	2.3	.6
21-may	18	72.06	5	303	41	173	89	31.5	11.9	3.3	0	0	3.3	1.1
04-jun	16.68	77.67	4	142	29	88	25	53.7	3.8	7.4	0	0	0	0
11-jun	19.27	70.22	2	102	27	33	42	39.1	12.5	2.3	0	4.5	0	0
18-jun	18.52	70.33	1	89	18	48	23	43.9	14.8	0	0	0	0	0
25-jun	18.26	57.78	1	100	19	62	19	50	20.8	13.6	0	5	13.6	0
02-jul	18.69	61.33	1	76	9	59	8	52.9	0	0	0	0	0	0
09-jul	17.3	55.69	1	30	4	13	13	23.5	0	0	0	0	0	0

T=temperatura, %HR=% humedad relativa, Nm=número de muestreos, Lcol= larvas colectadas, Lpa=larvas parasitadas, Mort= mortalidad, AS.ex=adultos de *S. exigua*, %Tpa=% total de parasitismo

En cuanto a la distribución de las especies (Figura 8) se observó que la especie con mayor distribución fue *C. sonorensis* presentándose en toda el área muestreada encontrándose desde los 2066 hasta los 2083 msnm; esta especie fue la más abundante y en todos los sitios estuvo

presente, en estudios similares la mencionan como abundante (Molina-Ochoa *et al.*, 2004; García *et al.*, 2013). *Ch. insularis* fue la segunda especie en porcentaje de parasitismo, a pesar de que su presencia fue menos del 50% del total de los sitios.

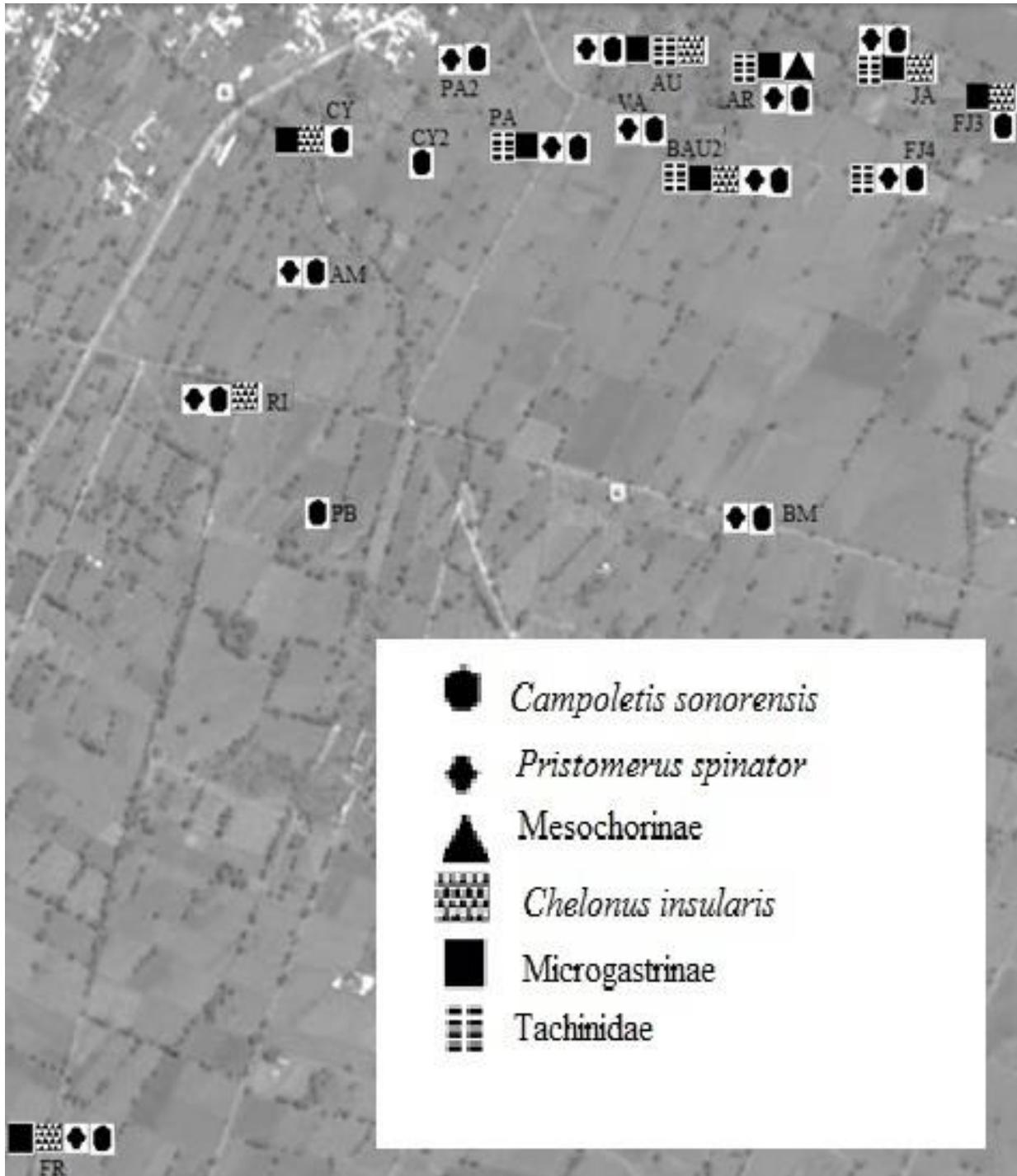


Figura 8. Distribución de las especies asociadas a *Spodoptera exigua* en los sitios muestreados

Los sitios con mayor presencia y frecuencia de especies de parasitoides fueron aquellos que en sus alrededores tuvieron presencia de malezas, plantas silvestres con flores y cultivos de flores ornamentales (Figura 9). En el caso de BAU y AU existía junto a sus terrenos cultivo de alfalfa, así como de un terreno con varios años de descanso, el cual tiene diversas malezas y plantas silvestres con flores, sin embargo; una diferencia entre estos fueron las aplicaciones de productos químicos siendo menor en AU. El sitio FR fue el más lejano, es una zona con pocas plantas silvestres; sin embargo, suele ser menor el uso de productos químicos. Los sitios AR y JA tuvieron en las orillas plantas silvestres con flores, así como de un terreno con dos cultivos de flores ornamentales, estos sitios y en los demás suelen utilizar con mayor frecuencia productos químicos.



Figura 9. Parcelas en descanso con malezas y arbustos donde diversos insectos consumen polen, alrededor flores silvestres que sirven como reservorios.

5.1.6 Conclusiones

En el municipio de Los Reyes de Juárez, durante marzo a julio del 2015 se presentó un 27.71% de parasitismo, también se encontraron a *C. sonorensis*, *Ch. insularis* y *P. spinator* especies de parasitoides asociadas a *S. exigua* en espinaca. La especie más abundante fue *C. sonorensis* con un 7% de parasitismo. Existe un potencial de control natural por medio de especies de parasitoides, que a pesar de las aplicaciones de insecticidas éstas se encuentran presentes por lo cual, los resultados brindados proporcionan información que puede ayudar en futuras investigaciones, así como a los productores en poder conocer y saber la existencia de enemigos naturales de *S. exigua*, sin embargo; es importante que los agricultores conozcan que estos organismos pueden ser afectados por el uso inadecuado de los agroquímicos.

5.2 Conocimiento campesino del sistema de producción tradicional de espinaca y del manejo de *Spodoptera exigua* en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla

5.2.1 Resumen

El presente trabajo hace una descripción del conocimiento de los productores sobre espinaca y *Spodoptera exigua* en el municipio de Los Reyes de Juárez, el cual se encuentra dentro de una de las zonas hortícolas más importantes del estado de Puebla. Se aplicaron 67 cuestionarios a productores de espinaca para su caracterización, se encontró que la producción de espinaca en la localidad de Los Reyes de Juárez se realiza a cielo abierto, con sistema de riego rodado con agua de pozo, han manejado trece variedades de espinaca siendo las más comunes Phyton F1, Manatee y Helly, por adaptarse mejor a la región y por las características solicitadas del mercado. Entre las principales plagas que afectan la productividad y el rendimiento de la espinaca en se encuentran el complejo Lepidoptera y pulgón; mientras que en enfermedades el principal daño es ocasionado por *Perinospora farinosa*. El control de *S. exigua* sigue siendo por medio de insecticidas de síntesis química, siendo la aplicación de estos sin algún tipo de protección; sin embargo existen especies de insectos y entomopatógenos benéficos que pueden ser incorporados en el manejo del sistema de producción de espinaca para el control de *S. exigua*. Los principales mercados donde los productores comercializan son Huixcolotla, central de abastos de Puebla y México así como a compradores que visitan la región y compran las parcelas. El presente trabajo tiene el objetivo de describir y analizar el conocimiento campesino del sistema de producción tradicional de espinaca y del manejo de *S. exigua* en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla.

Palabras clave: manejo de la espinaca, mercado, plagas de la espinaca, *Spinacia oleracea*,

5.2.2 Abstract

This paper is a description of the knowledge of producers about spinach and *Spodoptera exigua*. In the municipality of Los Reyes de Juárez, which is located within one of the most important horticultural zones of the state of Puebla. 67 questionnaires were applied a producers spinach for characterization, finding production of spinach in the town of Los Reyes de Juarez is done open pit, with system furrow irrigation with water from wells, they have managed thirteen varieties of spinach being the most common Phyton F1, Manatee and Helly, to better adapt to the region and the required characteristics market. Among the main pests that affect the productivity and yield of spinach found in the complex Lepidoptera and aphid; while it is diseases the principal is caused

by damage *Perinospora farinosa*. Control of *S. exigua* remains of insecticides by chemical synthesis, being the application of these some protection; however there are species of beneficial insects and entomopathogenic that can be incorporated in the production management system spinach control of *S. exigua*. Major markets where they are sold Huixcolotla are producers, central de abastos of Puebla Mexico and as, to buyers who visit the region and buy the plots. The present work has the m order to describe and analyze the m v farmers' knowledge of traditional production system spinach and management of *S. exigua* in the municipality of Los Reyes de Juarez, Puebla.

Keywords: market, pests spinach, spinach management, *Spinacia oleracea*,.

5.2.3 Introducción

La agricultura es una actividad que se ha realizado por siglos, la cual ha permitido obtener alimentos para cubrir sus necesidades y participar en el mercado para generar ingresos. Los dos modelos reconocidos para atender al campo son el tradicional y convencional, este último está orientado a obtener máximos niveles de producción, uso masivo de insumos agrícolas, fertilizantes químicos, semillas seleccionadas y plaguicidas en general (Altieri, 1999), predominando los monocultivos, ocasionando problemas en los agroecosistemas y desequilibrio en los suelos, entre las limitantes se encuentran la reducción de superficie de parcelas, falta de agua, incidencia de siniestros como heladas, inundaciones y sequias, alta incidencia de plagas y enfermedades mientras que en la agricultura tradicional el desarrollo se da dentro de las unidades productivas, mejorando las actividades con los recursos que se tiene (Altieri, 1999).

Existe una relación entre la agricultura tradicional y el conocimiento campesino y es que ambas han estado entrelazadas debido a la experiencia, observación, curiosidad y habilidad del campesino o productor, que este ha generado de manera empírica información que le ayuda en la producción de alimentos. En el Boletín Oficial del Estado en España (BOE, 2007) se define el conocimiento tradicional como “al conocimiento, las innovaciones y prácticas de las poblaciones locales ligados al patrimonio natural y la biodiversidad, desarrolladas desde la experiencia y adaptadas a la cultura y el medio ambiente local”. A lo cual el sistema de manejo tradicional está basado en los conocimientos locales, al desarrollo de labores agrícolas tradicionales en

condiciones de minifundio, bajo temporal y con el uso de mano de obra familiar (Díaz-Jarquín *et al.*, 2011).

Durante años el hombre ha generado información sobre ciertos cultivos como en el caso particular de la espinaca (*Spinacea oleracea* L.), la cual pertenece a la familia de las Quenopodiáceas, originaria del continente Asiático, siendo un cultivo con un gran valor nutritivo por su elevado contenido en vitaminas y minerales (Noguera, 2004). En Puebla la espinaca tiene una superficie sembrada de 451 ha y una superficie cosechada de 413 ha, con una producción de 3,745 t, un rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$) de 9.07 y un valor de producción (miles de pesos) de 5,178.35 (SAGARPA, 2008). El municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla es reconocido por estar dentro de la zona del valle de Tepeaca, reconocido por su producción hortícola. El SIAP en el 2014 reporta para el municipio de Los Reyes de Juárez 72 ha de superficie sembrada y cosechada, 548 t producción y con un rendimiento de 7.61 t/ha de espinaca.

El gusano soldado (*Spodoptera exigua* Hübner) es un insecto polífago, se ha reportado como plaga en el municipio de Los Reyes de Juárez afectando a diversos cultivos como acelga (*Beta vulgaris* var. Cicla), alfalfa (*Medicago sativa*), apio (*Apium graveolens* Apiaceae), brócoli (*Brassica oleraceae* var. Italica), betabel (*Beta vulgaris* var. Conditiva), cebolla (*Alium cepa*), coliflor (*Brassica oleraceae* var. Botrytis), cilantro (*Coriandrum sativum*), col (*Brassica oleraceae* var. Capitata), alhelí (*Cheiranthus cheiri*), lechuga (*Lactuca sativa*), rábanos (*Raphanus sativus*), zanahoria (*Daucus carota*) y espinaca (*Spinacia oleraceae*) (Barrientos *et al.*, 2010).

5.2.4 Materiales y métodos

5.2.4.1 Área de estudio

El estudio se realizó en la comunidad Los Reyes de Juárez que pertenece al municipio del mismo nombre localizado en la parte central del estado de Puebla, México entre los valles de Puebla y Tepeaca. Este municipio colinda con Tepeaca, Cuapiaxtla de Madero, San Salvador Huixcolotla y Acatzingo los cuales son reconocidos por su principal actividad que es la agricultura y como

una zona hortícola. El municipio de Los Reyes de Juárez es conocido por su importancia en el cultivo de las hortalizas, entre las cuales encontramos a la espinaca.

5.2.4.2 Recorrido de campo y encuestas

La información y obtención de datos se obtuvo mediante la técnica de encuesta y como instrumento un cuestionario (Gutiérrez-Rangel et al.2011) dirigido a productores de espinaca y la observación directa realizando visitas y recorridos a los productores en el campo (Castillo-Campohermoso *et al*, 2010).

Los cuestionarios se aplicaron a productores que tenían en sus terrenos en ese momento espinaca. Además se buscó apoyo de las autoridades: presidente municipal, regidor de agricultura y a la Sociedad de Riego “Zaragoza”, a quienes se les explicó el interés en la región y del trabajo. Con ayuda de productores interesados en el tema, se realizaron recorridos en el municipio para conocer la siembra, manejo y cosecha de la espinaca, así como en algunas actividades para obtener información complementaria (Pérez-Magaña, 2008).

5.2.4.3 Determinación de tamaño de muestra de los productores a entrevistar

El valor del tamaño de la población total se obtuvo con información del regidor de agricultura de la presidencia municipal de Los Reyes de Juárez, teniendo un total de 610 productores de espinaca en el municipio, dato necesario para la determinación del tamaño de muestra de la población de productores de espinaca para la aplicación de los cuestionarios. Para la segunda etapa se utilizaron encuestas cuya “n” o número de muestra fue de 67.

La muestra se estableció manejando un parámetro binomial con varianza máxima (p=0.5 y q=0.5), con una confianza del 95%; la fórmula de varianza máxima es la siguiente:

$$n = \frac{NZ_{\alpha/2}^2 p * q}{Nd^2 + Z_{\alpha/2}^2 p * q}$$

Dónde:

n= tamaño de muestra.

N=tamaño de la población total.

Z= Probabilidad de que N se distribuye normalmente, con media cero y varianza unitaria.

$$(p*q)= p=0.5 \text{ y } q=0.5$$

d= precisión

Sustituyendo valores

$$q= 0.5$$

N= 610 productores

$$n = \frac{(490)(3.8416)(0.5)(0.5)}{(490)(0.01) + (3.8416)(0.5)(0.5)}$$

$$Z_{\alpha/2} = 1.96 \quad (95\%) \rightarrow Z_{\alpha/2}^2 = 3.8416$$

$$n = \frac{(470.596)}{(6.1) + (0.9604)}$$

Confiabilidad

$$d= 0.1 \text{ (10\%)} \rightarrow d^2 = 0.01 \text{ precisión}$$

$$n = \frac{(470.596)}{(7.0604)} = 66.65$$

$$p= 0.5$$

n= 67 productores a entrevistar

Se aplicaron 67 cuestionarios distribuidos en tres localidades del municipio (Cuadro 6), en los cuales se observaron producción de espinaca para obtener información sobre preparación del terreno, siembra, fertilización, riego, plagas y enfermedades de la espinaca, manejo y control de *S. exigua*, cosecha y comercialización.

Cuadro 6. Distribución del número de encuestas a productores de espinaca en las localidades de Los Reyes de Juárez, Puebla.

Localidades	Productores por localidad	Porcentaje	Número de encuestas
Los Reyes de Juárez	400	81.6	64
Buenavista	50	10.2	2
Benito Juárez	40	8.2	1
Total	490	100	67

5.2.4.4 Sistematización y análisis de la información

La información obtenida de los cuestionarios sirvió para realizar una base de datos. Se determinó frecuencia de las respuestas; datos en porcentajes y por medio de la observación se conocieron algunas técnicas empleadas en el cultivo y algunas consideraciones que el productor tiene para el cultivo de espinaca (Castillo-Campohermoso *et al.*, 2010). Para el análisis los datos se capturaron en Excel y se procesaron con el programa SPSS versión 22.

5.2.5 Resultados y discusión

5.2.5.1 Característica de los productores

De los productores encuestados el 98.5 % fueron hombres y solo el 1.5 % son mujeres, entre a las actividades que se dedican el 80.6% se dedican solo al campo sin ninguna otra actividad, mientras que el 15 % son además empleados y el 4.4% trabajan por su cuenta. La edad de los encuestados (Cuadro 7) se encuentra entre los 17 y 73 años, observando que el 58% de la población encuestada es joven (17-40 años), algunos autores mencionan que esto puede ser ventajoso, debido a que pueden desempeñar las actividades necesarias para el cultivo; así como en la adopción de nuevas tecnologías (Coutiño *et al.*, 2011). Los resultados son similares a otros estudios como Barrientos *et al.*, 2010 quien menciona que la edad media de los productores es de 40 años; mientras que Ramírez (2009) menciona que los productores de la zona del Valle de Tepeaca tienen entre 30 y 65 años, sin embargo; en Los Reyes de Juárez hay jóvenes encargándose de las parcelas. En cuanto a escolaridad, el 29.9% no tiene primaria terminada, el 41.8 % terminó la primaria, el 14.9% estudio secundaria, el 9% bachiller y el 4.5 % tiene una carrera técnica; la mayoría tienen estudios de primaria. En cuanto a la escolaridad, Barrientos *et al.*, (2010), menciona que la mayoría de los productores de Los Reyes de Juárez tienen nivel básico primaria; algo similar con los productores de Chile poblano en la Sierra Nevada de Puebla (Huerta-de la Peña y Jaramillo, 2010); siendo el nivel de escolaridad en los productores bajo, que resulta ser un factor importante debido a que el nivel de preparación según Gutiérrez-Rangel *et al.*, (2011), es una limitante en la transmisión de conocimientos. Los productores de Los Reyes de Juárez, al igual que los productores de Acatzingo tienen autonomía en cuanto a qué, cuándo, cómo y cuánto producir, así como en la decisión de la fuerza laboral que se requiere siendo principalmente mano de obra familiar (Lugo-Morín, 2013).

