

Estudios Sociales

Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional

Volumen 32, Número 60. Julio – Diciembre 2022

Revista Electrónica. ISSN: 2395-9169

Artículo

Percepción de la incidencia de *Melanaphis sacchari* (Zehntner)
y sus enemigos naturales en sorgo (*Sorghum bicolor*) por productores de Puebla, México

Perception of the incidence of *Melanaphis sacchari* (Zehntner)
and its natural enemies in sorghum (*Sorghum bicolor*) by producers from Puebla, Mexico

DOI: <https://doi.org/10.24836/es.v32i60.1278>
e221278

Jazmín Verónica Fortoul-Díaz*
<https://orcid.org/0000-0003-3937-4926>

Andrés Pérez-Magaña*
<https://orcid.org/0000-0003-2790-0642>

Arturo Huerta-de la Peña*
<https://orcid.org/0000-0002-0409-2278>

José Hilario Hernández-Salgado*
<https://orcid.org/0000-0002-7788-2166>

J. Refugio Lomelí Flores**
<https://orcid.org/0000-0002-5888-4625>

Fecha de recepción: 03 de agosto de 2022.

Fecha de envío a evaluación: 07 de septiembre de 2022.

Fecha de aceptación: 20 de septiembre de 2022.

*Colegio de Postgraduados. Campus Puebla. México.

**Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. México.

Autor para correspondencia: Andrés Pérez-Magaña.

Boulevard Forjadores de Puebla, No. 205.

Col. Santiago Momoxpan. Municipio San Pedro Cholula, Puebla, México. C.P. 72760

Tel: 2228511442 Ext. 2024

Dirección electrónica: apema@colpos.mx

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.
Hermosillo, Sonora, México.



Resumen

Objetivo: analizar la percepción de productores de sorgo sobre la incidencia y daños del pulgón amarillo y sus enemigos naturales, así como los métodos de control para fortalecer estrategias de manejo integrado y reducir daños causados por el áfido en tres localidades de la región poblana productora de este grano. **Metodología:** mediante un muestreo por conveniencia y una guía de entrevista se recopiló información de 44 productores asistentes a reuniones realizadas por el Comité Estatal de Sanidad Vegetal. **Resultados:** el cultivo de sorgo fue de temporal. Los grandes problemas que los productores identificaron en sorgo fueron cuatro, 66% señaló al pulgón amarillo como el principal. Los productores percibieron infestación en todas sus parcelas en diferentes etapas del cultivo. Se utilizó principalmente insecticidas químicos para el control del áfido, seguido de la combinación con enemigos naturales. El 77% observó enemigos naturales del áfido en su parcela, de los cuales catarinas y sírfidos tuvieron mayor presencia. El 70% indicó que los enemigos naturales están amenazados por las altas dosis de insecticidas aplicados. **Limitaciones:** si bien el estudio se realizó en tres localidades, este permitió comprender los elementos principales del fenómeno estudiado. **Conclusiones:** los productores percibieron e identificaron el pulgón amarillo del sorgo como el principal problema del cultivo y afectó toda la superficie. Precisaron la presencia de al menos un enemigo natural en su parcela. Sin embargo, la alta aplicación de insecticidas tiene efectos adversos en los mismos, hallazgos que reflejan un potencial biológico importante para usarse en el manejo del áfido.

Palabras clave: desarrollo regional, incidencia, conocimiento, entomófago, pulgón amarillo del sorgo, insecto, plaga.

Abstract

Objective: To analyze the perception of sorghum producers about the incidence and damage of the yellow aphid and its natural enemies, as well as the control methods to strengthen integrated management strategies and reduce damage caused by the aphid in three localities of the Pueblan region that produce this grain. **Methodology:** Through convenience sampling and an interview guide, information was collected from 44 producers attending meetings held by the State Plant Health Committee. **Results:** The sorghum crop was rainfed. The major problems that the producers identified in sorghum were four, 66% pointed to the yellow aphid as the main one. The producers perceived infestation in all their plots at different stages of cultivation. Chemical insecticides were mainly used to control the aphid, followed by the combination with natural enemies. 77% observed natural enemies of the aphid in their plot, of which lady beetles and hoverflies had a greater presence. 70% indicated that natural enemies are threatened by the high doses of insecticides applied. **Limitations:** Although the study was carried out in three locations, it allowed us to understand the main elements of the phenomenon studied. **Conclusions:** The producers perceived and identified the yellow sorghum aphid as the main problem of the crop, and it affected the entire surface. They specified the presence of at least one natural enemy in their plot. However, the high application of insecticides has adverse effects on them, findings that reflect an important biological potential to be used in aphid management.