Cuadro 7. Edad de los productores de espinaca en Los Reyes de Juárez, Puebla.

Edad (años)	Frecuencia	Porcentaje
17-30	17	25
31-40	22	33
41-50	9	14
51-60	13	19
>60	6	9

Fuente: Elaboración propia n=67

5.2.5.2 Sistema de producción de espinaca

5.2.5.2.1 Preparación del terreno

En Los Reyes de Juárez el cultivo de espinaca se realiza a campo abierto, siendo un monocultivo por la facilidad que hay con las labores que requiere el cultivo. Las condiciones agroclimáticas para el buen desarrollo de la espinaca son 1430-2800 msnm, humedad relativa de 60-75%, suelos franco o franco arenoso, temperatura de 14 a 18°C (Casseres, 1980; Benavides, 2007; Jiménez *et al.*, 2010). En Los Reyes de Juárez, la espinaca se adapta muy bien por las condiciones agroecológicas de la región; 2050-2240 msnm, temperatura en promedio oscila 14 a 18°C, humedad relativa de 17 a 83% (INEGI, 2005, INAFED, 2010).

Las labores que se realizan en el cultivo de espinaca comprenden (Cuadro 8 y Figura 10) el barbecho, rastra, surcado y nivelado estos pueden ser realizados con yunta o tractor. El nivelado o emparejado es cuando a los lomos de los surcos se aplanan con ayuda de un cartón muy duro o una tabla, la cual está sujeta por los extremos y el productor jala de este o bien amarrado a una mula; la importancia del nivelado y del surco es de vital importancia para que aproximadamente se realicen tres riegos.

Cuadro 8. Labores del cultivo de espinaca en Los Reyes de Juárez, Puebla

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Descanso		
Realizan	6	8
No realizan	30	38
Rara vez	43	54
Roleado		
Tractor	32	48
Yunta	16	24
Varía	19	28
Rastreado		
Tractor	24	36
Yunta	30	45
Varia	13	19
Barbecho		
Tractor	10	84
Yunta	28	16
Surcado		
Tractor	18	27
Yunta	30	45
Varia	19	28

Fuente: Datos de cuestionarios n=67



Figura 10. Labores realizadas en el sistema de producción de espinaca en Los Reyes de Juárez, Puebla. a) suelo en descanso, b) surcado, c) emparejado por medio de una tabla, d) siembra de espinaca, e) escarda, f) aporque por medio de yunta, g) aplicación de insecticidas sin uso de protección adecuada, h) cosecha de espinaca, i) manojos de espinaca.

Fuente: Elaboración propia

El descanso del suelo es una actividad que pocos productores realizan debido a que vuelven a sembrar espinaca o cambian por otro cultivo, practicándola por lo regular productores de edad avanzada, y es para que la tierra “tome fuerza”, “se vuelva más productiva” y para que “disminuyan las plagas”; el tiempo que pueden estar así es mínimo 15 días y hasta 3 meses; dependiendo de las condiciones del mercado y de la economía del productor.

La escarda suele realizarse de forma manual a los 15 y 35 días después de la siembra utilizando una herramienta de fierro en forma de triángulo, la cual sirve para aflojar la tierra y eliminar las malas hierbas, disminuyendo la aplicación de herbicidas.

5.2.5.2.2 Siembra

Los productores encuestados siembran espinaca todo el año (94%), en mayo (3%) y en septiembre (3%). La siembra se realiza de forma manual 98.5%, la cual consiste en enterrar ligeramente la semilla seca con ayuda de los dedos a 2 cm de profundidad sobre el surco, mientras que el 1.5% realiza transplante colocando a la planta cada 15 cm; es poco usado debido a que la planta tarda en adaptarse; además su raíz es muy sensible y se debe pedir con mucho tiempo de anticipación en los invernaderos cercanos.

En Los Reyes de Juárez en promedio se utiliza 9 kg semilla/ha mientras que en regiones de Colombia suelen gastar 5 kg semilla/ha, sin embargo; la siembra se realiza al voleo (Jimenez *et al.*, 2010).

En cuanto a los arreglos de siembra (Cuadro 9) del suelo para la siembra varía en Los Reyes de Juárez en promedio el ancho de los surcos es de 50 cm, y la distancia entre los surcos de 40 cm mientras que la distancia entre plantas de una cuarta (17-20 cm), lo cual es diferente a otras regiones productoras de espinaca como Nicaragua donde la siembra se realiza a una distancia de 50 cm entre planta y de 50 o 70 cm entre surcos, realizando dos hileras por cama (Benavides, 2007).

La siembra suele realizarse con ayuda de los miembros de la familia (64.2%), ocupando a jornaleros (14.9%) y dependiendo del caso cuando se requiere familia y jornaleros (20.9%). El costo por jornal esta en promedio \$150.00/día requiriendo de 8 a 10 jornaleros/ha para sembrar.

Al observar la siembra se pudo notar que algunos productores riegan semillas dentro de los surcos; otros colocan una bolsa de plástico sujeta a un palo enterrado o cinta de cassette entre dos palos de modo que quede holgado para que haga ruido cuando haya viento, estas opciones son utilizadas para ahuyentar a los pajaros y evitar que saquen las semillas, estas ideas pueden ayudar algunas regiones donde las aves ocasionan daños y pérdidas en la semilla y siembra por el consumo de estas (Jimenez *et al.*, 2010).

Cuadro 9. Manejo del cultivo de espinaca en Los Reyes de Juárez, Puebla.

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Ancho surco		
30-40	36	53.7
50-60	8	11.9
60-70	23	34.3
Distancia entre surco (cm)		
30-40	16	23.9
60-70	39	58.2
Dependiendo época	12	17.9
Distancia/planta (cm)		
20	2	3
25	4	6
Cuarta	57	85
Variado	4	6
Parte del surco donde siembra		
Lomo	51	76
Parte media	9	13
Bordo	7	11
Semilla/ punto		
3-5	22	32.8
5-7	28	41.8
8-10	17	25.4
Semilla (kg/ha)		
6-8 kg	19	28
8 kg	15	23
9-12	33	49

Fuente: Datos de cuestionarios n=67

5.2.5.2.3 Variedades

Entre las principales características que se buscan de la espinaca es el color verde oscuro, la forma y tamaño de la hoja es decir en forma de lanza; además que las hojas sean flexibles para que soporten el corte y la manipulación en la cosecha. En Los Reyes de Juárez se manejan 13 variedades híbridas de espinaca (Cuadro 10), siendo el costo, aceptación del mercado, manejo y las condiciones que requieren factores que influyen en la elección de una variedad así como otras características que el productor va experimentando por medio de la observación. Se encontró que el 42% maneja solo una variedad, el 58% ha manejado de 2 hasta 5 variedades dependiendo del costo y la existencia de esta en las casas comerciales.

Las variedades que más prefieren sembrar (Figura 11) son Phyton F1, Manatee y Helly y las que menos siembran son Altesa, 30-30 y Flamingo F1; sin embargo, es importante mencionar que existieron variedades como Perla y Lupita, que para los productores de mayor edad comentaron que fueron muy importantes ya que estas fueron antes de las híbridas y de las cuales se obtenían semillas, los productores más jóvenes no nos supieron mencionar sobre estas variedades.

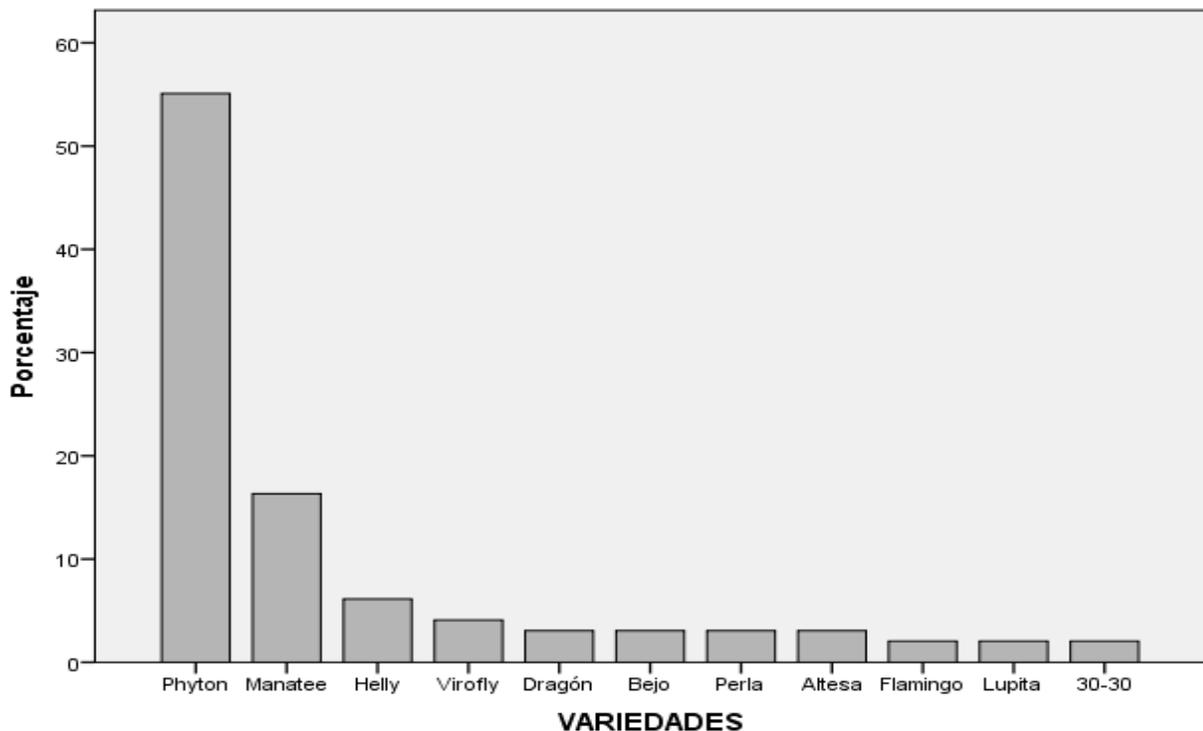


Figura 11. Variedades de espinaca utilizadas por los productores de Los Reyes de Juárez, Puebla

Cuadro 10. Características y atributos de las variedades nombradas de la espinaca por los agricultores de Los Reyes de Juárez.

VARIEDAD	CARACTERÍSTICAS Y ATRIBUTOS	
	De acuerdo con el productor	De acuerdo a la etiqueta comercial
Phyton	Puede sembrarse todo el año. La semilla es cara. Aceptada en el mercado por la forma de las hojas, delgadas y muy flexibles. Es la más verde oscuro color. Buen rendimiento y se adapta a las condiciones de la región	Hojas de color verde oscuro, tipo oriental, con resistencia a Pfs 1-7, 9,11 y CMV.
Manatee F1	La semilla es muy cara Es mejor en época de frío Se enferma mucho presenta muchas manchas	Rijkzwaan: Hojas color verde oscuro, gruesas. tipo oriental, de ciclo medio, ideal para manojo. Resistencia a Pfs 1-12,14 , 15 y CMV,
Helly	Es mejor en tiempo de calor pero suelen sembrarla todo el año, no tiene un buen sabor.	
Virofly	Hoja ancha, dura y se abre mucho	Caloro: variedades de hojas lisas y gruesas, de color verde oscuro. Cosecha de 45 a 50 dds.
Dragon	Es un híbrido poco comercial	
Bejo F1	Suele presentar enfermedades en época de lluvia	Bejo: Otoño-primavera, ciclo medio, hojas de color verde oscuro con forma redonda. Resistencia Pfs 1-11
Perla	Ya no está en el mercado, hoja flexible y buena para exportar	
Altesa	Hoja muy gruesa, suele romperse en la cosecha, color verde limón. Es mejor en época de frío.	
Lupita	Era muy buena variedad y con buenos rendimientos, pero desapareció (no la volvieron a vender)	
30-30	Suele presentar enfermedades fúngicas. Presencia más notoria de pulgones.	Westard Seeds: Hoja erecta, ancha en forma lanceolada, color verde muy intenso. Siembra todo el año, buen comportamiento en lluvias. Resistente a DM 1-12, intermedio a 13.
Flamingo F1	Suele presentar enfermedades fúngicas.	King Seeds: Hoja lisa, erecta, gruesa en forma de lanza, color verde oscuro y tipo oriental. Cosecha 55-60 días. Resistencia a DM 1-7, 10-12, 14. Adaptable a diversas áreas de México. Recomendable en invierno y primavera.
Pacifico		
Arpa	Crecimiento rápido, pocas plagas	

(dds): días después de la siembra, *Peronospora farinosa* (Pfs), Downy Mildew (DM), Virosis (CMV)

Fuente: Elaboración propia a partir de los cuestionarios, n=67

5.2.5.2.4 Riego

En Los Reyes de Juárez el riego es rodado (Figura 12), siendo agua de pozo profundo la que ocupan para los cultivos. En promedio la espinaca necesita 5 riegos desde la siembra hasta la cosecha regando aproximadamente cada 10 a 12 días; sin embargo; también influye las condiciones climáticas, en primavera en promedio se realizan 4 riegos, en verano hasta 8 y en época de lluvias con 1 a 2 riegos suelen ser suficientes; no obstante, la decisión del riego está influenciada por el día en que a los productores les toque su turno de agua teniendo que programarlos.

Los riegos más importantes son el primero el cual se realiza después de la siembra para la germinación y emergencia y, el último el cual se lleva a cabo unos días antes de la cosecha para que la espinaca este vigorosa, fresca y soporte la manipulación. El cultivo de espinaca necesita 3 horas de agua por hectárea; los costos de riego varían oscilando desde \$50.00/hora hasta \$800.00/hora, dependiendo de dónde la solicite por lo regular acudiendo a una sociedad de riego, la medida de agua siendo de 2 ½" a 8" y la época de año siendo un poco más elevado en sequía (febrero-marzo) así como el realizado en la noche.



Figura 12. a) Sistema de riego rodado, b) Parcela de espinaca con riego rodado.

5.2.5.2.5 Fertilización

En el caso de la espinaca los productores fertilizan en su mayoría con productos químicos en dosis diversas sin un análisis previo del suelo. De manera general se encontró que suelen utilizarse las siguientes formulas 400-400-200, 400-100-200 y 750-200-200 (N-P₂O₅-K₂O). Entre los fertilizantes que suelen usar se encuentran: amonitro, urea, sulfato, sulfato de amonio granulado, natur-abono, nitromag, Nutrimax, potasio, abono de animales, pollinaza y los que menos suelen usar o que pocos productores usan son lombricomposta y bioles.

La frecuencia con que suelen fertilizar varia encontrando que el 33.3% lo realiza cada 30 días, 26.7% a media planta y 15 días antes de la cosecha, 16.7% a los 15 días después de la cosecha y el 3.3% cuando el cultivo tiene 20 días. La manera general de aplicar los fertilizantes es con apoyo de un recipiente, tirando el producto en el surco o junto a la planta, por lo general minutos antes del riego; con uso de mano de obra familiar y en el caso de necesitar jornaleros para una hectárea se buscan 4 personas.

5.2.5.2.6 Plagas y enfermedades de la espinaca

El cultivo de la espinaca al igual que otras hortalizas una de sus principales limitantes es el manejo sobre las plagas y enfermedades. Entre las plagas observadas y mencionadas que atacan a la espinaca en Los Reyes de Juárez, Puebla (cuadro 11) se encuentran el complejo de lepidópteros y minadores así como mosquita blanca y caracoles este último no es considerado por los productores como plagas ya que solo algunos terrenos suelen tenerlos muy presentes. Las enfermedades en espinaca suelen ser de mayor preocupación para los productores ya que su control para la mayoría de ellos no suele ser tan efectiva y eficaz.

En cuanto a número de aplicaciones y dosis varían mucho dependiendo de su experiencia, de las recomendaciones de sus vecinos, amigos, familiares, de las casas comerciales y pocas veces buscan la asesoría de un técnico, lo cual ha sido reportada para la región (Barrientos, 2010). Para el manejo y control de plagas y enfermedades los productores suelen utilizar comúnmente el uso de productos químicos (Cuadro 11), encontrando que en algunos casos suelen ser mezclas que el mismo productor realiza o preparados los cuales son comprados en las tiendas de agroquímicos,

muchas veces sin una etiqueta y el productor desconoce el contenido, principio activo y concentración.

Entre las prácticas que realizan en caso de tener daños severos por plagas es sacar todas las plantas o incorporarlas y voltear, exponiendo la tierra al sol y dejando unos 15 días de descanso. En cuanto a alternativas como son el uso de productos naturales y biológicos los productores no saben de estas; Cañedo y Kroschel (2011), menciona que los productores suelen desconocer a los insectos plagas, las enfermedades que causan, así como a los insectos benéficos, lo que en muchos casos origina la aplicación de insecticidas para controlar enfermedades fungosas.

El uso de productos químicos para la eliminación de plagas, suelen ser tóxicas a pesar de los excelentes resultados que puedan observarse estos son perjudiciales para los seres humanos y animales (Cañedo y Kroschel, 2011), por lo que debe ser importante para los productores, la aplicación prudente según lo recomendado por la etiqueta y la protección por medio de equipo adecuado. En cuanto al uso de material y equipo de protección para aplicar los insecticidas (Cuadro 12), se encontró que el 55.2% usa al menos algún tipo de protección y el 44.8% no lo utiliza.

Al preguntar si consume alimentos antes de fumigar el 68.7% mencionó que consumen alimentos, siendo frecuente el consumo de leche o licuado ya que este previene a que tengan alguna reacción, mientras que el 31.3 % no ingieren alimentos hasta después de haber fumigado. También se encontró que la población encuestada 49.3% ha sufrido alguna intoxicación y de estos solo el 5.61% ha visitado la clínica por ayuda, 2 personas requirieron hospitalización, 12 personas recibieron medicación y 17 solo estuvieron en observación; mientras que el 50.7% no se han percatado, no se acuerdan o bien no lo relacionan con la aplicación de algún insecticida o fungicida. Las intoxicaciones se deben a que la mayoría de los productos son tóxicos

Cuadro 11. Principales plagas, enfermedades de espinaca y productos usados para su control por los productores de Los Reyes de Juárez, Puebla.

Plagas	Productos usados para su control		
	Ingrediente activo	Nombre comercial	
Pulgon o Chahuistle (<i>Aphis spp.</i>), Gallina ciega (<i>Phyllophaga spp.</i>), Mosquita blanca	Azadirachta indica	Neem [®]	
	<i>B. bassiana</i>	<i>B. bassiana</i>	
Chapulín	Imodacloprid y Cyclotrin	Muralla [®]	
	Carbofurán	Furadan [®]	
Moscas, Palomillas	Spinosad	Spintor [®]	
	Cipermetrina	Arrivo [®] , Combat [®] , Cipermetrina [®]	
	Gusano: pardo, minador, verde (<i>S. exigua</i>), telaraña	Clorpirifos etil y permetrina	Foley [®] Disparo [®]
		Dimetoato	Dimetoato [®]
	Flubendiamida	Belt [®]	
	Mancozeb	Manzate [®]	
	Metomilo	Lannate [®] , Vikingo [®]	
	Permetrina	Ambush [®]	
	Rynaxypyr	Coragen [®]	
	Zetametrina	Mustang [®]	
Enfermedades			
Hongo o tizón tardío	Boscalid y Piraclostrobina+	CabrioC+Ranma [®] ,	
Mancha amarilla (<i>Peronospora farinosa</i>), Mancha blanca, Mancha del rábano, Pecososa, Hongo o tizón tardío	Ciazofamida	Ranman [®] ,	
Mancha amarilla (<i>Peronospora farinosa</i>)	Ciazofamida + Metiram y Piraclostrobin	Ranman+Cabrio [®] ,	
Roya (<i>Albugo occidentalis</i>), Mancha blanca, Hongo o tizón tardío	Pyraclostrobin	Headline [®] ,	
Cenicilla o mancha gris, Mancha amarilla (<i>Peronospora farinosa</i>), mancha blanca	Metiram y Piraclostrobin	Legasus [®] , Cabrio [®] ,	
Mancha blanca, Mildiu	Mancozeb	Manzate	
Hongo o tizón tardío	Tiofanato de metilo	Prontius [®]	
Mancha del rábano, Pecososa		Caldo sulfocalcico	
Mancha del rábano, Pecososa		Caldo bordeles,	
Mancha amarilla (<i>Peronospora farinosa</i>), Cenicilla o mancha gris, mildiu		Azufre	
Patys y Secadera		Preparado*	

*No conocen los componentes. Fuente: Elaboración propia, a partir de los cuestionarios, n=67

Cuadro 12. Accesorios utilizados como seguridad en la aplicación de fertilizantes y pesticidas por los productores en Los Reyes de Juárez, Puebla.

Protección que usa	Menciones /frecuencia
Guantes, botas y cubreboca	5
Solo bolsas	8
Botas y guantes	6
Solo cubrebocas	4
Botas y cubrebocas	5
Solo botas	7
Botas y mascarilla	2
Equipo completo	1
Botas, ropa y huele	1
Síntomas de intoxicación	
Vómito y mareo	12
Dolor de cabeza y mareo	6
Dolor de cabeza y vómito	2
Dolor de cabeza, vómito y mareo	2
Vómito y desmayo	1
Productos con que se han intoxicado	
Furadan	27
Furadan y Lannate	4
Disparo	1
No recuerda el nombre	1

Elaboración propia. n=67

5.2.5.5 Manejo de *Spodoptera exigua*

El gusano soldado es un insecto polífago, el principal daño es ocasionado por las larvas jóvenes (L1-L5) las cuales en el caso de espinaca se alimentan de las hojas. Los daños producidos por *S. exigua* son notorios para los productores al observar orificios de formas irregulares en plantas de espinaca, lo cual afecta en la comercialización debido a que influye en la calidad, siendo de mayor impacto cuando aumenta la población del insecto y el cultivo está en etapas tempranas. Los ataques son localizados por los productores cuando observan el daño en las hojas, encontrando que son larvas L2-L5, los primeros daños a los 15-24 días después de la siembra, siendo L1 y L2 en su mayoría.

El gusano soldado pasa por las etapas de huevo, larva, pupa y adulto (Figura 13), la mayoría de los productores desconocen el ciclo biológico del insecto así como el saber que la palomilla es el adulto; con lo observado en campo las hembras depositan los huevos en plásticos en el envés de las hojas, encontrando algunas masas de huevos a los 8 días, siendo muy difícil para el productor monitorear y observarlas; así mismo los primeros daños en espinaca a los 15-20 días después de

la emergencia, siendo entonces visible la presencia del insecto para los productores, pero al revisar las zonas dañadas se encontró larvas L1 hasta L5.

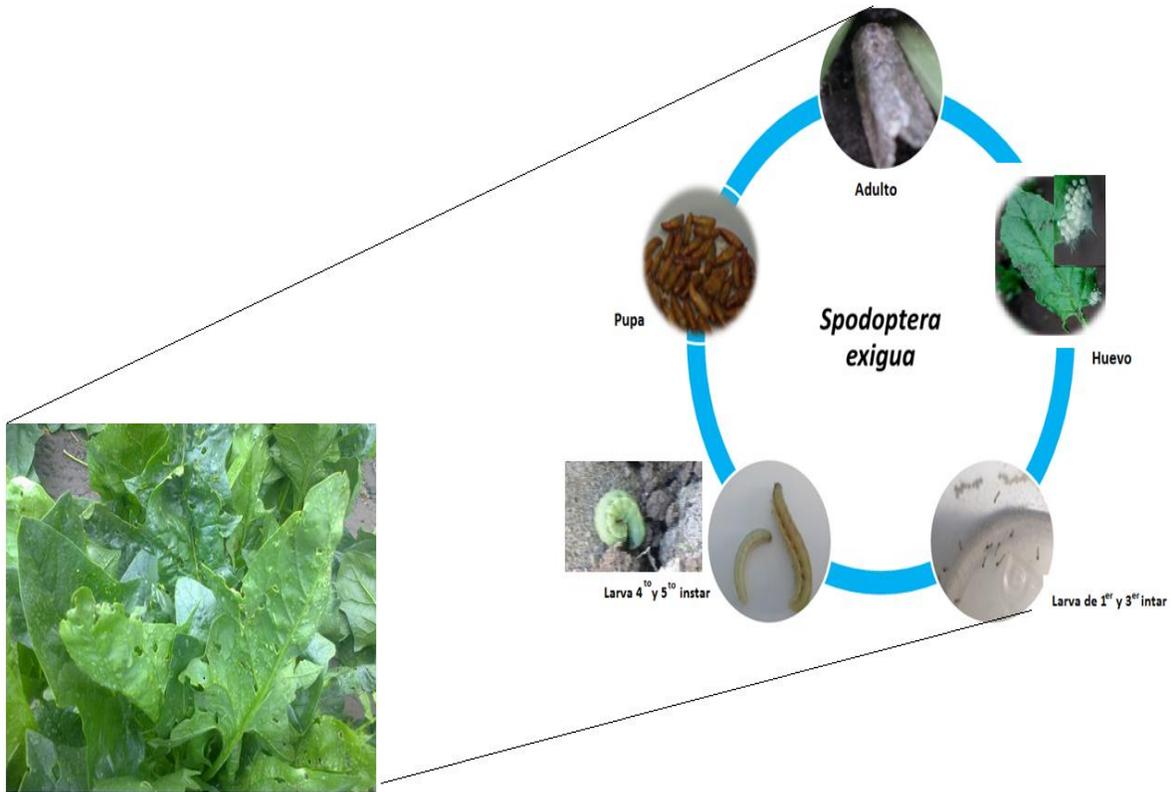


Figura 13. Daño ocasionado por *S. exigua* y su ciclo biológico en espinaca en Los Reyes de Juárez, Puebla. Fuente: Elaboración propia.

Al revisar las plantas con los productores pudimos observar que en una planta pueden haber larvas de diferentes instares, encontrando plantas hasta con 18 larvas en L1 y L2; mientras que en L4 y L5 suelen estar aisladas. La distribución del insecto en los cultivos de espinaca es muy variada. En cuanto al conocimiento que hay sobre *S. exigua* y la manera de controlar la plaga encontramos que el 71.6% de los productores han escuchado sobre gusano soldado y que lo conocen y solo el 28.4% no habían escuchado sobre este insecto. De los que mencionaron que lo conocían se quiso saber con qué nombre lo conocen (Cuadro 13) en la localidad siendo frecuentemente nombrado como “gusano”.

Cuadro 13. Nombres por los cuales los productores de espinaca en Los Reyes de Juárez, Puebla identifican o reconocen a *S. exigua*.

Nombres	Menciones/ Frecuencia
Gusano	48
Gusano verde	10
Gusano segador	2
Gusano minador	2
Gusano arrocillo	2
Gusano barrenador	1
Gusano soldado (<i>S. exigua</i>)	1

Una alternativa en general para el control de gusano soldado por los productores es voltear el cultivo y dejar descansar la tierra unos 15-20 días, a veces es menos tiempo. En el recorrido dentro del municipio no se encontró presencia, ni uso de trampas o feromonas, solo dos productores han escuchado sobre estas pero nunca las han usado.

En cuanto al control biológico (Figura 14) los productores desconocen en su totalidad esta alternativa, al entrar a las parcelas pudimos observar presencia de catarinas (*Hipodamia convergens*), crisopas (*Chrysoperla* spp), parasitoides de *S. exigua* (*Chelonus insularis*, *Pristomerus spinator*, *Campoletis sonorensis*, *Mesochorus* sp. y Tachinidos. Con respecto a entomopatógenos se observó en época de lluvias la presencia de larvas colgadas sobre las hojas de espinaca las cuales al tocarlas o mover el cultivo estas se licuaban, regularmente estos síntomas son asociados a Virus de Poliedrosis Nuclear (VPN); también se encontró en menor cantidad larvas cubiertas de hongos. En época de lluvias las aplicaciones para controlar *S. exigua* disminuyen encontrando que la población del insecto disminuye y observando larvas sobre el cultivo, fenómeno que pocos productores han observado.

Al preguntarles a los productores sobre el método de control que usan para *S. exigua* se encontró que el 98.5% usa como principal alternativa el uso de insecticidas de síntesis química (Cuadro 14) al que la mayoría suele llamar “venenos”, siendo los más usados Metomilo, Carbofuran y Cipermetrina; mientras que solo el 1.5% conoce sobre alternativas de productos bioracionales siendo muy poco su uso.

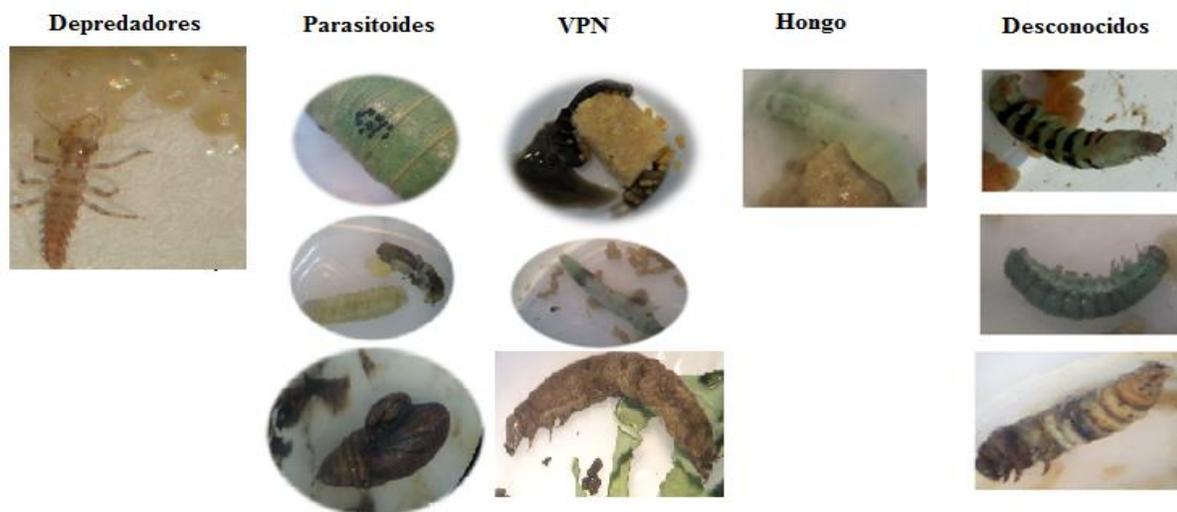


Figura 14. Agentes de control biológico sobre *S. exigua*, en parcelas con espinaca en Los Reyes de Juárez, Puebla.

5.2.5.6 Cosecha y comercialización

La cosecha de espinaca de acuerdo a los datos proporcionados por los productores esta suele realizarse entre los 40 y 90 días después de la siembra, dependiendo de la variedad, del manejo del cultivo y de las condiciones del clima. Todos los productores encuestados realizan manualmente la cosecha, por lo regular es escalonada por cuestiones de mercado.

La técnica utilizada para la cosecha por los productores de Los Reyes de Juárez es similar a otras regiones (Simko *et al*, 2014), manteniendo la raíz cuando se distribuyen lejos del estado, esto es para mantenerlas más frescas; en caso de solo hojas, las plantas de espinaca son cortadas cerca de la corona utilizando cuchillo, hoz o navaja; seleccionando solo las mejores hojas, alrededor de 7 a 12 plantas forman un manojo, el cual es atado con rafia, lazo o palma; procurando eliminar las hojas que presenten daños y estén manchadas o decoloradas. Con lo observado en campo cuando la cosecha se realiza temprano se mantienen las maletas en el suelo hasta que llega el momento de ponerlas dentro de la camioneta, pero si sucede al medio día estas son tapadas con cobijas procurando que estén en la sombra, para mantenerlas frescas.

Posteriormente se arman las maletas, las cuales están formadas por 20 manojos; estas son agrupadas y envueltas por lo general en papel, en caso de ser llevadas a la central de abastos de México se mandan con tule y en cajas. En cuanto a la manera de transportar la espinaca el 53.7%

lo hace con papel; 11.9% por medio de rejas y el 32.3 % suele ser muy variado dependiendo del destino y el 2% lo realiza el comprador de la parcela de espinaca.

Las espinaca por lo general pasan a ser enjuagadas en tanques (83.3%) y lavaderos (16.7%) los cuales se encuentran dentro del municipio, el costo promedio es de \$36.00/camioneta, utilizando por lo general 3 personas para realizar dicha actividad, la cual consiste en mojar las maletas para retirar el exceso de tierra así como para mantener fresca la planta.

Una vez cosechada la espinaca el destino final de la producción de acuerdo con los productores fueron 71.6 % en la central de San Salvador Huixcolotla este mercado es seleccionado por la cercanía, el 11.9 % en Huixcolotla y México, 4.5% México, el 3% menciona que el comprador va a la parcela y él es quien decide el destino final, el 9% no respondió. De todos los productores encuestados es importante mencionar que solo 1 exporta. En cuanto a las condiciones de mercado al igual que reportan Arvizu *et al*, (2015), los productores mencionaron que en Huixcolotla existen restricciones para vender sus productos; en el caso de la espinaca los productores mencionaron que un problema fuerte es vender la producción que obtienen, debido a que solo pueden entrar al mercado por un producto a la vez, en espinaca solo pueden entrar 40 maletas por productor.

En promedio un productor obtiene 1600 maletas de espinaca/ha. El precio de la maleta en el que vendieron los productores encuestados durante 2015 fue de \$4.00 a \$ 70.00 siendo en promedio \$33.00/maleta; el valor más alto mencionaron algunos productores solo se mantuvo dos semanas, entre las razones por las que estuvo mejor pagada fueron por granizo (35.8%), por cuestiones de lluvias lo cual favorece presencia de enfermedades (3%), por daños de plagas (3%), por la combinación de todas las anteriores (25.4%) y por cuestiones de mercado (3%). En cuanto a lo anterior preguntamos si hay meses en los que el costo por maleta les favorezca, los productores mencionaron que no hay, siendo muy variable el precio todo el año (62.8%), junio y julio por la época de lluvias y presencia de enfermedades (13.3%) y agosto-septiembre (23.9%).

Cuadro 14. Insecticidas de síntesis químicas frecuentemente usados para el control de *S. exigua* en Los Reyes de Juárez, Puebla.

Principio activo	Producto	Frecuencia	Dosis	Numero de aplicaciones	Etapas del cultivo
Azadirachta indica	Neem®	1	1L/200L	1	
	Azufre	6	Variado	Los necesarios	
<i>B. bassiana</i>	<i>B. bassiana</i>	1	200g/200L	1	
<i>B. thurigiensis</i>	<i>B. thurigiensis</i>	1	200g/200L	1	
Carbofurán	Furadan®	23	Variado	1-2	A medio
Cipermetrina	Arrivo®	10	Variado	Los necesarios	Como preventivo
	Cipermetrina®	3		2-4 durante todo el cultivo	5-6 dde
	Combat®	21	½ frasco		
Clorpirifos etil y permetrina	Foley® Disparo®	19	1L/200L	2-4 durante todo el cultivo	Como preventivo
		15	Variado		5-6 dde
Flubendiamida	Belt®	17	½ frasco	2-4 durante todo el cultivo	
Imodacloprid y Cyclutrin	Muralla®	4	Variado	2 durante todo el cultivo	
Metomilo	Lannate®	20	Variado	2-4 durante todo el cultivo	
	Vikingo®	6	Variado		
Permetrina	Ambush®	4	Variado	2-4 durante todo el cultivo	
Rynaxypyr	Coragen®	15	200ml/200L	2-4 durante todo el cultivo	Como preventivo
					5-6 dde
Zetametrina	Mustang®	6	Variado	2-4 durante todo el cultivo	

dde: días después de que emerge. Elaboración propia. n=67

5.2.6 Conclusiones

Este conocimiento encontrado de los productores de espinaca, permite ayudar a mejorar el sistema de producción y promover un uso responsable de los plaguicidas, así como buscar tecnologías más adecuadas. Debido a la demanda que existe para espinaca, seguirá siendo un cultivo importante para el municipio, por lo que es necesario buscar alternativas que favorezcan la producción; sin embargo, son necesarios encontrar acuerdos que regulen el mercado. La espinaca es un cultivo que crece muy rápido y que por medio de un buen conocimiento de sus requerimientos, puede proporcionar los rendimientos buscados, dependiendo de la región y de las características del manejo y de los recursos como son: el agua, suelo, clima y las variedades a manejar, el agricultor sabe manejar situaciones como son el cuidar el riego, ya que para este cultivo si es prolongado (exceso de agua), puede ocasionar enfermedades o la pudrición de la planta por ello los agricultores evitan que esté en contacto con la base del tallo que es la parte más sensible a la pudrición, esto se logra sembrando las semillas en la esquina superior de los surcos de modo que al regar a través de estos, el agua no va a poder llegar a esa altura, sin embargo las raíces si aprovecharán el líquido.