Keywords: regional development, incidence, knowledge, entomophagous, sugar cane aphid, insect, pest.

Introducción

El control de insectos plaga, que dañan los cultivos, es una de las actividades prioritarias en la producción agrícola destinada a la alimentación tanto humana como animal. El objetivo es prevenir daños cuantiosos por estos organismos en especies vegetales; reducir los costos de producción y contribuir a disminuir la contaminación ambiental debido al uso indiscriminado de insecticidas químicos (Jiménez, 2021). Por estas razones, a través del tiempo, se han desarrollado distintas opciones para atender este tipo de problemas de forma natural (Brenes, 2003). Un ejemplo es el uso de insectos depredadores y parasitoides. Estas especies se encuentran en continua interacción entre los ambientes silvestres y agrícolas, así como con los insectos plaga, y tienen la capacidad de regular y disminuir los efectos que estos causan a los cultivos (Van et al., 2007), por lo que actúan como elementos del equilibrio tanto de los ecosistemas como de los agroecosistemas (Alonso, Lazcano y Suris, 2011).

El sorgo, *Sorghum bicolor*, es apreciado por los productores agrícolas por su alta adaptación a condiciones de suelo y clima, de la cual carecen otras especies forrajeras como el maíz (Morell, Expósito y Ruz, 2018). El grano y el follaje que produce la especie se usan en la alimentación animal como un ingrediente muy importante en el consumo directo o como parte de los alimentos balanceados. El grano de los sorgos blancos también se emplea en la alimentación humana y para la industria alimenticia en diferentes partes del mundo, al obtener: espesante, ligante, jarabe, dextrosa, fermento, almidón, harina y malta (Pérez et al., 2010). Para la humanidad el grano resulta de un potencial alimenticio interesante en la elaboración de pan o galletas con levadura y sin levadura (tortillas). El grano del sorgo puede emplearse, en estos casos, como un sustituto del maíz de cuyo grano el país depende en buena medida de su importación. Moreno et al. (2016), señalaron que en 2011 el 35% del consumo de maíz en México fue importado. La relevancia del sorgo grano se debe

a que puede ser usado para elaborar bebidas alcohólicas como la cerveza y en productos no alcohólicos como los atoles, tan importantes en la dieta tradicional de los mexicanos (Awika y Rooney, 2004).

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2018) mencionó en el año 2017 que el cultivo de sorgo formó parte de los 34 productos agropecuarios con representatividad en México y fue el tercer cultivo con mayor superficie sembrada (1,411,676 ha) después del maíz y frijol. En este mismo año, en el estado de Puebla se sembraron 20,502 ha, con un rendimiento medio de 3.5 t/ha. El Distrito de Desarrollo Rural (DDR) 06 Izúcar de Matamoros fue el que registró la mayor superficie sembrada (16,610 ha) en la entidad poblana (SIAP, 2018) y en 2018, México fue el cuarto productor de sorgo a nivel mundial (USDA, 2019).

En México durante los años 2016 a 2018 se presentó una reducción en la producción de sorgo de 90,000 toneladas, este decremento se observó en estados como Puebla, donde en el año 2018 se registró una disminución en el rendimiento de 0.458 t/ha (SIAP, 2019). Entre los factores que contribuyeron a la merma de la producción en sorgo fue la presencia de *Melanaphis sacchari* (Zehntner), conocido como pulgón amarillo del sorgo (PAS). El pulgón genera daños al cultivo al alimentarse de su savia, lo que limita la adecuada nutrición de la planta, que se refleja en un deficiente llenado de grano (Singh et al., 2004). En 2015, el estado de Puebla contó con 7,500 productores cuyo cultivo de sorgo resultó afectado por esta plaga. Debido a que ese año el áfido ocasionó las mayores pérdidas en la región de Izúcar de Matamoros. A partir de 2016 los productores desarrollaron diferentes estrategias para su manejo, una de estas fue la consultoría oficial con su incorporación a la Campaña Nacional que promovió el gobierno federal, en la que a través del Manejo Integrado de Plagas (MIP) se combinaron técnicas de control biológico, cultural y químico (SENASICA, 2017). Mientras que la otra opción fue acudir a la consultoría privada que brindan los técnicos de las casas comerciales de agroquímicos ubicadas en la región para comprar cualquiera

de los cinco productos: Imidacloprid (105), Sulfoxalor (12), Spirotetramat (45), Thiametoxam (125) y Metamidofos (900) que el INIFAP (2014) recomendó para reducir al 90% los daños por el áfido.