5.3 Respuesta de espinaca y de *Spodoptera exigua* a fertilización orgánica y mineral

5.3.1 Resumen

Los agricultores se enfrentan a problemas fitosanitarios graves riesgos y fitosanitarias, generalmente se asume que el incremento del nitrógeno (N) en la planta aumenta las poblaciones de patógenos. El estudio se llevó a cabo en invernadero para conocer los efectos de las variables agronómicas de la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) variedad Python F1 así como la respuesta que hay en la oviposición de las hembras y el daño que ocasionan larvas de *S.exigua*. Se fertilizó con fertilizante mineral a base de solución nutritiva Steiner (100%, 50%), y con biofertilizantes de lixiviado de conejo (3%) y compost de cachaza (1:1 v/v). Por medio del programa ImageJ® se calculó el área dañada de las hojas; y para la dinámica de área foliar el PROC NLIN utilizando modelos logísticos. Se realizó un análisis estadístico para las variables agronómicas, oviposición y daños en espinaca usando prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Los resultados mostraron diferencias en el peso fresco de la planta (PSP) y de la raíz (PFR), la mayor área foliar fue el tratamiento de combinación de compost de cachaza y solución Steiner completa (SN100%); no se observaron diferencias en los tratamientos a los 45 y 60 días después de la emergencia. En cuanto a *S. exigua* se encontraron diferencias en el número de masas de huevos a las 24 horas (NMHP24), en peso de las larvas (PL), número de hojas dañadas (NHD) y área de la hoja dañada (AHD). El lixiviado de conejo puede ser una alternativa como biofertilizante para una producción orgánica en espinaca.

Palabras clave: biofertilizantes, compost, gusano soldado, *Spinacia oleracea* L.,

5.3.2 Abstract

Farmers are facing serious phytosanitary risk and phytosanitary issues, it is generally assumed that the increase of nitrogen (N) in the plant increases pathogen populations. The study was conducted in the greenhouse to determine the effect of agronomic variables spinach (*Spinacia oleracea* L.) biovar Python F1 and the answer is in the oviposition of females and causing damage *Spodoptera exigua* larvae. It was fertilized with mineral fertilizer based on Steiner nutrient solution, and biofertilizers leachate rabbit and cachaza compost. Through the program ImageJ® the damaged leaf area was calculated; and the dynamics of leaf area PROC NLIN using logistic models. A statistical analysis was performed for agronomic variables, oviposition and damage spinach using Tukey test ($P \leq 0.05$) was performed. The results showed differences in the fresh weight of the plant (PSP) and root (PFR), the largest leaf area was the combination

treatment cachaza compost and complete Steiner solution (SN100%); no treatment differences at 45 and 60 days after emergence were observed. As *S. exigua* differences in the number of egg masses at 24 hours (NMHP24), by weight of the larvae (PL), number of damaged leaves (NHD) and damaged area (AHD) found. Leachate rabbit can be an alternative as bio-fertilizer for organic production in spinach.

Key words: armyworm, biofertilizers, compost, *Spinacia oleracea* L.

5.3.3 Introducción

Los fertilizantes minerales o química son de los insumos más usados en la agricultura, como es el uso de urea y fosfato diamónio, estos proveen nutrientes que la planta aprovecha de manera inmediata (Zhang *et al.*, 2016); u orgánica con el empleo de biofertilizantes como son los compost, humus de lombriz, residuos de animales, caldos minerales, harina de rocas, abonos orgánicos fermentados (Restrepo, 2006; Figueroa-Barrera *et al.*, 2012). La fertilización de los cultivos, sobre todo de N, tiende a aumentar la biomasa y el área foliar. El trigo de invierno tiene el mejor índice de área foliar adecuada mediante la aplicación racional de los fertilizantes (Li *et al.*, 2008). La producción de biomasa de plántulas de *Liquidambar styraciflua* L. se relaciona significativamente con el área foliar específica, los cambios en área foliar y la concentración de N en hoja explican el 90% de las respuestas de crecimiento (Chang, 2003). La aplicación de N aumenta el crecimiento y área foliar, la combinación de N y fósforo (P) aumentan la absorción nutrimental, que solo con aporte del P (Chang, 2003). El índice de área foliar aumenta con la densidad de siembra y la fertilización nitrogenada, con un consecuente incremento en el rendimiento de las plantas (Olsen y Weiner, 2007).

A pesar de la importancia de la fertilización nitrogenada que es esencial en el desarrollo y crecimiento de las plantas (Cease *et al.*, 2012), las dosis elevadas pueden traer problemas en los cultivos; al modificar el valor nutritivo de las plantas haciéndolas susceptibles a ataques de insectos fitófagos e incrementar sus poblaciones y las poblaciones de sus depredadores o parasitoides (Aqueel *et al.*, 2015; Lu *et al.*, 2007; Yardim y Edwards, 2003). Muchos investigadores han tenido la hipótesis de que altas dosis de nitrógeno puede resultar en altos niveles de daños por los herbívoros (Altieri, 2007) por lo que se han realizado varias investigaciones del nitrógeno en las plantas, algunos mencionan que este tiene una relación con la incidencia de plagas.

Las plantas tienen defensas directas e indirectas producidas constitutivamente que inducen en contra de los patógenos, que pueden ayudar considerablemente en su capacidad de defenderse a sí mismas. La comprensión de las respuestas de defensa de plantas a una diversidad de factores de estrés abióticos y es importante para entender la ecología química de muchos insectos parasitoides (Ode, 2013). Los metabolitos secundarios de las plantas juegan un papel importante en la mediación de las interacciones con los insectos y sus enemigos naturales; en la naturaleza, las plantas y los insectos a menudo participan en las interacciones mutualistas con los microorganismos que también pueden afectar al metabolismo secundario de la planta (Gols, 2014). Los efectos de la retroalimentación planta-suelo sobre el rendimiento pueden estar influenciados por la disponibilidad nutrimental; siendo interdependientes la fertilización química y la cantidad de insectos en la planta, con cambios en los metabolitos del floema (Kos *et al.*, 2015a); siendo diferente entre especies vegetales (Kos *et al.*, 2015b). A altas dosis de nitratos se observaron más áfidos en plantas, a pesar que los metabolitos primarios difieren ligeramente (Kutyniok y Müller, 2013).

Aceites vegetales volátiles inducidos por insectos son emitidos específicamente por las plantas cuando está atacada, estos compuestos pueden ser percibidos por los parasitoides y depredadores que parasitan o se alimentan de los insectos entre otros, incluidos himenópteros parásitos (Becker *et al.*, 2015). La disponibilidad de nitrógeno (N) puede ejercer una variedad de efecto de abajo hacia arriba en los patrones de defensa de las plantas de influir en la dinámica de población de insectos, y de ese modo puede representar una fuente de variación en las interacciones planta-insecto (Olson *et al.*, 2009). Ninfas de saltamontes del arroz (*Oxya japonica*) que se alimentaron de plantas ricas en nitrógeno y pobres en carbono, cultivadas en el suelo convencional crecieron y se desarrollaron más rápidamente que las que se alimentan de plantas cultivadas orgánicamente (Trisnawati *et al.*, 2015). La composición de aminoácidos de los exudados del floema fue significativamente influenciado por la fertilización química, estos cambios en los metabolitos primarios y secundarios pueden ser decisivos para las respuestas de insectos en la planta (Kutyniok *et al.*, 2014; Kevi *et al.*, 2015).

Los nutrimentos que necesitan las plantas les permiten realizar funciones bioquímicas, actividades fotosintéticas que influyen en la biomasa o en la reproducción de los cultivos; en el

caso de la espinaca el nitrógeno es esencial en la calidad como es el color (clorofila) además de vigor y fortaleza en la manipulación durante la cosecha (Aqueel *et al.*, 2015; Xing *et al.*, 2015; Muchecheti *et al.*, 2016). Luna (1988) menciona que la alta fertilización aumenta la incidencia de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith), en *Ostrinia nubilalis* Hübner los resultados en la oviposición fueron significativamente altos en la preferencia de la puesta de huevos sobre maíz en suelo convencional con fertilizantes nitrogenados, en comparación con plantas fertilizadas con estiércol (Phelan *et al.*, 1995). En tomate con altas tasa de fertilización de N, las poblaciones de *Frankiniella occidentalis* fueron significativamente altas (Brodbeck *et al.*, 2001). La población de *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) incremento cuando se alimentó de plantas de tomate tratadas con la concentración más alta de nitrógeno (1.5 mm NO_3^-) (Larbat *et al.*, 2015) Chen *et al.* (2008) demostraron que se incrementó el desarrollo de larvas de *S. exigua* que fueron alimentadas con plantas de algodón con aplicación de dosis altas de fertilización nitrogenada y que plantas de algodón con niveles de N fueron elegidos preferentemente por las hembras de *S. exigua* para la oviposición. El abuso o escasez de N en las plantas puede beneficiar o afectar el crecimiento y desarrollo de los insectos; un exceso de la fertilización conduce al aumento de la tasa de natalidad, fecundidad, longevidad, crecimiento y supervivencia de ciertas plagas (Jahn *et al.*, 2005; Wang *et al.*, 2006). Sin embargo, cuando el contenido de N es bajo en la planta, pueden afectarse a los insectos que se alimentan de está disminuyendo su crecimiento, preferencia de alimentación y la tasa de supervivencia de la plaga, p.e. el desarrollo de larvas de *S. exigua* alimentadas con plantas de algodón con una reducción de aplicaciones de nitrógeno (42 y 112 ppm) fue prolongada en relación con los tratamientos que recibieron mayor fertilización nitrogenada (196 y 280 ppm) (Chen *et al.*, 2008).

El presente trabajo tiene la finalidad de observar la respuesta en el crecimiento y fenología de la espinaca, específicamente en el área foliar, y observar si la concentración de N en las hojas influye en la oviposición y en el consumo de larvas L2 de gusano soldado (*S. exigua* Hübner) manifestado como daño en la planta; con tratamientos de fertilización mineral a base de solución nutritiva Steiner y biofertilizantes compost de cachaza y lixiviado de conejo, bajo condiciones de invernadero.

5.3.4 Materiales y métodos

El trabajo se realizó en invernadero en el Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, durante Marzo a Junio del 2015. Se utilizó espinaca variedad Python F1, la cual es recomendada para los periodos de primavera-verano. La siembra se realizó el 16 de marzo del 2015 colocando tres semillas a 2.5 cm de profundidad en vasos de unicel de 1 L que sirvieron de maceta, con tierra del municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla, para posteriormente dejar una planta. Los riegos se realizaron de acuerdo a los tratamientos dependiendo de las necesidades de las plantas.

5.3.4.1 Tratamientos

El ensayo consistió en seis tratamientos con cinco repeticiones, distribuidos en un diseño completamente al azar, los cuales consistieron de la siguiente manera: solución nutritiva Steiner al 100% (SN100%) y 50% (SN50%), solución nutritiva Steiner al 100% con adición de compost de cachaza (SN100%+COMP), composta de cachaza (COMP) y lixiviado de conejo (LIXCON) y sin fertilización (TESTIGO). La composición de la solución de Steiner para 200 L de agua fue con las fuentes nitrato de potasio (63 g), nitrato de calcio (120 g), fosfato monopotásico (30 g), sulfato de magnesio (75 g), sulfato de potasio (67 g), H₂SO₄ (20 ml) y micronutrientes (10 g) Ultrasol[®] micro mix (Fe 7.5%, Mn 3.7%, B 0.7%, Zn 0.6%, Cu 0.3% y Mo 0.2%). El compost de cachaza utilizada contiene 2.56% N, pH de 7.84, C. E. de 3.5, dS m⁻¹, P 767.2 ppm, Fe 88.6 ppm, Mn 26.6, Zn 20.3 ppm y Cu 8.841; mientras que el lixiviado de conejo contiene pH de 9.84 y C. E. de 11.011 dS m⁻¹, P 37.2 ppm, Fe 0.062 ppm, Mn 0.042, B 0.25 ppm, Zn 0.024 ppm, Cu 0.01 y Mo 0.011 ppm.

5.3.4.3 Dinámica de área foliar

Se realizaron ajustes para la dinámica del desarrollo de área foliar (FOL) considerando modelos no lineales o logísticos (Hunt, 1982), mediante técnicas de regresión no lineal, utilizando el procedimiento PROC NLIN del programa estadístico SAS ver. 9.0 (SAS Institute, 2002). La estimación del área foliar se realizó por medio de un factor de ajuste, se seleccionaron 15 hojas de 5 plantas, tomando el área real de la hoja a partir de medición directa donde se midió el largo (L en cm) y el ancho (A en cm) de las hojas (Hoyos *et al.*, 2005; Cabezas-Gutiérrez, 2009) y se obtuvo el factor de ajuste.

El modelo logístico utilizado para estimar la dinámica de área foliar: $Y=A/(1+Be^{-CX})$. Dónde: A, B y C son parámetros cuyos valores se obtienen con el programa PROC NLIN en el SAS; X, son los días después de la siembra y; e, logaritmo natural.

Las variables agronómicas a medir fueron: número de hojas, largo y ancho de las hojas (cm), durante el ensayo se realizaron 4 mediciones cada 20 días después de la siembra; a la cosecha se midieron altura de la planta (cm), longitud de la raíz (cm), peso fresco de la planta (g) y de la raíz (g); en el caso de peso seco de la planta y raíz fueron posteriormente a cosecha. Se realizaron observaciones visuales buscando las características morfológicas descritas por la escala BBCH para la fenología (Meir, 2001) por lo que se consideró el cambio de una fase o estadio cuando el 50% de plantas por tratamiento las presentaban. En el caso de *S. exigua* las variables a estudiar fueron: número de masas de huevos y número de huevos en espinaca en cuanto al tiempo (24, 48 y 72 horas); número de daños por hoja, área total de la hoja y la suma del área dañada de las hojas.

5.3.4.3 Análisis de nitrógeno total en espinaca

La determinación del contenido de nitrógeno en las hojas se realizó en tejido vegetal seco, las muestras fueron trituradas con un molino de grano A11 Basic[®], utilizando los accesorios para molienda por choque para tener muestras homogéneas y determinado en la Unidad de Laboratorios (Ulabs) del Colegio de Postgraduados, Campus Puebla por medio del método micro Khendalj (Ortega *et al.*, 2006).

5.3.4.4 Exposición de hembras y larvas de *Spodoptera exigua* en espinaca

En Febrero del 2015 fueron colectadas larvas de diferentes instar de *S. exigua* en cultivo de espinaca en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla. La colonia fue establecida y alimentada con dieta artificial modificada de Budía *et al.* (1994) en el Laboratorio de Fitosanidad e Inocuidad de Alimentos del Colegio de Postgraduados, Campus Puebla.

Se seleccionaron hembras y machos de 24 horas de edad, colocándolas en bolsas enceradas 10 hembras y 1 macho, se dejaron por 48 horas para la fecundación. En un ensayo de no elección, se seleccionaron 30 hembras fecundas, teniendo hembra/planta las cuales se colocaron dentro de jaulas de madera (30x30x30 cm) forradas de tela organza (Ortega-Arenas *et al.*, 2006), colocando

a las hembras dentro de estas a los 56 días después de la germinación de las plantas de cada tratamiento. Las hembras fueron alimentadas con una solución de agua y miel al 10%. Las puestas de huevos fueron removidas y contadas cada 24 horas (Belda *et al.*, 1994). Por medio de un microscopio estereoscópico (Motic[®] DM143) se contabilizó el número de huevos por masa y se esperó a la emergencia de las larvas. Se seleccionaron 30 larvas en L2 al azar, colocando una larva por planta para evitar la competencia y el canibalismo, fueron puestas a los 64 días después de la siembra de la espinaca hasta la fecha de cosecha. En esta etapa se revisaron las hojas dañadas por planta en cada tratamiento.

5.3.4.5 Análisis de daños en hojas por *Spodoptera exigua*

El análisis de daño en las hojas de espinaca se realizó con el programa ImageJ[®] propuesto por Abramoff *et al.* (2004) por medio del análisis de imágenes que permitió determinar los valores del área foliar como la superficie dañada de la hoja por el insecto (Rasband, 2009; Ferreira y Rasband, 2011; Saucedo-Acosta, 2015). En la cosecha se tomaron fotografías digitales de las hojas con presencia de daño, colocando la hoja en una base blanca y plana, además de una regla graduada en centímetros en la base de la planta como referencia para las mediciones y para calibrar la imagen en el programa, la cual es necesaria para el ajuste en la escala de pixeles, seleccionando la unidad de cm para la medición. Para el cálculo del área total de la hoja y el área dañada, los datos de área fueron pasados a Microsoft Office Excel[®] 2010 y analizados estadísticamente en SAS (SAS Institute, 2002).

5.3.5 Resultados y discusión

5.3.5.1 Variables agronómicas

Los resultados mostraron diferencias estadísticas en el número de hojas, peso fresco de la planta, peso seco de la planta, largo de la raíz y altura de la planta, el mejor tratamiento fue SN100+COMP (Cuadro 15), en este tratamiento se observaron con color verde oscuro (Figura 15), seguido de LIXCON ambos mostraron buena flexibilidad en las hojas, lo cual hace que les proporcione un mejor aspecto a la espinaca, como un buen indicador de la calidad (Burt, 1997) mientras los demás tratamientos presentaron un color verde-limón con hojas quebradizas. Sin embargo, LIXCON fue el único tratamiento que llegó a floración, observándose el crecimiento del tallo de en medio de la roseta, esta respuesta puede estar influenciada por el fotoperiodo y

temperatura mayor a 20°C (Arana y Marengo, 2003; González *et al.*, 2004); por otro lado hay evidencia de que el fósforo favorece la floración de espinaca (Serrano, 1976). La pronta floración en la espinaca es una respuesta que no favorece a la cosecha, ya que se busca obtener la mayor producción vegetativa (Jiménez *et al.*, 2010).

Cuadro 15. Respuesta de diferentes caracteres agronómicos de la espinaca a la fertilización orgánica y mineral.

TRT	NH	PFP (g)	PFR (g)	PSP (g)	PSR(g)	LR (cm)	AP (cm)
SN100%	28.00 ±3.162 ab	22.654±5.956 ab	4.120 ±3.320NS	4.386 ±1.164 ab	0.596 ±0.227 NS	21.112±3.420 a	15.464±1.026 ab
SN50%	28.60 ±2.302 ab	19.604±3.794 ab	2.230± 0.991 a	4.436±0.410 ab	0.714 ±0.379 a	22.774±4.280 a	14.852±1.021 b
SN100%+COMP	30.00 ±5.708 a	27.962±2.486 a	6.404 ±2.638 a	4.836 ±0.632 a	0.756 ±0.235 a	23.524±4.782 a	17.860±1.276 a
COMP	21.60 ±1.516 bc	15.332±3.915 b	1.422 ±0.799 a	3.302 ±0.876 b	0.392 ±0.133 a	9.556±4.142 b	14.576±1.734 b
LIXCON	21.40 ±5.595 bc	23.980±10.125 ab	4.600 ±1.133 a	3.970 ±0.582 ab	0.708 ±0.074 a	21.674±2.861 a	16.320±1.809 ab
TESTIGO	17.20 ±4.147 c	15.966 ± 3.493 b	3.388 ±1.744 a	4.070 ±0.612 ab	0.748 ±0.171 a	20.874±2.599 a	15.560±1.700 ab
DHS	7.9273	11.062	5.2495	1.4725	0.4377	7.3598	2.8669

TRT=tratamiento, SN100%=solución Steiner al 100%, SN50%=solución Steiner al 50%, SN100%+COMP=solución Steiner más compost de cachaza, COMP=compost de cachaza, LCO=lixiviado de conejo, NH=número de hojas, PFP=peso fresco de la planta, PFR=peso fresco de la raíz, PSP=peso seco de la planta, PSR=peso seco de la raíz, AP=altura de la planta y LR= longitud de la raíz, DHS: Diferencia Honesta Significativa. Tratamientos con la misma letra en la columna no difieren significativamente Tukey (P≤0.05)



Figura 15. Características físicas de los tratamientos en la espinaca var. Phytton

5.3.5.2 Dinámica del área foliar

El área foliar (FOL) de la espinaca, se ajustó a un modelo logístico en todos los tratamientos (Cuadro 16 y Figura 16), permitiendo apreciar el crecimiento que la espinaca desarrolló por medio de los tratamientos. Las diferencias se presentan a los 45 y 60 días.

El tratamiento con mayor área foliar fue SN100%+COMP a los 52 días después de la siembra, la combinación de compost de cachaza y solución Steiner al 100% favorece al desarrollo foliar de la espinaca, Van Cleempul y Hera (1996) citado por Aguilar (2005) mencionan que la fertilización química tiene una eficiencia limitada, debido a que los cultivos solo absorben entre un 10 y 50% del fertilizante aplicado, mientras que el abono orgánico mejora las condiciones del suelo por lo que la combinación de ambos pudo ayudar en el crecimiento y desarrollo de la espinaca. Sin embargo, LIXCON mostró mejores diferencias a los 30 días después de la emergencia mostrando mayor área foliar que COMP, trabajos en Colombia reportan que el uso de conejaza proporciona mejores rendimientos en Kg/m² en espinaca en comparación de otras compostas de residuos orgánicos de animales ya que el aporte de nutrientes es el más adecuado para este cultivo (Jiménez *et al.*, 2010; Figueroa-Barrera *et al.*, 2012).

Cuadro 16. Modelos de crecimiento del área foliar (FOL) con respecto a la fertilización mineral y orgánica en espinaca.

TRT	Área foliar (mm ²) Modelo estimado	Fcal	Prob.	Muestras			
				1 (14 dds)	2 (22 dds)	3 (52 dds)	4 (87 dds)
SN100%	FOL=37846.0/1+145.2e ^{-0.1029x}	264.11	<.0001	137.6±53.1	2963.6±1262.1	13786.8±2100.4	36908.9±5854.4
SN50%	FOL=42071.7/1+118.0e ^{-0.0907x}	539.09	<.0001	93.6±37.3	3284.3± 83.3	12343.9±1620.6	39765.1±4219.2
SN100%+COMP	FOL=50426.9/1+138.3e ^{-0.0878x}	887.21	<.0001	154.5±30.5	3165.8±1073.6	12024.2±1396.6	46398.2±3626.3
COMP	FOL=30752.8/1+121.2e ^{-0.0895x}	88.47	<.0001	110.3±21.7	2258.2±1150.2	8532.6±2264.2	28850.4±8079.7
LIXCON	FOL=34676.2/1+79.83e ^{-0.0875x}	122.07	<.0001	121.1±31.5	3716.6± 585.7	12058.0±1803.9	32991.3±8083.8
TESTIGO	FOL=29076.0/1+81.335e ^{-0.0837x}	123.59	<.0001	173.5±79.8	2811.2±1126.6	8953.5±1061.4	27130.3±6557.7
				96.7*	2004.6*	3178.3*	12648.0*

TRT=tratamiento, SN100%=solución Steiner al 100%, SN50%=solución Steiner al 50%, SN100%+COMP=solución Steiner más compost de cachaza, COMP=compost de cachaza, LIXCON=lixiviado de conejo, FOL=área foliar, X=días después de la siembra (dds), e=logaritmo natural (2.718281828). *DHS=Diferencia Honesta Significativa.

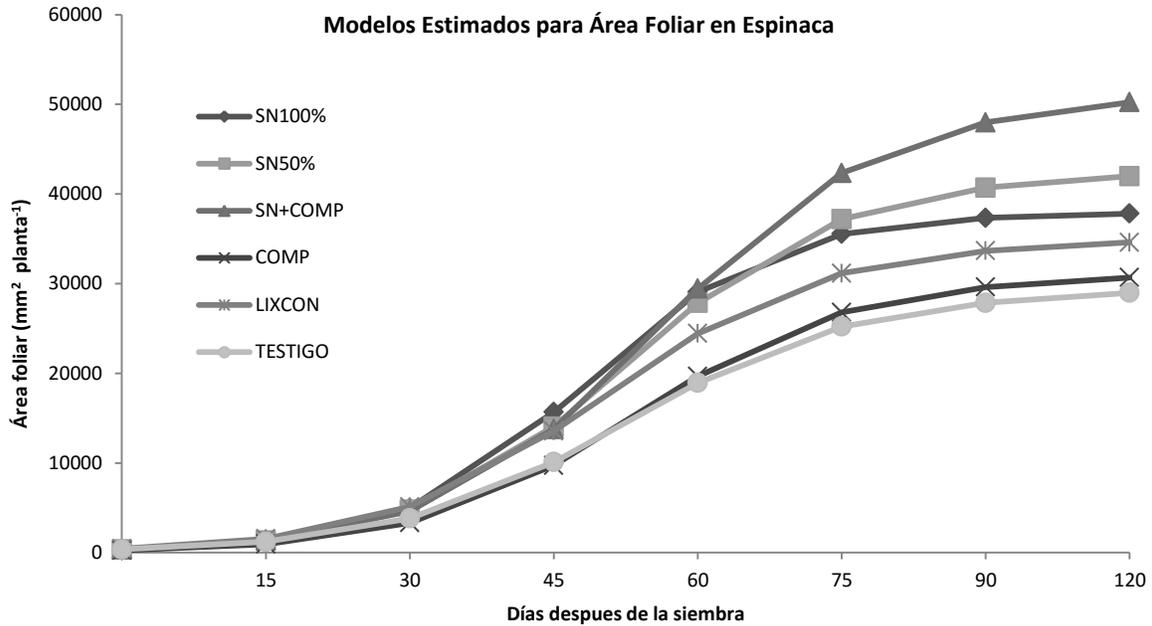


Figura 16. Dinámica de área foliar de la espinaca en diferentes tratamientos de fertilización, cultivado en suelo. Los tratamientos aplicados: SN100% (solución Steiner), SN50% (solución Steiner al 50%), SN100% + COMP (solución Steiner + compost de cachaza), COMP (compost de cachaza), LIXCON (lixiviado de conejo) y TESTIGO.

El menor crecimiento lo mostró el TESTIGO en el cual aparecieron hojas amarillas a los 45 días después de la emergencia, a esto Jiménez *et al.* (2010) menciona que la espinaca desarrolla pocas hojas con un tamaño inferior al normal que con el tiempo se tornan amarillas y es debido por bajas concentraciones de N en el medio de desarrollo.

5.3.5.3 Exposición de hembras y daño en hojas de espinaca por larvas L2 de *Spodoptera exigua*

Durante el ensayo con hembras de *S. exigua* se encontró diferencias significativas en el número de masas de huevos a las 72 horas (NMH72) y en número de huevos por planta a las 72 horas (NHP72) encontradas en hojas de espinaca (Cuadro 17 y Figura 17). Resultados similares obtuvieron Ortega-Arenas *et al.* (2006) en pruebas de no elección, donde indican que la oviposición no fue afectada por la dosis de N sino que existen factores que pueden influir en la tasa de oviposición como es el contenido de agua y N en las hojas, características de la planta, edad de las hojas y la densidad de población; Kevi *et al.* (2015), encontraron que las poblaciones de áfidos en plantas jóvenes de nogal, no depende del N, sino de otros nutrientes o de otros

factores abióticos. Stafford *et al.* (2012) reportan que es menor la población de insectos en plantas que crecen en estiércol, en comparación de aquellas que crecen con nitrato de amonio.

Cuadro 17. Respuesta de oviposición de *S. exigua* en diferentes tratamientos con fertilización orgánica y mineral en espinaca en condiciones de invernadero (Número de masas y número de huevos en diferentes periodos de tiempo).

TRT	Número de masas de huevo por planta (NMHP)			Número de huevos por planta (NHP)		
	24 (hrs)	48 (hrs)	72 (hrs)	24 (hrs)	48 (hrs)	72 (hrs)
SN100%	0.80 ± 0.447 NS	1.60 ± 0.894 NS	1.20 ± 0.447 ab	5.40 ± 6.618 NS	14.80 ± 12.950 NS	14.60 ± 2.408 a
SN50%	0.60 ± 0.548 a	1.60 ± 1.140 a	1.00 ± 1.225 ab	12.80 ± 12.872 a	21.00 ± 13.928 a	6.00 ± 5.612 ab
SN100%+COMP	1.00 ± 0.707 a	1.40 ± 0.548 a	1.80 ± 0.447 a	18.80 ± 11.432 a	15.60 ± 7.701 a	14.80 ± 7.981 a
COMP	0.60 ± 0.548 a	0.80 ± 0.837 a	1.00 ± 1.225 ab	1.80 ± 1.789 a	23.40 ± 21.513 a	10.00 ± 9.300 ab
LIXCON	0.60 ± 0.548 a	0.80 ± 0.447 a	0.00 ± 0.000 b	12.80 ± 12.716 a	13.00 ± 10.368 a	0.00 ± 0.000 b
TESTIGO	1.20 ± 1.095 a	0.60 ± 0.548 a	0.00 ± 0.000 b	13.80 ± 13.198 a	10.40 ± 11.524 a	0.00 ± 0.000 b
DHS	1.3359	1.5147	1.4721	20.807	26.766	10.932

TRT=tratamiento, SN100%=solución Steiner al 100%, SN50%=solución Steiner al 50%, SN100%+COMP=solución Steiner más compost de cachaza, COMP=compost de cachaza, LIXCON=lixiviado de conejo, DHS: Diferencia Honesta Significativa. Tratamientos con la misma letra en la columna no difieren significativamente Tukey ($P \leq 0.05$).

En cuanto al daño que las larvas de segundo instar pueden ocasionar en espinaca son muy notorios, mostrando una preferencia por las hojas que se encuentra en medio de la roseta de espinaca; se encontró diferencias significativas en el peso de larvas (PL), número de daños (ND) y área total de las hojas con presencia de daños (ATH) y en área dañada de la hoja (ADH); con respecto al porcentaje de N total, todas las plantas de espinacas con tratamiento presentaron mayor cantidad de N que las plantas del testigo, y de la misma forma presentaron mayor número de hojas (NH).

Las larvas alimentadas en los tratamientos LIXCON, SN100% y COMP tuvieron los mayores pesos y próximos a pupar. En cuanto al peso de las larvas no se encontró una relación con el %N total en hoja (Cuadro 18). No obstante, pudieran existir metabolitos secundarios que proporcionen nutrientes esenciales para *S. exigua* (Saeed *et al.*, 2009). Gash (2012), en trigo de invierno con niveles recomendados de fertilización encontró que hubo una tasa de crecimiento y fecundidad de áfidos, con el incremento de la fertilización; sin embargo, a dosis mayores la disminución es significativa en la fecundidad por la mayor aplicación de fertilizantes (Figueroa-Brito *et al.*, 2013; Flores-Macías *et al.*, 2016).

Los daños de *S. exigua* fueron muy notorios, mostrando una preferencia por las hojas que se encuentran en medio de la roseta. SN100%+COMP y LIXCON tuvieron mayor área foliar así como la mayor área dañada, al momento de la cosecha.

Las plantas de espinaca asperjadas con SN50% o LIXCON registraron similar porcentaje de N, pero el comportamiento de las larvas de *S. exigua* sobre el daño de las hojas de espinaca fue distinto. Este efecto puede deberse a la presencia o ausencia de los demás nutrientes de cada solución. De acuerdo a Stafford *et al.* (2012), el efecto del tipo de abono aplicado a la planta puede afectar la población de insectos; asimismo, la dosis aplicada puede incrementar la población de parasitismo de *S. exigua* (Chen *et al.*, 2014).

Cuadro 18. Daño en hojas de espinaca por larvas de 2° instar. Efecto de la aplicación de solución Steiner, compost de cachaza y lixiviado de conejo en la postura de masas de huevos en planta, masas de huevo total en todo el sistema y el número de huevos en planta.

TRT	PL (g)	%N	NHD	ND	ATH (cm ²)	ADH (cm ²)
SN100%	0.148±0.058 ab	3.161±0.098 a	17.40±2.302 a	98.76±49.864 ab	255.82±73.894 ab	12.204±2.667 bc
SN50%	0.124±0.053 ab	2.931±0.080 a	16.40±5.459 a	60.20±17.152 b	234.78±76.509 ab	9.690±2.682 bc
SN100%+COMP	0.086±0.049 b	2.512±0.080 b	16.80±9.970 a	123.60±38.507 a	306.69±63.162 a	18.680±6.859 ab
COMP	0.138±0.062 ab	2.522±0.262 b	17.80±2.193 a	85.20±12.438 ab	167.36±71.041 b	13.846±1.764 abc
LIXCON	0.204±0.056 a	2.973±0.128 a	17.40±5.319 a	91.20±30.128 ab	208.41±65.061 ab	22.492±6.949 a
TESTIGO	0.096±0.032 b	1.884±0.077 c	11.20±3.271 a	49.04±17.404 b	134.56±51.414 b	6.576±4.050 c
DHS	0.103	0.269	8.3348	59.895	131.73	9.073

TRT=tratamiento, SN100%=solución Steiner al 100%, SN50%= solución Steiner al 50%, SN100%+COMP=solución Steiner más compost de cachaza, COMP=compost de cachaza, LIXCON=lixiviado de conejo, PL=peso de la larva, NH=número de hojas, %N=porcentaje de nitrógeno, NHD=número de hojas dañadas, ND=número de daños, ATH=área total de las hojas con presencia de daños, ADH=área dañada de la hoja, DHS: Diferencia Honesta Significativa. Tratamientos con la misma letra en la columna no difieren significativamente Tukey (P<0.05).



Figura 18. a) Planta dentro de jaula, b) Hembra de *S. exigua* en tallos de espinaca, c) Postura de 24 horas, d y e) huevos de escama *S. exigua*.

5.3.6 Conclusiones

En las variables agronómicas evaluadas, la combinación de solución nutritiva y compost de cachaza estimulan el crecimiento y peso de la planta de espinaca, así mismo se observó que la longitud de la hoja y color más verde fue mayor en comparación con el resto de los tratamientos. De los fertilizantes orgánicos utilizados, el lixiviado de conejo puede ser una alternativa como biofertilizante para una producción orgánica en el cultivo de espinaca. No se encontró una relación entre la oviposición de *S. exigua* y la concentración de N total en el follaje de la espinaca. La combinación de la solución nutritiva completa con abono orgánico presentó mayor daño de *S. exigua* por tener mayor área foliar.

VI ESTRATEGIA DEL CULTIVO DE ESPINACA Y MANEJO DEL GUSANO SOLDADO

De acuerdo con los resultados obtenidos y la información recabada en las diferentes etapas del presente trabajo de investigación, a continuación se muestran las acciones estratégicas propuestas para elevar el porcentaje de parasitismo, mejorar el manejo del gusano soldado y para fortalecer el sistema de producción de espinaca en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla; esta estrategia busca medidas que pueden influir en el ingreso económico de los productores y de sus familias, lo cual no solo genera beneficios económicos sino que también tiene como fin proponer alternativas que disminuyan el uso de insecticidas de síntesis química lo que tendrá un impacto positivo en la salud de los productores y de sus familias, en la calidad de la espinaca, seguridad al consumidor así como en mejorar el medio ambiente y proteger a la fauna benéfica.

Línea estratégica del sistema de producción de espinaca

- **Incorporación de residuos:** los residuos que quedan después de la cosecha pueden incorporarse en el suelo lo cual ayuda a proveer nutrientes y mejorar la calidad del suelo.
- **Rotación de cultivos:** práctica cultural que permite aprovechar las ventajas de los diferentes cultivos como pueden ser: la extracción de diferentes nutrientes del suelo de acuerdo a sus requerimientos o bien la fijación de estos, prevención de plagas y enfermedades.
- **Fertilización:** pláticas o cursos donde el productor comprenda las necesidades nutrimentales de la espinaca, uso de herramientas como el análisis de suelo para inferir las dosis de fertilización adecuada, introducir fertilizaciones orgánicas para evitar la lixiviación ocasionado por el uso de fertilizantes químicos.
- **Riego:** cercas vivas que permite mantener en el suelo la humedad y permite el ahorro de agua.
- **Plagas y enfermedades:** localizar las etapas biológicas en que las plagas son más susceptibles y en estas realizar aplicaciones preventivas. Disminuir o aumentar la densidad de siembra dependiendo la época; es decir bajar la densidad de siembra en época de lluvias para reducir la humedad entre las plantas y propiciar la aireación para evitar la aparición de enfermedades.

- **Comercialización:** organización y planeación de siembra y cosecha para obtener un mejor precio. Buscar que las comercializadoras, emparadoras y exportadoras informen a los pequeños productores de las características y recomendaciones generales de calidad que la espinaca debe cumplir así como de los requisitos para introducirse a la dinámica comercial.

Línea estratégica manejo del gusano soldado

El objetivo es buscar y proponer alternativas que mejoren el manejo del gusano soldado disminuyendo las aplicaciones de insecticidas de síntesis química; de acuerdo a lo observado y a la información obtenida sobre el manejo tradicional del gusano soldado en la región se proponen las siguientes acciones:

- Uso de agroquímicos de baja toxicidad y rotación de productos para disminuir la resistencia de *S. exigua* a los productos.
- Aplicaciones preventivas a partir de los 14 días después de la siembra que es cuando se observó en campo que las hembras realizan las primeras posturas y posteriormente aparecen los primeros instares larvales de *S. exigua*.
- Capacitación a productores que aún no tienen acercamiento con instancias gubernamentales o instituciones académicas y de investigación y que por medio de talleres o cursos conozcan más sobre el insecto, alternativas para el control de *S. exigua* y en la seguridad y aplicación de agroquímicos.
- Difusión sobre alternativas como el control biológico por medio de los depredadores como *Chrysoperla carnea*, *Hipodamia convergens*; parasitoides como *Campoletis sonorensis*, *Pristomerus spinator*, *Chelonus insularis* entre otros; así como de entomopatógenos. Otras herramientas son el uso de trampas pegajosas, de luz, de feromonas entre otras; productos biorracionales y control botánico con la aplicación de extractos vegetales.
- Realizar investigación sobre la identificación de virus de poliedrosis nuclear (VPN) los cuales existen de forma natural en la región y que regulan la población de *S. exigua*; además son compatibles con los parasitoides y con el manejo integrado de plagas.