Toledo (2010), considera que el sector rural se encuentra cada vez más interesado en buscar el apoyo de personas y entes externos para satisfacer las necesidades de las unidades de producción agrícola y de esta forma lograr el desarrollo económico, social y productivo. Damasceno et al. (2007) describen que las comunidades deben contar con autonomía propia para participar, decidir y negociar internamente, pero también deben disponer del apoyo de instituciones para el desarrollo de liderazgo y el fortalecimiento de entornos productivos y familiares. A partir de esta cooperación es que se permite fortalecer las capacidades de los productores, mediante un diálogo de saberes, en el cual se reconoce el conocimiento local y se establece su relación con el conocimiento científico para generar estrategias que logren la transformación social (de Castro et al., 2013). Altieri (2002) considera que la agricultura es un sistema complejo en el cual además de elementos bióticos, se incluyen los abióticos como los aspectos sociales y culturales de los productores agrícolas, entre los cuales están las percepciones, elemento de gran interés cuando se quiere involucrar a los productores en aspectos de la sostenibilidad agrícola, así como la acción social colectiva para atender un problema concreto como el daño de insectos, donde un factor importante es el MIP.

A partir de problemas como el señalado, los productores de sorgo generan conocimiento a través del tiempo, para resolver problemáticas presentes en su entorno (Sánchez, 2015). Barkin et al. (2009), plantean como necesaria la participación de los productores para la solución de las limitaciones que presentan sus cultivos, de tal forma que se reconozcan sus conocimientos y se integren en el desarrollo de estrategias. Toledo (1993) plantea que el productor agrícola desarrolla conocimiento en varias escalas, una de ellas es la biológica, es decir, presenta evidencias de que el productor conoce rasgos o aspectos distintivos de especies vegetales o animales, en este caso del

PAS, entomopatógenos, parasitoides y sus depredadores. Es en el tipo de conocimiento campesino o saber local en el que entra en juego la percepción, entendida como el proceso de sensaciones estimuladas por la propia realidad del contexto en que interacciona un individuo en el que intervienen la experiencia y las vivencias personales para producir nuevas experiencias y conocimiento (Milton, 2002). Mientras que el conocimiento local, entonces, se refiere al complejo de relaciones que establecen los sujetos entre los seres vivos y su entorno para derivar estructuras, nomenclaturas o categorías, interacciones entre factores bióticos y abióticos, identificar la dinámica de los ciclos de vida y los procesos de cambio, así como la utilidad de los recursos. Es entre la percepción y el conocimiento local donde se encuentra la percepción de los productores de sorgo sobre la incidencia y daños del PAS (Toledo y Barrera-Bassols, 2008). Por lo anterior, el interés de este estudio fue analizar la percepción de los productores de sorgo sobre la incidencia y daños del pulgón amarillo y sus enemigos naturales, así como los métodos de control para fortalecer las estrategias de manejo integrado y reducir daños causados por el áfido en tres localidades productoras de este grano en Puebla.

Metodología

Ubicación de la zona de estudio

El referente empírico de este estudio se integró por tres localidades de la región productora de sorgo en la entidad poblana: San Miguel Aguacomulcan ubicada a los (18° 49'6'' N, 98°32'55'' W); Atzala a los (18°33'26'' N y los 98°34'1'' W), así como Calmecca ubicada a los (18°39'23'' N, 98°37'10'' W). Localidades que según la estructura administrativa de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural pertenecen al Distrito de Desarrollo Rural 06 Izúcar de Matamoros, el cual se ubica al suroeste del Estado de Puebla entre los paralelos 18°00' y 19° 51' de latitud Norte y los

meridianos 97° 49' y 98° 47' de longitud Oeste. La región se caracteriza por presentar una temperatura media anual de 26°C, climas cálido-subhúmedo y semicálido-subhúmedo con lluvias en verano con precipitación de 600-800 mm anuales (Hernández *et al.*, 2020). Aspectos que le confieren a esta región condiciones de suelo y clima que favorecen el cultivo de sorgo (Ramírez *et al.*, 2020).

El método

El estudio se desarrolló bajo el método etnográfico. El estudio es el más frecuente en estos casos por su flexibilidad para este tipo de investigaciones, donde el propósito no es estudiar a los productores de sorgo, sino aprender de ellos sobre un problema que se les presenta para definir sus causas, consecuencias y la forma de atenderlo, al darles la oportunidad de expresar sus percepciones sobre la incidencia y daños del PAS, así como de sus enemigos naturales. De manera tal, que para conocer las percepciones de los productores de sorgo sobre la incidencia, daños y enemigos naturales del PAS y para fortalecer las estrategias de manejo en la disminución de daños causados por el insecto, se dio la voz a los productores mediante el uso de la técnica del muestreo por conveniencia y la entrevista semiestructurada.