Línea estratégica conservación de parasitoides del gusano soldado

- Talleres de capacitación para que los productores conozcan que especies existen en la región que ayudan en el control natural de *S. exigua* y que medidas requieren para su subsistencia.
- Cercas vivas, introduciendo o dejando en las orillas de los terrenos plantas locales con florecillas las cuales proporcionan alimento y refugio a los parasitoides en su etapa adulta.

Línea estratégica para la socialización de resultados

Es importante que los productores participantes durante la investigación conozcan y comprendan los resultados obtenidos lo cual ayudará a que ellos puedan fortalecer a sus compañeros y familiares productores de espinaca; las acciones que se proponen son:

- Realizar un taller con los productores donde se pueda informar sobre los resultados.
- Elaborar y difundir un folleto enfocado a los productores sobre el sistema de producción de espinaca, donde se complemente información sobre alternativas de manejo que ellos pueden ir introduciendo en sus prácticas y enfocado en las principales plagas y enfermedades con las que se enfrentan y en realzar los conocimientos locales que los productores han observado durante el manejo del cultivo.
- Elaboración de un manual técnico para la identificación de *S. exigua* y de sus parasitoides en la región.

VII CONCLUSIONES GENERALES

Los resultados obtenidos durante la presente investigación, contribuyen al conocimiento sobre la presencia de parasitoides asociados al *S. exigua* y al conocimiento del sistema de producción de espinaca en Los Reyes de Juárez, Puebla. Se cumplió el objetivo general del presente trabajo, identificando y determinando la distribución, el potencial y porcentaje de parasitismo de especies de parasitoides nativos asociados a *S. exigua*, así como la caracterización del conocimiento campesino del sistema de producción tradicional de espinaca y del manejo de *S. exigua* en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla además de una evaluación en condiciones de invernadero con fertilización orgánica y mineral y el daño que *S. exigua* ocasiona. Los resultados obtenidos evidencian en aceptar las hipótesis que se plantearon al inicio del trabajo. En el municipio de Los Reyes de Juárez existen especies de parasitoides asociados a *S. exigua*; con potencial de control biológico. Se colectaron 3441 larvas de diferentes instares de *S. exigua*, 574 parasitadas y el 52% completaron su ciclo, identificándose a las siguientes especies de parasitoides: *Camponotus sonorensis* (Cameron); *Pristomerus spinator* (Fabricius); así como un ejemplar de la subfamilia Mesochorinae (Hymenoptera: Ichneumonidae); *Chelonus insularis* (Cresson); subfamilia Microgastrinae (Hymenoptera: Braconidae) y una especie la familia Tachinidae. Por lo anterior sostenemos que existen especies de parasitoides en Los Reyes de Juárez con potencial de control natural, lo cual proporciona información a los productores sobre la existencia de enemigos naturales y que estos son afectados por el uso indiscriminados por agroquímicos lo cual podría intervenir en la toma de decisiones sobre el control y manejo de *S. exigua*. Las prácticas agrícolas y el manejo del cultivo de la espinaca con base al conocimiento en el municipio contribuyen con el control del gusano soldado. En Los Reyes de Juárez la producción de espinaca se realiza a cielo abierto, teniendo mayor preferencia por tres variedades Phyton F1, Manatee y Helly. Las principales plagas que afectan el cultivo de espinaca son pulgones y larvas de lepidopteros principalmente *S. exigua*; mientras que en enfermedades el principal daño es ocasionado por *Perinospora farinosa*. El control de *S. exigua* sigue siendo por medio de insecticidas; sin embargo, existen especies de insectos y entomopatógenos benéficos que pueden ser incorporados en el manejo del sistema de producción de espinaca. La fertilización orgánica y mineral en el cultivo de la espinaca favorece la presencia del gusano soldado lo cual aumenta la oviposición de las hembras así como los daños en las hojas de espinaca ocasionadas por larvas.

VIII BIBLIOGRAFÍA

- Abasolo P., V. E. 2011. Revaloración de los saberes tradicionales campesinos relacionados con el manejo de tierras agrícolas. *Revista de Ciencias Sociales de la Universidad Iberoamericana*. 6(11): 98-120.
- Abramoff, M. D.; Magalhães, P. J. & Ram, S. J. 2004. Image processing with ImageJ, Igitur Archief - Utrecht Publishing and Archiving Service. Recuperada en Junio 8, 2012, del sitio web temoa: Portal de Recursos Educativos Abiertos (REA) en <http://www.temoa.info/es/node/>
- Agro Sanidad. 2008. Gusano soldado. Control químico aéreo. Año 2 Número 5
- Albert L. A. (2005). Panorama de los plaguicidas en México. *Revista de Toxicología en Línea*. 8
- Altieri, M. A. 1999. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Ed. Nordan-Comunidad. Pp.338
- Altieri, M. A. y Nicholls C. I. 2007. Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Ecosistemas Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*. 16 (1): 3-12.
- Alvarado, R. B. 1987. Parasites and disease associated with larvae of beet armyworm *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) infesting processing tomatoes en Sinaloa, México. *Florida Entomologist* 70(4): 444- 449.
- Arvizu B., E.; Mayett M, Y.; Martínez F, J. L.; Olivares B, E. y Flores M, L. 2015. Análisis de producción y comercialización hortícola del estado de Puebla: un enfoque de cadena de valor. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 6 (4): 779-792.
- Aqueel, M. A.; Raza, A. B. M.; Balal, R. M.; Shahid, M. A.; Mustafa, I.; Javaid, M. M.: Leather, S. R. 2015. Tritrophic interactions between parasitoids and cereal aphids are mediated by nitrogen fertilizer. *Insect science*, 22 (6), 813-820.
- Arana, C. y Marengo, J. 2003. Manual para la producción de cultivos orgánicos. Lechuga y Espinaca. FIAGRO. P.31.
- Arroyo, V. M. 1995. Nombres vulgares de insectos de interés agrícola. MAPA, Madrid. 155 pp.
- Ayala G, A.V.; Schwentesius R, R. y Carrera C, B. 2012. Hortalizas en México: competitividad frente a EE.UU. y oportunidades de desarrollo. *GCC Georgetown University- Universia* 6 (3):70-78.
- Ayala G, A. V. y Carrera C., B. 2012. La horticultura en México: Una primer aproximación al estudio de su competitividad. *Inceptum* 7(12):271-293.

- Ayala S, J. L. y Pérez G, Y. 2015. La prodenia verde, *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidóptera: Noctuidae) por primera vez en cultivos protegidos en Cuba. Centro Agrícola, 42(3): 89-91.
- Bahena J., F. 2008. Enemigos naturales de las plagas agrícolas del maíz y otros cultivos. Texcoco Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) 21-27.
- Bahena-Juárez, F.; De Langue, E.; Farmnier, K.; Cortez- Mondaca, E.; Sánchez-Martínez, R.; García-Pérez, F.; Miranda-Salcedo, M.; Degen, T.; Gaudillat, B. y Aguilar-Romero, R. 2010. Parasitismo en gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidóptera: Noctuidae) en el centro de México: XXXIII Congreso Nacional de Control Biológico Uruapan, Michoacán, México pp. 204-209
- Barrera, J. F. 2007 Introducción, Filosofía y Alcance del Control Biológico p 1-118 En: Rodríguez-del-Bosque L.A. y Arredondo-Bernal H. C. (eds.), Teoría y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México p 303
- Barrientos-Gutiérrez, J. E.; Huerta-de la Peña, A.; Escobedo-Garrido, J. S. y López-Olguín J. F. 2013. Manejo convencional de *Spodoptera exigua* en cultivos del municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla. Revista Mexicana de Ciencia Agrícolas. 4 (8): 1197-1208.
- Bautista M, N. 2006. Insectos plaga. Una guía ilustrada para su identificación. Primera Edición. Colegio de Postgraduados.
- Becker, C.; Desneux, N.; Monticelli, L.; Fernandez, X.; Michel, T. and Lavoit, A.V. 2015. Effects of abiotic factors on HIPV-mediated interactions between plants and parasitoids (Review). BioMed Research International, Volume 2015, Article number 342982. 18 pages. DOI: 10.1155/2015/342982. <http://www.hindawi.com/journals/bmri/2015/342982/>. Consulta: 15 de marzo de 2016.
- Belda J., Justicia L., Pascual F. y Cabello T. 1994. Distribución espacial de *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidóptera; Noctuidae), en cultivo de pimiento en invernadero. Bol. San. Veg. Plagas. 20: 287-301.
- Benavides H, N. A. 2007. Guía práctica para la exportación a EE.UU. Espinaca. ICCA. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura Representación del IICA en Managua, Nicaragua.
- Blanco-Metzler, H. 1996. Los semioquímicos y su papel en el manejo integrado de plagas. En. X Congreso Nacional Agronómico. 1996. 93-95

- BOE. Boletín Oficial del Estado. 2007. España. Núm. 299. Consultado el 28 de Marzo 2014.
Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2007/12/14/pdfs/A51275-51327.pdf>
- Borrego, M. 1995. Horticultura Herbácea Especial. Segunda Edición. Mundi Prensa. Madrid España. P. 255 – 258.
- Borror, D. J. and White R. E. 1970. A field Guide to Insects America North of México. Houghton Mifflin Co., Boston. 404 pp.
- Brodbeck, B.; Stavisky, J.; Funderburk, J.; Andersen, P. and Olson, S. 2001. Flower nitrogen status and populations of *Frankliniella occidentalis* feeding on *Lycopersicon esculentum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 99(2):165-172.
- Budía, F.; Marco, V. y Viñuela, E. 1994. Estudios preliminares de los efectos del insecticida RH-5992 sobre larvas de distintas edades de *Spodoptera exigua* (Hübner) Bol. San. Veg. Plagas. 20 Pp. 401-408
- Cabello G, T.; González M, M. del P.; Justicia del R, L. y Belda S, J. E. 1996. Plagas de noctuidos (Lepidoptera; Noctuidae) y su fenología en cultivos en invernadero. *Informaciones técnicas* 39/96.
- Cabezas-Gutiérrez, M.; Peña, F.; Duarte, H. W.; Colorado, J. F. y Lora S, L. 2009. Un modelo para la estimación del área foliar en tres especies forestales de forma no destructiva. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica* 12(1):121-130.
- Caballero, P.; Vargas-Osuna, E.; Aldebis, H. K. y Santiago-Álvarez, C. 1990. Parásitos asociados a poblaciones naturales de *Spodoptera littoralis* Boisduval y *S. exigua* Hübner. (Lepidoptera: Noctuidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, 16: 91-96
- Caballero, G. C. 2004. Efectos de terpenoides naturales y hemisintéticos sobre *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera:Chrysomelidae) y *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Nocturnae). Tesis Doctorado.
- Cañedo, V.; Alfaro, A. y Kroschel, J. 2011. Manejo integrado de plagas de insecto en hortalizas. Principios y referencias técnicas para la Sierra Central de Perú. Centro Internacional de la papa (CID), Lima, Perú. Pp.48
- Capinera, J. L. 1999. Beet Armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida, Florida, Pages: 4
- Capinera, J. L. 2001. Handbook of Vegetable Pests. Academic Press, San Diego, Pp. 729.

- Capinera, J. L. 2005. Beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Insecta: Lepidoptera:Noctuidae). Institute of food and Agricultural Sciences, University of Florida. Pp. 1-3.
- Capinera, J. L. 2014. *Spodoptera exigua* (Hübner) (Insecta:Lepidoptera: Noctuidae) University, Florida. EENY-105
- Casseres, E. 1980. Producción de hortalizas. Tercera edición. Editorial IICA. Costa Rica. P. 203-206
- Castillo-Campohermoso, A.D.; López-Espinoza, A., y Ocampo-Fletes I. 2010. Conocimiento y uso de cactáceas por familias campesinas en Coxcatlán, Puebla. Ra Ximhai 6 (3): 347-353.
- Cayrol, R. A. 1972. Familie des Noctuidae. En: Bakachwsky, A. S. (ed) Entomologie appliqueea l'agriculture. Lepidopteres. Tome II. Vol. 2. Masson Et Cie. París. P 1255-1520.
- Cease, A. J.; Elser, J. J.; Ford, C. F.; Hao, S.; Kang, L. and Harrison. J. F. 2012. Heavy livestock grazing promotes locust outbreaks by lowering plant nitrogen content. Science 335(6067):467-469.
- Chabur, M. I. 2008. Identificación de razas y estudio preliminar de la diversidad genética de *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae* agente causal del mildew velloso en cultivos de espinaca en la sabana de Bogotá. Trabajo de grado. Microbiología Agrícola y Veterinaria, Facultad de Ciencias Básicas, Pontifica Universidad Javeriana, Bogotá.
- Chaney, W. E.; Lestrangle, M.; Koike, M.; Smith R. F. and Fennimore, S. A. 2001. Spinach UC IPM pest management guidelines.
- Chang, S. X. 2003. Seedling sweetgum (*Liquidambar styraciflua* L.) half-sib family response to N and P fertilization: growth, leaf area, net photosynthesis and nutrient uptake. Forest Ecology and Management 173(1-3):281-291.
- Chen, B. K.; Wang, K. Y.; Jiang, X.Y. and Yi, M. Q. 2002. Studies and surveys on the insecticide resistance of *Spodoptera exigua*. Acta Phytoph. Sin. (29): 366-370.
- Chen, Y.; Ruberson, J. R. and Olson, D. M. 2008. Nitrogen fertilization rate affects feeding, larval performance, and oviposition preference of the beet armyworm, *Spodoptera exigua*, on cotton. Entomol. Exp. Appl. 126:244-255.
- Chen, Y.; Ruberson, J.R. and Ni, X. 2014. Influence of host plant nitrogen fertilization on hemolymph protein profiles of herbivore *Spodoptera exigua* and development of its endoparasitoid *Cotesia marginiventris*. Biological Control 70:9-16.

- Coronado-Blanco, J. M. y Zaldívar-Riverón A. 2014. Biodiversidad de Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: 372-378.
- Coto A., D. 1997. *Lepidóptera en cultivos anuales y perennes: manual de reconocimiento*. Serie Técnica. Manual Técnica CATIE 26. P. 63.
- Cortez-Mondaca, E.; Armenta-Cárdenas, I. y Bahena-Juárez, F. 2010. Parasitoides y porcentaje de parasitismo sobre el gusano cogollero (Lepidoptera: Noctuidae) en el Sur de Sonora, México. *Southwestern Entomologist Scientific Note*. 35 (2): 199-203.
- Cortez-Mondaca, E.; Pérez, M. J.; Bahena- Juárez. F. 2012. Control biológico natural de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz y en sorgo, en el norte de Sinaloa, México. *Southwestern Entomologist* 37 (3): 423-428.
- Coutiño R., R. R.; Ruiz N., R. E.; León V., H. y Pérez L. E. de J. 2011. Sistema de producción de cacahuete en Cintalapa de Figueroa, Chiapas. En: Díaz-Ruíz, R., Álvarez-Gaxiola, J.F. y Huerta-de la Peña, A. 2011. *Desarrollo de la Agricultura Sostenible. Alternativas Tecnológicas y Enfoques Sociales*. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. P.311.
- De Pina R., V. 2005. *Conocimiento tradicional y propiedad intelectual*. (Tesis profesional). Escuela de Ciencias Sociales. Departamento de Derecho. Universidad de las Américas. Puebla, México.
- Delgado B., E.; García-Mateos, M. del R.; Ybarra-Moncada, M. del C.; Luna-Morales, C. y Martínez-Damián, Ma. T. 2012. Propiedades entomotóxicas de los extractos vegetales de *Azadirachta indica*, *Piper auritum* y *Petiveria alliacea* para el control de *Spodoptera exigua* (Hübner). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 18(1) Pp. 55-69.
- Delorme, R.; Fournier, D.; Chaufaux, J.; Cuany, A.; Bride, J. M.; Auge, D. and Berge, D. W. 1988. Esterase metabolism and reduced penetration are causes of resistance to deltamethrin in *Spodoptera exigua* Hübner (Noctuidae: Lepidoptera). *Pestic. Biochem. Physiol.* 32: 240-246.
- Díaz-Bautista, M.; Herrera-Cabrera, B. E.; Ramírez-Juárez, J.; Aliphat-Fernández M. y Delgado-Alvarado, A. 2008. Conocimiento campesino en la selección de variedades de haba (*Vicia faba* L.) en la Sierra Norte de Puebla México. *Interciencia* 33 (8): 610-615.
- Díaz-Jarquín, M.; Castañeda-Hidalgo, E.; Rodríguez-Marchan, J.N.; Lozano-Tejo, S.; Marini-Zuñiga, F.; Flores-Leyva, G. y Ramírez-Morales, L 2011. Caracterización de los sistemas

- de manejo de agroecosistema de chile poblano (*Capsicum annuum* L.) en Tlalancaleca, Puebla. En: Díaz-Ruíz, R., Álvarez-Gaxiola, J. F. y Huerta-de la Peña, A. 2011. Desarrollo de la Agricultura Sostenible. Alternativas Tecnológicas y Enfoques Sociales. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. P.311
- DOF. Diario Oficial de la Federación. (2013). Decreto por el que se aprueba el Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2013-2018. Cuarta Sección. 13 de diciembre. Enrique
- Domínguez-Jiménez, I.; Llanderal-Cázares, C. y Nieto-Hernández R. 2000. *Pristomerus spinator* Fabricius (Hymenoptera:Ichneumonidae) un parasitoide de la palomilla de la papa. *Agrociencia* 34 (5): 611-617
- Estrada-Vírgen, O., Cambero-Campos J., Robles-Bermúdez A., Ríos-Velasco C., Carvajal-Cazola C., Isordia-Aquino N., Ruíz-Cancino E. 2013. Parasitoides y entomopatógenos nativos asociados al gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en Nayarit, México. *Southwestern Entomologist* 38 (2): 339-344.
- FAOSTAT (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). (En línea): consultada el 9 -sept- 2014. Disponible en: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/T/TP/S>
- Ferrari, M. 2010. ¿Nuestros actuales sistemas de producción agrícola son ambientalmente sustentables? Instituto Internacional de Nutrición de Plantas (IPNI). Georgia (USA). *Informaciones Agronómicas* 48: 6-10.
- Figuroa-Barrera, A.; Álvarez-Herrera, J. G.; Forero A. F.; Salamanca, C. y Pinzón L., P. 2012. Determinación de nitrógeno potencialmente mineralizable y la tasa de mineralización de nitrógeno en materia orgánica. *Temas Agrarios* 7(1):32-43.
- Figuroa-Brito, R.; Villa-Ayala, P.; López-Olguín, J. F, Huerta-de la Peña, A.; Pacheco-Aguilar, J. R.; Ramos-López, M. A. 2013. Nitrogen fertilization sources and insecticidal activity of aqueous seeds extract of *Carica papaya* against *Spodoptera frugiperda* in maize. *Ciencia e Investigación Agraria* 40:235-252.
- Ferreira, T. and Rasband, W. 2011. The ImageJ User Guide 1.44.
- Flores-Macías, A.; Vela-Correa, G.; Akhtar, Y.; Ramos-López, M. A.; Rodríguez-Gamiño, M. L.; Figuroa-Brito, R.; Rico-Rodríguez, M. A.; Pérez-Moreno, V. 2016. Efecto de nitrato

- de potasio en la producción de ricinina por *Ricinus communis* y su actividad insecticida contra *Spodoptera frugiperda*. Rev. Fitotec. Mex. 39(1): 41-47.
- García-Gutiérrez, C.; González-Maldonado, M. B.; González-Hernández, A. 2013. Parasitismo natural de Braconidae e Ichneumonidae (Hymenoptera) sobre *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Revista Colombiana de Entomología. 39 (2): 211-215.
- García B., M.; Bahena J., F. y Reyes Z., M. M. 2013. Parasitismo en larvas del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lep:Noc) en la región de Pátzcuaro, Michoacán. Ciencia y Tecno. Agrop. México. 1 (1):33-36.
- Garza U., E. y A. P. Terán V., A. P. 2007. El gusano soldado *Spodoptera exigua* y su manejo en la planicie Huasteca. Campo experimental Sur de Tamaulipas sitio experimental Ébano. INIFAP-CIRNE, San Luis Potosí, México. Folleto técnico Núm. 15. Pp. 18
- Gash, A. F. J. 2012. Wheat nitrogen fertilization effects on the performance of the cereal aphid *Metopolophium dirhodum*. Agronomy 2(1):1-13.
- Gil, R. C.; Carrillo, D. y Jiménez, J. G. 2007. Determinación de las principales plagas de la espinaca (*Spinacia oleracea*) en Cota, Colombia. Rev. Colomb. Entomol. 33(2), 124-128.
- Gols, R. 2014. Direct and indirect chemical defences against insects in a multitrophic framework. Plant, Cell and Environ. 37(8):1741-1752.
- Gómez de Aizpurúa, C. 1992. Biología y Morfología de las orugas. Noctuidae. Tomo X. Boletín de Sanidad Vegetal. Fuera de serie 10. MAPA. 230 pp.
- Gómez B., M. R. y Arroyo V., M. 1981. Catálogo sistemático de lepidópteros Ibéricos. Ministerio de Agricultura y Pesca. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Madrid. Pp. 499.
- González, H. 2013. Especialización productiva y vulnerabilidad agroalimentaria en México. Comercio Exterior. 63 (2): 21-36
- González, H. A.; Wharton, R. A., Sánchez G., J.A.; López M., V.; Lomelí F., J. R.; Figueroa R., I. y Delfín G., H. 2003. Catálogo ilustrado de Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) de México. Universidad Autónoma de Nuevo León, México. CD.
- González, M. I.; Del Pozo, A.; Cotronero, D. y Pertierra, R. 2004. Días a floración en espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en diversas épocas de siembra: Respuesta a la temperatura y al fotoperiodo. Agricultura Técnica (Chile) 64 (4):331-337.

- González-Maldonado, M. B., García-Gutiérrez, C. y González-Hernández, A. 2014. Parasitismo y distribución de *Campoletis sonorensis* Cameron (Hym: Ich) y *Chelonus insularis* Cresson (Hym: Bra), parasitoides del gusano cogollero en maíz en Durango, México. *Vedalia*. 15(1): 47-53
- Goulet, H. y Huber, J. T. 1993. Hymenoptera of the world. An identification guide to families. Center for land and Biological Resources Research Ottawa Ontario. P.668
- Grisell E. E. y Schauff M. E. 2006. Claves interactivas Hymatol. <http://www.hymatol.org/keys.html>
- Guo H. F.; Fang J. C.; Zhong W. F.; Liu B. S. 2013. Interactions between *Meteorus pulchricornis* and *Spodoptera exigua* multiple nucleopolyhedrovirus. *Journal of Insect Science* 13:12
- Gutiérrez-Ramírez, A.; Robles-Bermúdez, A.; Santillán-Ortega, C.; Ortiz-Catón, M. y Cambero-Campos, O. J. 2013. Control biológico como herramienta sustentable en el manejo de plagas y su uso en el estado de Nayarit, México. *Revista BioCiencias* 2 (3): 102-112.
- Gutiérrez-Rangel, N.; Medina-Galicia, A.; Ocampo-Fletes, I.; López, P. A. y Pedraza-Santos, M. E. 2011. Conocimiento tradicional del “cuatomate” (*Solanum glaucescens* Zucc) en la mixteca baja poblana, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. 8 (3):407-42
- Hoyos, P.; Álvarez, V. y Rodríguez, A. 2005. Evolución de algunos parámetros morfológicos de la acelga recolectada hoja a hoja. *ITEA* 101(3): 225-236. <http://www.cabdirect.org/search.html?q=au%3A%22Hunt%2C+R.%22> 1982
- <http://www.cabdirect.org/search.html?q=do%3A%22Plant+growth+curves.+The+functiona+l+approach+to+plant+growth+analysis.%22> Edward Arnold, London, UK. 248 pp.
- Huerta-de la Peña, A.; Viñuela S. E. y Medina V., M. del P. 2009. Tendencias actuales para el manejo de insectos plaga en la agricultura. P. 9-38. En: Huerta-de la Peña, A. y Díaz-Ruiz, R. 2009. Cultivos Sanos (Manejo de plagas y enfermedades con bajo impacto ambiental. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. P.205.
- Huerta-de la Peña, A. y Jaramillo-Villanueva, J. L. 2010. Manual de buenas prácticas agrícolas y de manejo del chile poblano.
- INAFED. 2010. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México Estado de Puebla. Consultado el 15 Diciembre 2015 en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21118a.html>

- INEGI. 2005. México en cifras Puebla Los Reyes de Juárez. Consultada en Septiembre 2013. Disponible en: www.inegi.org.mx/movil/MexicoCifras/mexicoCifras.aspx?em=21118&i=e&tema&est
- INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Los Reyes de Juárez, Puebla. En línea: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/21/21118.pdf>. Fecha de consulta: Marzo del 2015.
- Irigolen I. y Muro J. 2003. Presente y futuro del cultivo de la espinaca. Vida Rural. Pp.46-48.
- Jahn, G. C.; Almazan, L. P. and Pacia, J. B. 2005. Effect of nitrogen fertilizer on the intrinsic rate of increase of *Hysteroneura setariae* (Thomas) (Hom. Aphididae) on rice (*Oryza sativa* L.).- Environ. Entomol. 34:938-943.
- Jiménez, J.; Arias, L. A.; Espinoza, L.; Fuentes, L. S.; Garzón, C.; Gil, R.; Niño, N. y Rodríguez, M. 2010. El cultivo de la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) y su manejo fitosanitario en Colombia. Fundación Universidad de Bogotá. Jorge Tadeo Lozano. Ed. 1. P.42.
- Jiménez M, E. y Rodríguez F, O. 2014. Insectos plagas de cultivos en Nicaragua. Primera Edición. P. 226.
- Jouve P. 1988. Quelques reflexions sur la specificité et l'identification des systèmes agraires. Les cahiers de la Recherche Développement 20: 5-16.
- Karimí-Malati, A.; Fathipour, Y.; Talebit, A. A. and Lozan, A. I. 2014. The first of *Microplitis fulvicornis* (Hym: Braconidae: Microgastrinae) as a parasitoid of *Spodoptera exigua* (Lep: Noctuidae) from Iran. Short Communication. Journal of Entomological Society of Iran. 33 (4): 71-72.
- Kevi, C.; Mace, K. C. and Mills, N. J. 2015. Response of walnut aphid populations to increasing foliar nitrogen content. Agricultural and Forest Entomology 17(3):277-284.
- Kos, M.; Tuijl, M. A. B.; de Roo, J.; Mulder P. P. J. and Bezemer, T. M. 2015a. Plant–soil feedback effects on plant quality and performance of an aboveground herbivore interact with fertilization. Oikos 124(5):658-667.
- Kos, M.; Tuijl, M. A. B.; de Roo, J.; Patrick, P. J.; Mulder, P. P. J. and Bezemer, T. M. 2015b. Species-specific plant–soil feedback effects on above-ground plant–insect interactions. J. Ecol. 103(4):904-914.

- Kutyniok, M. and Müller, C. 2013. Plant-mediated interactions between shoot-feeding aphids and root-feeding nematodes depend on nitrate fertilization. *Oecologia* 173(4):1367-1377.
- Kutyniok, M.; Persicke, M. and Müller, C. 2014. Effects of root herbivory by nematodes on the performance and preference of a leaf-infesting generalist aphid depend on nitrate fertilization. *Journal of Chemical Ecology* 40(2):118-127.
- Larbat, R.; Adamowicz, S.; Robin, C.; Han, P.; Desneux, N.; Le Bot, J. 2016. Interrelated responses of tomato plants and the leaf miner *Tuta absoluta* to nitrogen supply. *Plant Biology* 18(3):495-504.
- Lázaro C., C. y Ramírez V., B. 2009. Muestreo de frutos de café para determinar el nivel de infestación de broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferr.) (Coleoptera: Scolytidae) en el municipio de Huehuetla, Puebla. En: Díaz-Ruíz, R., Álvarez-Gaxiola, J.F. y Huerta-de la Peña, A. 2011. Desarrollo de la Agricultura Sostenible. Alternativas Tecnológicas y Enfoques Sociales. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Ed. Altres Costa-Amic P.311.
- Leos R., J. A. 2003. La inocuidad alimentaria, la producción y el comercio de frutas y hortalizas frescas. En: Salazar S, E., Fortis H, M., Vázquez A, A. y Vázquez V, C. 2003. Agricultura Orgánica. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. CoCYTED. P.271.
- Li, J.; Lin, R.; Liu, Z.; Wang, J. and Liu, S. 2008. Effects of long-term located fertilization on leaf area index and light distribution in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Acta Agriculturae Boreali-Sinica* 3.
- López, R. y Contreras, F. 2007. Sistemas de producción agrícola sustentable en los Andes de Venezuela. *Agricultura Orgánica. Avances de Química*. 2(3): 23-33.
- López G., D. y Guzmán C., G. I. 2012. “Si la tierra tiene sazón...” El conocimiento tradicional como movilizador de procesos de transición agroecológica. *Agroecología* 7 (2): 7-20.
- Lozano L de G, V.; Quiroz S., C.; Acosta P., J. C.; Pimentel A., L.A. y Quiñones R., E. I. 2004. Hortalizas, Las llaves de la energía. *Revista Digital Universitaria*. 5 (7): 2-30.
- Lu, Z. X.; Yu, X. P.; Heong, K. L. and Cui, H. U. 2007. Effect of nitrogen fertilizer on herbivores and its stimulation to major insect pests in rice. *Rice Science*, 14(1): 56-66.
- Lucier, G.; Allshouse, A. and Bing-Hwan, L. 2004. Factors affecting spinach consumption in the United States. Economic Research Service, USDA. 1-15. VGS-300-01

- Lugo-Morín, D. R.; Ramírez-Juárez J.; Méndez-Espinoza, J. A. y Peña-Olvera, B. 2010. Redes asimétricas en el sistema hortícola del Valle de Tepeaca. *Economía, Sociedad y Desarrollo*. 10(32): 207-230.
- Lugo-Morín, D. R. 2013. Supermercados, estrategias y pequeños productores hortícolas en el municipio de Acatzingo: el caso Wal-Mart. *Economía, Sociedad y Territorio*. XII (42): 315-349.
- Luna, J. M. 1988. In global perspectives on agroecology and sustainable agricultural systems, Proc. Sixth. Int. Conference of IFOAM. Santa Cruz, CA. Pp. 589-600.
- Martínez-Carrillo, J. L. 2011 Guía para el manejo de plagas del algodón en el sur de Sonora. Instituto Tecnológico de Sonora. Dirección de Recursos Naturales. México. Pp.18
- Meier, U. 2001. BBCH Monografía. Estadios de las plantas mono y dicotiledóneas. 2^{da} Ed. Centro Federal de Investigaciones Biológicas para Agricultura y Silvicultura Braunschweig. Blackwell WissenschaftsVerlag, Berlin. Pp.149.
- Merhix-Jacques M.; Despland E. and Bede J. C. 2008. Nutrient utilization by caterpillars of the generalist beet armyworm, *Spodoptera exigua*. *Physiological Entomology* 33: 51-61
- Molina-Ochoa, J.; Hamm, J. J.; Lezama-Gutiérrez, R.; López-Edwards, M.; González-Ramírez, M. y Pescador-Rubio, A. 2000. A survey of fall armyworm (Lep:Noc) parasitoids in the Mexican states of Michoacán, Colima, Jalisco and Tamaulipas. *Armyworm Symposium*. Florida Entomologist. 84 (1): 31-36.
- Molina-Ochoa, J.; Carpenter-James, E.; Heinrich, E. A. and Foster, J. E. 2003. Parasitoids and parasites of *Spodoptera frugiperda* (Lep: Noct) in the Americas and Caribbean bass in: An inventory. Florida Entomologist. 86 (3):254-
- Molina-Ochoa, J.; Carpenter-James, E.; Lezama-Gutiérrez, R.; Foster, J. E., González-Ramírez, M.; Ángel-Sahagún, C. A. and Farías-Larios, J. 2004. Natural distribution of hymenopteran parasitoids of *Spodoptera frugiperda* (Lep: Noct) larvae in Mexico. Florida Entomologist. 87 (4):461-472
- Morales R., L.H. 1996. Formulación de bioinsecticidas. Avances recientes en la Biotecnología en *Bt*. Cap. 7. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Muchecheti, F.; Madakadze, C. and Soundy, P. 2016. Leaf chlorophyll readings as in indicator of nitrogen status and yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.) grown in soils amended with *Leucaena leucocephala* Prunings. *Journal of Plant Nutrition* 39(4):539-561.

- Mushtaq, A. and Iqbal, A., M. 2010. Resistance of beet armyworm *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) to endosulfan, organophosphorus and pyrethroid insecticides in Pakistan. *Crop Protection*. 29: 1248-1433.
- Nava C., U.; Ramírez D., M.; Keir, F. and Byerly, M. 2003. Cap VIII. Manejo Integrado de plagas en sistemas agrícolas sustentables. En: Salazar S., E.; Fortis H., M.; Vázquez A., A. y Vázquez V., C. 2003. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, CoCyTED. P. 271.
- Navarro G., H. 2009. Agricultura orgánica y alternativa. Universidad Autónoma Chapingo. México. P. 271.
- Nicholls, E. C.I. 2008. Control biológico de Insectos con Enfoque Agroecológico. Medellín Ciencia y Tecnología. Ed. Universidad de Antioquia. Pp. 282.
- Niño, E. B. and Menza, J. G. 2009. Enfermedades de la espinaca en Cota y manejo del mildew veloso. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 3(2):161-174.
- Noguera G., V. 2004. El huerto en el jardín. Editorial Floramedia. Ed. Mundi-Prensa. P. 141.
- Ode, P. J. 2013. Plant defences and parasitoid chemical ecology. In Wajnberg, E. and Colazza, S. (eds.). *Chemical Ecology of Insect Parasitoids*. Wiley-Blackwell, John Wiley and Sons, Ltd. UK. Pp. 9-36.
- Olsen, J. and Weiner, J. 2007. The influence of *Triticum aestivum* density, sowing pattern and nitrogen fertilization on leaf area index and its spatial variation. *Basic and Applied Ecology* 8(3):252-257.
- Olson, D. M.; Cortesero, A. M.; Rains, G. C.; Potter, T. and Lewis, W. J. 2009. Nitrogen and water affect direct and indirect plant systemic induced defense in cotton. *Biological Control* 49(3):239-244.
- Ordoñez-García, M.; Bustillos-Rodríguez, J.C.; Loya-Márquez, J.; Ríos-Velasco, C.; Jacobo-Cuellar, J. L. 2015. Parasitoides de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en Chihuahua, México. *Métodos en Ecología y Sistemática*. 10(1): 67-78
- Ortega-Arenas, L. D.; Miranda-Aragón, D. A. y Sandoval-Villa, M. 2006. Densidad de huevos y ninfas de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (West.) en *Gerbera jamesonii* H. Bolus con diferentes regímenes de fertilización nitrogenada. *Agrociencia* 40 (3):363-371.
- Ortiz, O. 2001. La información y el conocimiento como insumos principales para la adopción del manejo integrado de plagas. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 61: 12-22

- Ortega-Martínez, L. D.; Ocampo-Mendoza, J.; Sandoval-Castro, E.; Martínez-Valenzuela, C.; Huerta-De la Peña, A. y Jaramillo-Villanueva, J. L. .2014. Caracterización y funcionalidad de invernaderos en Chignahuapan Puebla, México. *Revista Bio Ciencias*. 2 (4):261-270.
- Pérez-Torres, B. C.; Aragón-García, A.; Bautista-Martínez, N.; Tapia-Rojas, A. M. y López-Olguín, J. F. 2009. Entomofauna asociada al cultivo de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) en el municipio de Chiautla de Tapia, Puebla. *Acta Zoológica Mexicana*. 25(2):239-247.
- Pérez-Torres, B. C.; Aragón-García, A.; Pérez-Avilés, R.; Hernández Luis, R. y López-Olguín J. F. 2011. Estudio entomofaunístico del cultivo de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en Puebla, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 12 (3):359-371.
- Pérez-Magaña, A. 2008. Conocimiento y estrategias campesinas en el manejo de los recursos naturales. *Ra Ximhai* 4 (2): 183-213.
- Phelan, P. L.; Mason, J. F. and Stiner, B. R. 1995. Soil fertility management and host preference by European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, on *Zea mays*: a comparison of organic and conventional chemical farming. *Agric. Ecos. Environ.* 56:1-8.
- Qiu, B.; Zhou, Z. and Xu, Z. 2013. Age preference and fitness of *Microplitis manilae* (Hymenoptera: Braconidae) reared on *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). *Florida Entomologist* 96(2): 602-609.
- Quiroga-Madriral, R.; Aguilar-Astudib, E.; Morales-Morales, C. J.; Rosales-Esquica M. A. y Gill-Martínez, G. 2010. Guía Ilustrada de insectos y arañas asociados al piñón (*Jatropha curcas* L.) en Chiapas, México, con énfasis en la depredación central. Universidad Autónoma Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, México p 135.
- Ramírez, J. 2009. Recomposición agrícola del campesinado en el Valle de Tepeaca. In: Ferro, G. y Lozano, F. (Eds.). *La configuración de los territorios rurales en el siglo XXI*. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. 263 pp.
- Rappo M., S. E. y Vázquez T., R. 2007. Líneas estratégicas para construir una propuesta de desarrollo sustentable en la región Centro-Oriente de Puebla. *Aportes, Revista de la Facultad de Economía, BUAP*. 12 (34): 79-99.
- Rasband, W. S. 2009. ImageJ, Mac OS X. National Institute of Mental Health, Bethesda, Maryland, USA.
- Restrepo R., J. 2006. Manual práctico. El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas. 1ra Edición. P. 258.