El muestreo y criterios de selección de entrevistados

Ante dos conflictos sociales ocurridos en la región en estudio: uno de orden político y otro de linchamiento de una persona por conflictos sociales locales, se optó por el muestreo por conveniencia, mediante el cual se logró entrevistar a 44 productores, toda vez que se llegó al punto de saturación, en el cual se consideró el 50% de las respuestas repetidas. Los criterios de selección de productores a entrevistar se supeditaron a las dos situaciones conflictivas señaladas que hicieron difícil ingresar a las localidades en estudio. Para dar la voz a los productores mediante la entrevista, se recurrió a la relación con técnicos del Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Puebla

(Cesavep) que conducen la campaña de Manejo Integrado de Plagas, en este caso del PAS en la región. Se trata de una campaña en la que una de las acciones consistió en la entrega de huevos de *Chrysoperla carnea* para su liberación en las parcelas sembradas con sorgo, actividad que realizan en reuniones con productores. Por lo que se consideraron estas reuniones para entrevistar a los productores asistentes.

La guía de entrevista para la recolección de información

De acuerdo con el objetivo de estudio se diseñó una guía de entrevista con siete secciones: 1) Características de los entrevistados: edad, sexo y escolaridad; 2) Superficie de siembra y problemática en la producción de sorgo: número de predios, superficie, cultivos sembrados y problemática en la producción de sorgo; 3) Detección del pulgón amarillo: métodos de identificación del PAS; 4) Daños ocasionados por el pulgón amarillo: reducción de la superficie a nivel parcela y municipal y persistencia del pulgón amarillo 5) Factores asociados al PAS y prácticas de control: factores asociados a la aparición del áfido, percepción del fenómeno “canícula” y prácticas de control. 6) Presencia de enemigos naturales y uso de organismos benéficos: percepción de la presencia de enemigos naturales en las parcelas de sorgo (a quienes informaron que habían detectado la presencia de estos insectos se les mostraron fotografías impresas a color de los insectos entomófagos que dijeron ver para que señalaran con precisión cuales eran los que habían visto en su cultivo), año con mayor presencia de enemigos naturales y uso de insectos benéficos dentro del control del PAS; 7) Fluctuación poblacional del pulgón amarillo y sus enemigos naturales y efectos adversos de los insecticidas en los enemigos naturales: etapa fenológica del sorgo en la que observaron las primeras colonias de pulgón amarillo e insectos benéficos y en la que ya no los observaron (a los productores se les presentó una imagen del desarrollo fenológico del cultivo para que indicaran en qué etapa los observaron) y efectos adversos de los insecticidas en enemigos naturales.

Sistematización y análisis de información

La información que se obtuvo de las secciones contempladas en la entrevista, se codificó y organizó en una hoja de cálculo de Microsoft Office Excel®, datos que se analizaron con estadísticos descriptivos.

Resultados y discusión

Características de los entrevistados

La edad promedio de los entrevistados fue de 51.6 años. La edad mínima registrada de 25 y la máxima de 79. Del total de participantes 38 fueron del género masculino y seis del femenino, lo que refleja que, en las localidades en estudio, una minoría de mujeres tiene acceso a la tierra, como consecuencia de la forma patriarcal de la asignación de la herencia de este tipo de bienes. Se puede observar que 14% de las personas no estudió, el 68% terminó la educación básica y solo el 4% finalizó una licenciatura (figura 1). Esto concuerda con el reporte de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) (2017), en la cual 85.5% de los encuestados fueron hombres y 14.5% mujeres. El 37.8% de productores tuvo entre 46 a 60 años. En educación, se registró que 52.2% finalizó la primaria, 18.9% la secundaria y 8.6% terminó una licenciatura (INEGI, 2018). Escolaridad que favorece tanto la comunicación oral como la escrita con los productores de sorgo, característica que se puede aprovechar en las actividades de asesoría técnica.

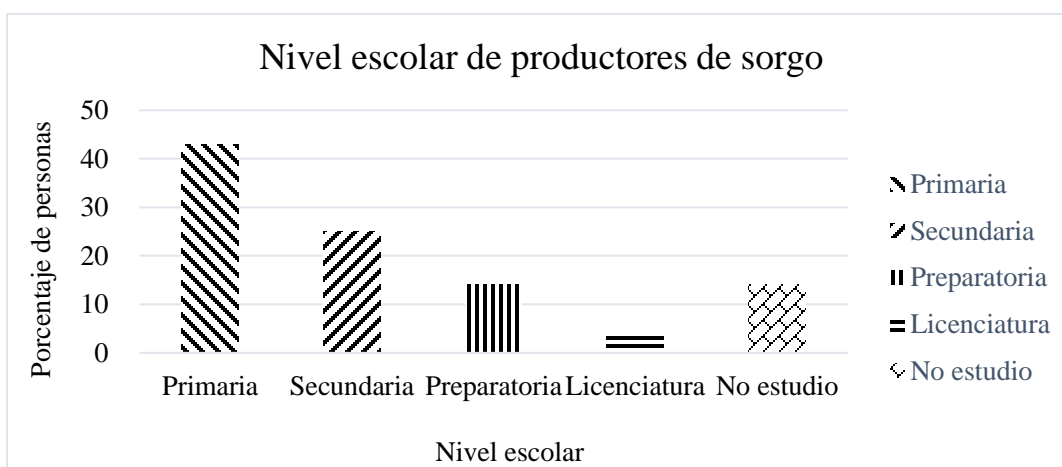


Figura 1. Nivel de estudio de productores de sorgo de tres localidades en Puebla, México 2018. Fuente: elaboración propia.

Características de la superficie de siembra y problemática en la producción de sorgo en las localidades estudiadas

En el año 2018 los productores de sorgo en cuestión manejaron de uno a cinco predios, el 52.3% gestionó solo uno, la superficie mínima registrada por productor fue de una ha y la máxima de 15, el 56.9% manejó un rango de superficie de una a cinco hectáreas, en general, la media de superficie fue de 4.68 hectáreas (cuadro 1). Lo anterior concuerda con la media nacional de Unidades de Producción (UP) en México, las cuales se caracterizan por contar una superficie igual o inferior a cinco ha (INEGI, 2007). Además, Robles (2013) destaca el peso de la agricultura a pequeña escala en la economía agrícola de las naciones. Así mismo, IICA (2012) describe que esta agricultura representa el 39% de la producción agrícola en México, a pesar de carecer de apoyos económicos y de padecer condiciones precarias durante la producción.

Cuadro 1.
Predios y superficie total por productor en Izúcar de Matamoros, Puebla, México

No. de predios	Frec.	%
1	23	52.3
2	9	20.5
3	4	9.1
4	5	11.4
5	3	6.8
Total	44	100.0
Superficie total	Frec.	%
1 a 5	29	56.9
5.1 a 10	12	27.3
10.1 a 15	3	6.8
Total	44	100.0

Fuente: elaboración propia.

Sorgo, maíz y cacahuate fueron los tres principales cultivos sembrados en las localidades de estudio, el primero fue el de mayor relieve (figura 2a). La modalidad de siembra en las tres localidades participantes fue de temporal, por lo que el cultivo es influenciado por las condiciones climáticas locales. Aspecto coincidente con el reporte de la ENA (2017), que menciona que 79% de la superficie agrícola nacional de las Unidades de Producción fue de temporal (INEGI, 2018).

La problemática que los productores identificaron en la producción de sorgo fue variada, entre la cual se identificó: a) falta de insumos (fertilizantes e insecticidas); b) condiciones climatológicas adversas; c) presencia de PAS; d) condición económica desfavorable y e) falta de semillas. Al consultar a los participantes en el estudio sobre el principal problema que enfrenta la producción de sorgo, el 66% señaló al PAS como su principal problema, 18.18% lo atribuyó a condiciones climáticas, 9% a la falta de fertilizantes y 14% a otros factores (figura 2b).

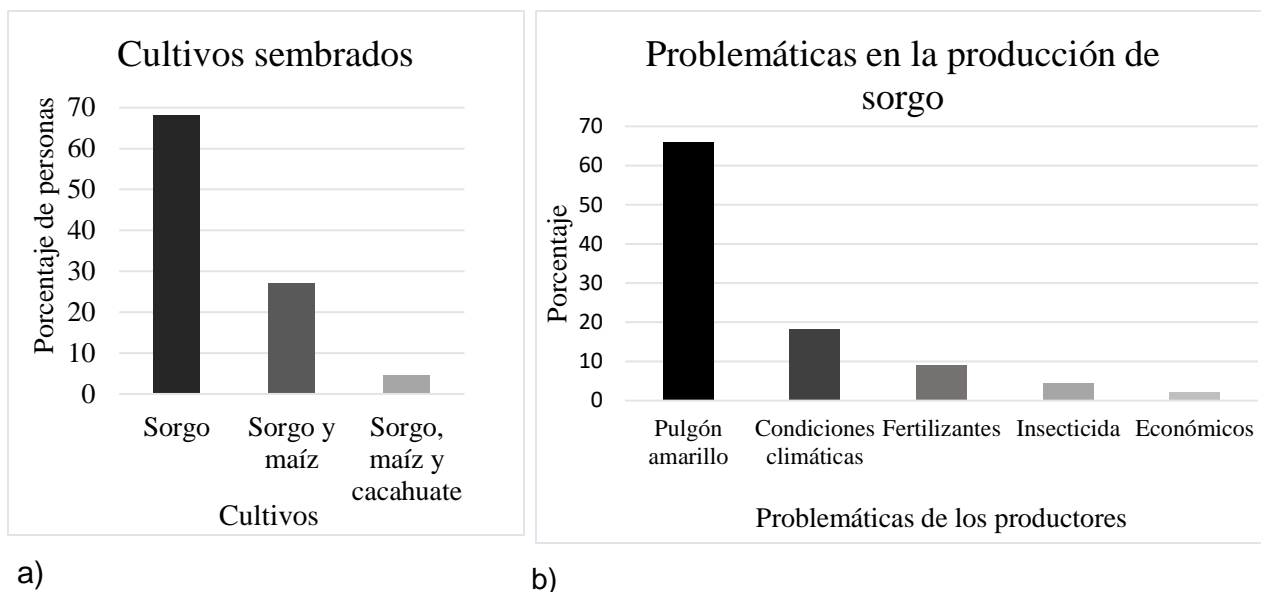


Figura 2. a) Porcentaje de productores por cultivos sembrados en 2018; b) Problemáticas de mayor relevancia en la producción de sorgo en localidades de la región de Izúcar de Matamoros, Puebla. Fuente: elaboración propia.

Esto concuerda con lo descrito por la Encuesta Nacional Agropecuaria (INEGI, 2018), en la cual se reportó que los principales problemas en la actividad agropecuaria en 2017 fueron los altos costos de los insumos y servicios, la pérdida de cosecha por causas climáticas referida por 74.7% de las unidades de producción y la pérdida de cosecha por causas biológicas (donde se ubica el daño por plagas) reportada por 44.2% de las unidades de producción. Tanto las afectaciones biológicas como climáticas en el cultivo de sorgo son dos cuestiones indicadas por mayor porcentaje de productores participantes.

Detección del pulgón amarillo

La figura 3 muestra las estrategias implementadas en 2018 por productores de sorgo para la identificación de la infestación de parcelas comerciales de sorgo con PAS. Al respecto, el 52% de agricultores empleó métodos tardíos de monitoreo de la plaga, ya que observaron al PAS cuando alcanzó una alta densidad poblacional. Un claro ejemplo de esto es que el 48% de los productores

detectó al áfido cuando revisó el envés de las hojas y 18% en la fase en que el cultivo presentó mielecilla y hojas amarillas.

Los resultados evidencian que, a pesar, de que las estrategias de manejo integrado del pulgón amarillo consideran que actualmente se ha conseguido un mejor control de la plaga como consecuencia del monitoreo del sorgo grano (SADER, 2018). Los productores de las localidades de estudio no realizan un monitoreo oportuno y continuo del cultivo, ya que observan presencia del áfido cuando presenta una alta densidad poblacional, lo que ocasiona daños a las hojas, generando la aparición de mielecilla y la presencia de abejas. De acuerdo con Bowling et al. (2016) la población del áfido se incrementa con la presencia de climas cálidos, hecho que también evidenciaron los productores en cuestión. Los daños ocasionados aumentan cuando el pulgón supera las 900 ninfas por hoja (Brewer et al., 2017). A su vez, la detección inoportuna del PAS en el cultivo impacta negativamente en el rendimiento. Ello se debe a que cuando se presentan más de 250 áfidos por hoja, las pérdidas del rendimiento son hasta del 50% (Bowling et al., 2016).

Los resultados muestran que los productores al detectar inoportunamente al PAS carecen de métodos adecuados de monitoreo, ya que más del 50% identificó a la plaga por los daños ocasionados al cultivo. Lo anterior contrasta con lo descrito por Silva et al. (2019), quienes mencionan que los programas de manejo integrado de plagas requieren de métodos de muestreo fáciles de usar y que permitan estimar la población del pulgón. Esta falta de conocimiento se puede deber a que los productores requieren de un mayor acompañamiento técnico y multidisciplinario que les permita mejorar sus capacidades durante la producción de cultivos (Coppens, 2014).

Métodos de identificación de pulgón amarillo

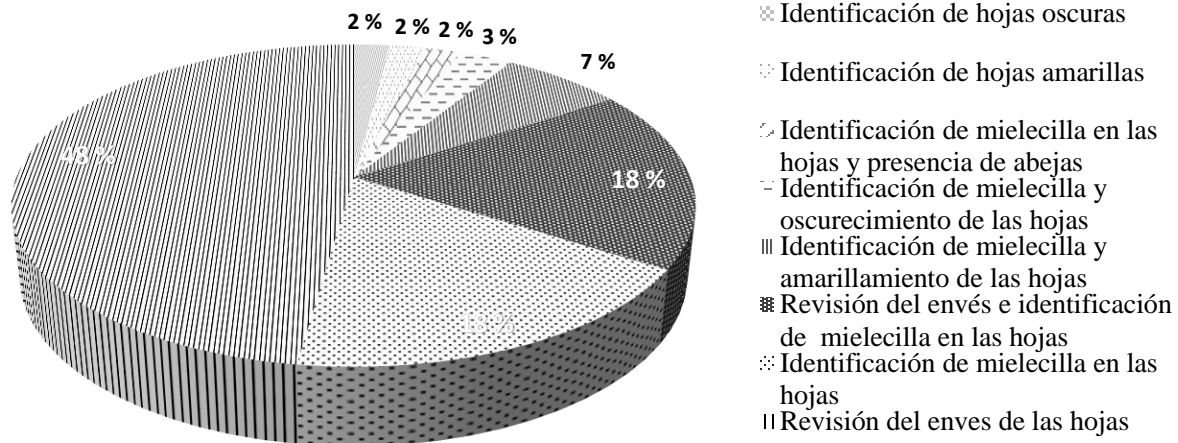


Figura 3. Métodos implementados para la identificación de sorgo grano infestado con pulgón amarillo en la región de Izúcar de Matamoros, Puebla. Fuente: elaboración propia.

Además, se evidencia que los productores requieren de un mayor asesoramiento técnico y científico que les proporcione las estrategias de manejo integrado del PAS más adecuadas para la región. Lo anterior se debe a que un alto porcentaje de productores identificó al pulgón cuando las hojas presentaban mielecilla, la cual se presenta en la fase en que el sorgo cuenta con una alta densidad poblacional de la plaga. Lo indicado se vincula con lo descrito por Miranda et al. (2009), al describir que la agricultura requiere de un mayor acercamiento con el área científica a través, de una interacción bidireccional, en la cual se establezca una retroalimentación entre el conocimiento científico y las actividades agrícolas para generar cambios que aporten beneficios a los productores. El monitoreo inoportuno del pulgón amarillo en las localidades de estudio evidencia el insuficiente acceso y adquisición de información vinculada con los métodos tempranos de detección de la plaga y su relación con el control de las poblaciones de PAS. Aspecto que se relaciona con lo descrito

por Barrientos et al. (2020), al mencionar que el conocimiento de los agricultores se basa en la información local y no dispone de un acceso fácil a la información sobre el áfido.

Con base en lo anterior, se puede decir que los productores de sorgo de la región de estudio no implementan monitoreos tempranos, aspecto que reduce el uso de adecuadas estrategias de control cultural, químico y/o biológico.

Daños ocasionados por el pulgón amarillo

En 2017, a nivel nacional, al continuar con la implementación del MIP del PAS, no se reportaron pérdidas por daños de *M. sacchari* (SADER, 2018). A pesar de eso, los resultados de esta investigación mostraron que los daños generados por el áfido en años anteriores ocasionaron que 26 productores (59.09%) redujeran la superficie de siembra y solo 18 (40.9%) mantuvieran la misma. A nivel de las tres comunidades estudiadas, 72.7% de los entrevistados consideró que la superficie se redujo a causa del PAS, 25% mencionó que se mantuvo igual y 2.3% no supo qué ocurrió. Entre los cultivos alternos al sorgo, una vez que se redujo la superficie sembrada, se indicó que el maíz y cacahuate pasaron a ocupar la superficie que se dejó de sembrar con sorgo.

En 2014 Rodríguez y Terán (2015) reportaron en Tamaulipas pérdidas de entre el 30% al 100% ocasionadas por *M. sacchari*. Por su parte, Cesavep reportó en 2015 una infestación del 64% en la superficie sembrada con sorgo en el estado de Puebla (Cesavep, 2018). En las localidades de estudio el 97.7% de los productores mencionó que en el 2018 hubo un decremento en la población del PAS con respecto al 2016 y el 91.18% indicó lo mismo con respecto al 2017. Altieri y Nicolls (2000), consideran que los campesinos han logrado desarrollar agroecosistemas que se han adaptado a las condiciones locales, a pesar de la existencia de situaciones desfavorables, como es el caso del presente estudio. Ramos y Hernández (1977), describen que existen comunidades rurales

en las que la agricultura y la cultura han coevolucionado de tal forma que se adaptan a los constantes cambios del medio ambiente.

Factores asociados al pulgón amarillo del sorgo y prácticas de control

Del total de los entrevistados, el 91% mencionó que el principal factor relacionado con la aparición del PAS es la sequía y el 9% consideró que fue la falta de aplicación de insecticidas, migración natural del pulgón, altas temperaturas o que el insecto venía en la semilla. Uno de los aspectos que la literatura ha documentado sobre las consecuencias del cambio climático en la agricultura, es la mayor presencia de plagas, como lo registraron en Europa para el caso de la procesionaria de los pinos, *Thaumetopoea pityocampa*, que se asocia a las bajas temperaturas (Hódar, Zamora y Cayuela, 2012). En Sonora, México, para el caso del barrenador de la nuez (*A. nuxvorella*) se encontró que de 2010 a 2020 aumentó el número de generaciones del insecto al igual que la temperatura (Grageda, Ruiz, Jiménez y Castillo, 2014), factores considerados por los productores participantes en el estudio. Al respecto, también Flores et al. (2020) plantearon que el incremento de la temperatura, en regiones de las montañas andinas, ocasiona un aumento de la presencia de plagas. Los resultados del presente estudio registraron que 68.2% de los productores conocen el periodo de tiempo de la canícula y su asociación con la ausencia de lluvias y bajas temperaturas, mientras que el 56.82% opinó que existe una relación entre la canícula y la aparición del PAS.

Desde esta óptica es plausible apuntar que la información, las nociones y subjetividades como parte de la percepción sobre el PAS, forman parte del conocimiento local, el cual es de gran trascendencia para el desarrollo de investigación y acción participativa en torno a las estrategias de prevención de daños en el cultivo. Además, Sánchez (2015) considera que las comunidades rurales tienen conocimiento de los elementos de los agroecosistemas como lo son las épocas de sequía,

lluvias, granizadas, siembra, plagas entre otros, los cuales son considerados como oportunidades clave para tomar medidas de atención de problemas.

En la figura 4 se muestra el porcentaje de uso de los métodos de control químico, biológico y cultural del PAS implementados por los productores. En los tres años de análisis la aplicación de insecticidas químicos predominó como medida de control; sin embargo, la estrategia registró una reducción de uso del 2016 al 2018, mientras que, aumentó el porcentaje de uso del manejo integrado de la plaga. Lo anterior se evidencia del 2017 al 2018 en donde el control químico logró una reducción del 18.19%. Por su parte, en este periodo el manejo integrado mediante la aplicación de insecticidas y la liberación de huevos de *Chrysoperla* incrementó en 18.18%. Los resultados muestran que en la zona de estudio está en aumento el número de estrategias de manejo integrado del PAS, con lo que se sustituye el uso exclusivo de insecticidas químicos. La transición hacia métodos más amigables con el medio ambiente puede ser consecuencia de la campaña nacional implementada en México desde 2016, en la cual se propone el uso de estrategias basadas en el control químico, biológico y cultural (SADER, 2018).

Los productores de la región adoptan estrategias de forma paulatina, ya que el manejo integrado conlleva la aplicación del control químico complementado con tareas de control cultural o biológico, en donde la aplicación de insecticidas se encuentra presente en el 71 % de los métodos de control (figura 4). Esto puede ser consecuencia de que los productores de sorgo en Puebla presentan un nivel medio del índice de aplicación de prácticas de manejo del PAS, índice que es menor en la agricultura tradicional (Serratos et al., 2021). De igual manera, el presente estudio evidencia que el manejo integrado del PAS adopta anualmente nuevas prácticas de control; se observa el incremento en 2018, en donde se registraron siete métodos diferentes de manejo del PAS. Lo anterior se vincula con la idea de que el manejo integrado considera la compatibilidad de estrategias de control químico, control biológico y la siembra de híbridos resistentes al áfido (Szcepaniec

2018). La mayor adopción de prácticas de manejo integrado del PAS en la región de Izúcar de Matamoros demuestra el interés de los productores de sorgo por implementar estrategias complementarias que permitan el control de la plaga. Así mismo, la transición hacia prácticas de manejo integrado es relevante debido a que, la adopción de prácticas culturales y de monitoreo producen un efecto en la densidad poblacional del PAS (Lama et al., 2019).