- Ríos-Velasco, C.; Gallegos-Morales, G.; Cambero-Campos, J.; Cerna-Chávez, E.; Rincón-Castro, M. C. y Valenzuela-García, R. 2011. Natural enemies of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Coahuila, México. *Florida Entomologist* 94: 723-726.
- Rodríguez-Mota, A. J.; Ruíz-Cancino, E.; Coronado-Blanco, J. M.; Treviño-Carreón, J. y Khalaim-Andrey, I. 2014. Avispas Ichneumonoideas que atacan al gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en México. *AP Agroproductividad* 7(1): 28-31.
- Rodríguez, V. A.; Belach, M. N. and Ghirimghelli, P. D. 2012. Baculoviruses: Members of Integrated Pest Management Strategies, *Integrated Pest Management and Pest Control - Current and Future Tactics*, Dr. Sonia Soloneski (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/32779. Available from: <http://www.intechopen.com/books/integrated-pest-management-and-pest-control-current-and-future-tactics/baculoviruses-members-of-integrated-pest-management-strategies>
- Rodríguez-del-Bosque, L. A. y Arredondo-Bernal H. C. (eds.). 2007 *Teoría y Aplicación del Control Biológico*. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México. 303 p
- Ruiz C, E., Coronado B, J. M. y Martínez R, J.A. 2002. Contribución al conocimiento del Ichneumonidae (Hymenoptera) de México. Serie Publicaciones Científicas CIDAFF-UAT. 1^{ra} Ed. Serie publicaciones científicas 5.
- Ruiz C., E.; Kasparyan, D. R.; Coronado B, J. M.; Myartvesa S. N.; Trjapitzin V. A.; Hernández A., S. G. y García J, J. 2010. Himenópteros de la Reserva “El cielo”, Tamaulipas, México. *Dugesiana* 17 (1):53-71.
- Ruíz C., J.A.; Bravo M., E.; Ramírez O., G.; Báez G., A.D.; Álvarez C., M.; Ramos G., J.L.; Nava C., U. y Byerly M., K.F. 2013. Plagas de importancia económica en México: aspectos de su biología y ecología. Libro Técnico Núm. 2. INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco. Pp. 447.
- Saed S.; Sayyed, A. H. and Ahmad, I. 2009. Effect of host plants on life-history traits of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal Pest Science* 83: 165-172.
- SAGARPA. 2008. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2011. *La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado*, México. Pp.440.

- Salas- Araiza, M. D. y Salazar-Solís, E. 2003. Importancia del uso adecuado de agentes de Control Biológico. *Acta Universitaria*.13 (1): 29-35.
- Sánchez M. G. y González, E. 2006. Manual para el control biológico del psílido del eucalipto (*Glycapsis brimblecombei* Moore). Folleto Técnico Núm. 28 INIFAP-CIRNOC. Campo experimental Pabellón, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. p 47
- Sarmiento M, C. E. 2012. Avispas braconidae (Hymenoptera) de Colombia, novedades sobre su sistemática y uso en agricultura. *Boletín del Museo Entomológico Francisco Luis Gallego*. 4(2):11-20.
- Sauceda-Acosta, C. P.; Lugo-García, G. A.; Villaseñor-Mir, H. E.; Partida-Ruvalcaba, L. y Reyes-Olivas, A. 2015. Un método preciso para medir severidad de roya de la hoja (*Puccinia triticina* Eriksson) severity in wheat. *Rev. Fitotec. Mex.* 38(4):427-434.
- Saunders J., L.; Coto D, T. y King A., B. S. 1998. Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios de América Central CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). Serie Técnica. Manual Técnico 29. Costa Rica. P. 305.
- SAS Institute. 2002. SAS/STAT User's Guide, Statistics Version, 9.1 ed. SAS Institute, Cary, N.C.
- SENASICA-SAGARPA. 2009. (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). Programa de Trabajo de la Campaña Manejo fitosanitario del maíz a operar con recursos del componente Sanidad e Inocuidad del Programa Soporte. Gobierno del Estado de México. Pág.7-8.
- Serrano C., Z. 1976. Cultivo de la espinaca. Hojas divulgadoras. Ministerio de Agricultura, Madrid, N° 6-76 H.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2013). Consultado Noviembre 2015 en <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2014). Consultado Noviembre 2015 en <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>.
- Shun-Ji, L.; Ju-Ping, H.; Yang-Yang, C.; Si-Yuan, Q.; Wen-Ting, Y.; Zi-Shu C.; Shuang-Qing, L.; Xiau-Wen, C. and Guo-Hua H. 2015. Development of *Microplitis similis* (Hymenoptera: Braconidae) on two candidate host species, *Spodoptera littura* and *Spodoptera exigua* (Lep: Noc). *Florida Entomologist*. 98 (2): 736-741.

- Simko, I.; Hayes, R. J.; Mou, B. & McCreight J. D. 2014. Chapter 4. Lettuce and Spinach.
- Sourakov, A. and Mitchell, E. 2000. A wasp parasitoid *Cotesia marginiventris* (Cresson) (Insecta: Hymenoptera: Braconidae). Florida Museum of Natural History. University of Florida. EDIS. EENY-123. <http://entomology.ifas.ufl.edu/creatures>
- Staib, P., W. 2013. La agricultura para una comunidad sostenible. Manual de Entrenamiento. Comité de Servicio Amigos Americanos (American Friends Service Committee) Oficina AFSC Nuevo México. Pp.101.
- Stafford, D. B.; Tariq, T.; Wright, D. J.; Rossiter, J. T.; Kazana, E.; Leather, S.R.; Ali, M. and Staley, J. T. 2012. Opposing effects of organic and conventional fertilizers on the performance of a generalist and a specialist aphid species. Agric. Forest Entomol. 14(3):270-275.
- Suárez-Vargas, A.D.; Bautista-Martínez, N.; Valdez-Carrasco, J.; Angulo-Ormeño, A.; A la torre-Rosas, R.; Vera-Graziano, J.; Equihua-Martínez, A. y Manuel-Pinto V. 2006. Fluctuación poblacional de *Copitarsia decolora* (Gueéne) y su asociación con crucíferas comerciales. Agrociencia. 40: 501-509
- Téllez-Jurado, A.; Cruz R, M. G.; Mercado F., Y.; Assaff T., A. y Arana C., A. 2009. Mecanismos de acción y respuesta en la relación de hongos entomopatógenos e insectos. Revista Mexicana de Micología. 30: 73-80.
- Terán-Vargas, A. P. 1997. Response to the beet armyworm from Southern Tamaulipas, Mexico to insecticides. In: Proceedings of Beltwide Cotton Conferences, pp. 1225-1227.
- Toledo V., M. 1995. Campesinidad, agroindustrialidad, sostenibilidad: Los fundamentos ecológicos e históricos del desarrollo rural, Cuaderno de trabajo 3. Grupo Interamericano para el Desarrollo Sostenible de la Agricultura y los Recursos Naturales. México. Pp.29.
- Torres-Vila, L.M.; Rodríguez-Molina, M.C.; Lacasa, A.; Palo, E.; Mejías, M. y Guerrero, M. 1998. Susceptibilidad a 20 insecticidas de *Helicoverpa armígera* Hübner y *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) en las vegas del Guadiana (Extremadura). Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas 24: 353-362.
- Townes, H. and Townes, M. 1966. A catalogue and reclassification of the Neotropical Ichneumonidae. Memoirs of the American Entomological Institute 8. 367 pp.

- Trisnawati, D. W.; Tsukamoto, T. and Yasuda, H. 2015. Indirect effects of nutrients in organic and conventional paddy field soils on the rice grasshopper, *Oxya japonica* (Orthoptera: Acrididae), mediated by rice plant nutrients. *Appl. Entomol. and Zool.* 50(1):99-107.
- Urbaneja, J.; Van Der Blom, L.; Lara, R.; Timmer, K. Blockmans. 2002. Utilización de *Cotesia marginiventris* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae) para el control biológico de orugas (Lep: Noctuidae) en el manejo integrad de plagas en pimiento bajo invernadero. *Bol. San. Veg.* 28:239-250.
- Van den Bosch, R.; Messenger, P. S. y Gutiérrez, A. P. 1982, An introduction to biological control, Nueva York y Londres, Plenum Press, Pp. 247.
- Van Driesche, R. G. and Bellows, T. S. Jr. 1996. *Biological Control*. Chapman & Hall, New York, 539 p.
- Van Driesche, R. G.; Hoddle, M.S.; Center T. D.; Ruíz C., E.; Coronada B., J.; Manuel A. J. 2007. *Control de plagas y malezas por enemigos naturales*. Washington. U.S.D.
- Vázquez-Moreno, L. L.; Matienzo B., Y.; Veitía R., M. M. y Alfonso S., J. 2008. *Conservación y manejo de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas de Cuba*. . Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, La Habana, Cuba. 198 p.
- Vázquez-Moreno, L. L. 2010 *Manejo de plagas en la agricultura ecológica-Cuba*: Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, La Habana, Cuba. *Boletín Fitosanitario* Vol. 15 Núm. 1 p 120.
- Wahl, D. B. 1993. Family Ichneumonidae, Pp. 395-448. In: Goulet H. & J. T. Huber (eds.). *Hymenoptera of the world: an identification guide to families*. Agriculture Canada Pub. 1894/E. Ottawa.
- Wang, K. Y.; Jiang, X. Y.; Yi, M. Q.; Chen, B. K. and Xia, X. M. 2002. Insecticide resistance of *Spodoptera exigua*. *Acta Phytoph. Sin.* 29: 229-234.
- Wang, J. J; Tsai, J. H. and Broschat, T. K. 2006. Effect nitrogen fertilization of corn on the development, survivorship, fecundity and body weight of *Peregrinus maidis* (Hom: Delphacidae). *J. Appl. Entomol.* 130(1):20-25.
- Wharton, R., A; Marsh P. M. y Sharkey, M. 1998. *Manual para los géneros de la familia Braconidae (Hymenoptera) del Nuevo Mundo*. The International Society of Hymenopter. Whashington, D.C. Edición en español. Pp.447.

- Xing, S.; Wang, J.; Zhou, Y.; Bloszies, S. A.; Tu, C. and Hu, S. 2015. Effects Of $\text{NH}_4^+-\text{N}/\text{NO}_3^--\text{N}$ ratios on photosynthetic characteristics, dry matter yield and nitrate concentration of spinach. *Experimental Agriculture* 51(1):151.
- Yardıı, E. N. and Edwards, C. A. 2003. Effects of organic and synthetic fertilizer sources on pest and predatory insects associated with tomatoes. *Phytoparasitica*, 31(4):324-329.
- Zhang, J.; Zhang, Y. and Cao, L. 2016. Combined effects of water and nitrogen on growth, biomass, and quality of spinach (*Spinacia oleracea* Linn.). *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 47(1):32-40.
- Zolezzi V., M.; Lagos O, J. y Godoy C., P. 2012. Inocuidad alimentaria: Desafıo de hoy. *Rev. Tierra Adentro*. 100: 15-18.

ANEXOS



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas

CAMPUS PUEBLA

El presente cuestionario tiene como objetivo obtener información sobre el gusano soldado, los daños que este le ocasiona a la espinaca y como maneja este problema, además de documentar las prácticas que realiza durante la producción del cultivo. La información que proporcione será tratada de manera confidencial y es solo con fines académicos, muchas gracias por cooperar y por su tiempo.

I. Datos generales

No. _____
 Fecha _____ Localidad _____ Edad _____ Sexo M () F ()
 Nombre _____ Escolaridad _____
 Sabe leer Si () No () Escribir Si () No ()

1.1 Además del campo a que se dedica

A) Empleado () B) Trabaja por su cuenta () C) solo al campo () D) Otro _____

1.2 ¿Cuántos predios y de que superficie trabaja? No. De predios _____

Predio1__	Propio__	Renta_____	Costo_____	Otro_____
Predio2__	Propio__	Renta_____	Costo_____	Otro_____
Predio3__	Propio__	Renta_____	Costo_____	Otro_____

II. Preparación del terreno

2.1 ¿Qué actividades realiza en el terreno antes de sembrar espinaca?

2.2 Actividad 2.3 ¿Cómo la realiza? (Yunta, tractor, etc.)

2.4 ¿Quién la realiza?

2.5 ¿Cuánto le cuesta?

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

III. Siembra

3.1 Variedad y mes de siembra

1. _____

2. _____

3. _____

3.2 ¿Dónde la compra y cuanto le cuesta?

1. _____

2. _____

3. _____

3.3 ¿De qué depende la selección de la variedad?

A) Mayor consumo () B) Por la época () C) Disponibilidad () E) Única variedad

3.4 ¿Qué método de siembra utiliza? _____

3.5 ¿Cómo la realiza? _____

3.6 ¿Cuántas semillas siembra en cada mata? _____

3.7 ¿En qué parte del surco deposita la semilla o la planta? _____

3.8 Cantidad de semilla terreno/ ha _____ 3.9 Ancho del surco _____

3.9 Distancia entre surco _____ 3.11 Distancia entre planta _____

3.12 ¿Quién realiza la siembra? A) Familiares () B) Jornaleros ()

3.13 ¿Cuál es el costo? _____

IV. Fertilización

4.1 ¿Qué fertilizante utiliza?

4.1.1 Nombre	4.2 Dosis	4.3 Etapa de la espinaca	4.4 Como lo aplica	4.5 Donde lo aplica	4.6 Costo Bulto/Kg/ L	4.7 ¿Qué tan efectivo es?	4.8 Indicar si ha sustituido y por cual
1.							
2.							
3.							
4.							

5.							
6.							
7.							
8.							

4.9 ¿Hace mezcla entre los productos? A) Si () (Pasar a la 4.10) B) No () C) A veces ()

4.10 ¿Cuáles productos suele mezclar y en qué cantidades? _____

4.11 ¿Quién realiza la fertilización? A) Familiares () B) Jornaleros ()

4.12 ¿Cuál es el costo?

V. Riego

5.1 ¿Cuántos riegos realiza por todo el ciclo de la espinaca? _____

5.2 ¿Cuándo hace los riegos? _____

5.4 ¿Cómo realiza los riegos? A) Rodado () B) Goteo () C) Otro () _____

5.4 ¿Cuánto paga por riego? _____

5.5 ¿Cuántas personas utiliza para regar? _____ 5.6 ¿Cuánto le cuesta? _____

VI. Plagas y enfermedades

6.1 Nos puede indicar por orden de importancia ¿Cuáles son las plagas que afectan a la espinaca y en que época del año se presentan?

6.2 Nombre con la que la conocen PLAGAS	6.3 Meses en que se presenta	6.4 Producto que aplica	6.5 Dosis	6.6 Como lo aplica	6.7 Numero de aplicaciones	6.8 Costo	6.9 Etapa del cultivo en que se aplica
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
9.							
10.							

ENFERMEDADES

1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
9.							
10.							

VII Gusano soldado (*Spodoptera exigua*)

- 7.1 ¿Conoce al gusano soldado (gardama, gusano de la acelga)?
 A) SI () B)No () C)No sabe () D)No responde ()
- 7.2 ¿Con que nombre lo conoce? _____
- 7.3 ¿Qué métodos ha utilizado para controlar esta plaga?
 A) Químicos () B) Control mecánico () C) Control cultural () E) Control biológico () F) Otro ()
 Explique _____

7.4 Producto que aplica	7.5 Dosis	7.6 Como lo aplica	7.7 Numero de aplicaciones	7.8 Costo	7.9 Etapa del cultivo en que se aplica
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					

- 7.10 De los productos que usa para las plagas ¿Usa algún tipo de protección para su aplicación?
 A) Si () ¿Cuál? _____ B) No ()
- 7.11 ¿Consumo algún tipo de alimento antes o durante la aplicación? A) Si () B) No ()
- 7.12 ¿Ha sufrido alguna intoxicación al aplicar este tipo de productos?
 A) Si () B) No () C)No sabe ()
- 7.13 ¿Qué síntomas a presentado? A) Dolor de cabeza () B) Vómito () C) Mareo () D) Otro ()
- 7.14 ¿Ha ido a una clínica por problemas de intoxicación? A) Si () B) No ()
- 7.15 ¿Con qué se intoxicó? _____
- 7.16 Esto le causo: A) Hospitalización () B) Observación () C) Solo medicación ()
- Observaciones :

VIII Cosecha

- 8.1 ¿Cuántos días después de la siembra realiza la cosecha? _____
- 8.2 ¿Cómo realiza la cosecha? A) Manual () B) Mecánico () C) Otro ()
- 8.3 ¿Qué materiales usa para la cosecha? A) Caja () B) Costal () C) Otro ()
- 8.4 ¿Cuántos jornales utiliza para la cosecha? _____
- 8.5 ¿Realiza lavados en la espinaca? Si () No () (Pasar a la pregunta 8.7)
- 8.6 ¿Dónde realiza el lavado de la espinaca? _____
- ¿Cuánto le genera esto? _____ 8.8 ¿Entre cuantas personas lo realizan? _____

IX Comercialización

- 9.1 ¿Qué producción obtiene por maleta? _____
- 9.2 ¿Cuánto le pagan por maleta? _____
- 9.3 ¿Qué material usa para la transportación? A) Papel () B) Bolsa () C) Reja ()
- 9.4 ¿En qué meses es mejor pagada la espinaca? _____
- 9.5 ¿Cuáles es la razones por la que fue mejor pagada?
 A) Daño por granizo () B) Daño por lluvias () C) Daño de Plagas () D) Daño por enfermedades()
 E) Otros _____
- 9.6 Del día del corte al consumidor ¿Sabe cuánto tiempo dura la espinaca en vida de anaquel?
 A) Si () Tiempo _____ B) No ()
- 9.7 ¿Le aplica algún producto para que dure la espinaca? Si () (Pase a la 9.8) No ()

- 9.8 ¿Qué producto utiliza? _____
- 9.9 ¿Cuál es el costo del producto utilizado? _____
- 9.10 En este año ¿Cuándo en que mes(es) sembró espinaca? _____
- 9.11 ¿En qué mes la vendió y en cuanto se la pagaron) _____
- 8.5 ¿Dónde vende su espinaca?
- A) Huixcolotla () B) Central de abastos Puebla () C) México () D) Otro)

X. Técnicas campesinas

- 10.1 ¿Cuáles han sido los cultivos que ha sembrado en cada parcela? _____
- 10.2 Alrededor de su terreno ¿Qué plantas o arboles tiene? (Pasto, forrajeros, medicinales, frutales, etc.). _____
- 10.3 ¿Ha practicado la intercalación de cultivos con espinaca? Si () (No ()
- 10.4 En caso de responder afirmativamente ¿Cuáles ha sembrado junto con la espinaca y porque ha seleccionado esta(s) combinación (es)? _____

XI comentario adicional

- 11.1 Ordene en carácter de importancia las siguientes opciones para mejorar su producción e ingresos derivados de la espinaca
- | | | | |
|---------------------------------------|-----|---------------------|-----|
| A) Asesoría | () | E) Poder exportar | () |
| B) Productos agroquímicos más baratos | () | F) Mejores mercados | () |
| C) Productos naturales | () | G) Otro _____ | |
| D) Cámara fría | () | | |

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN !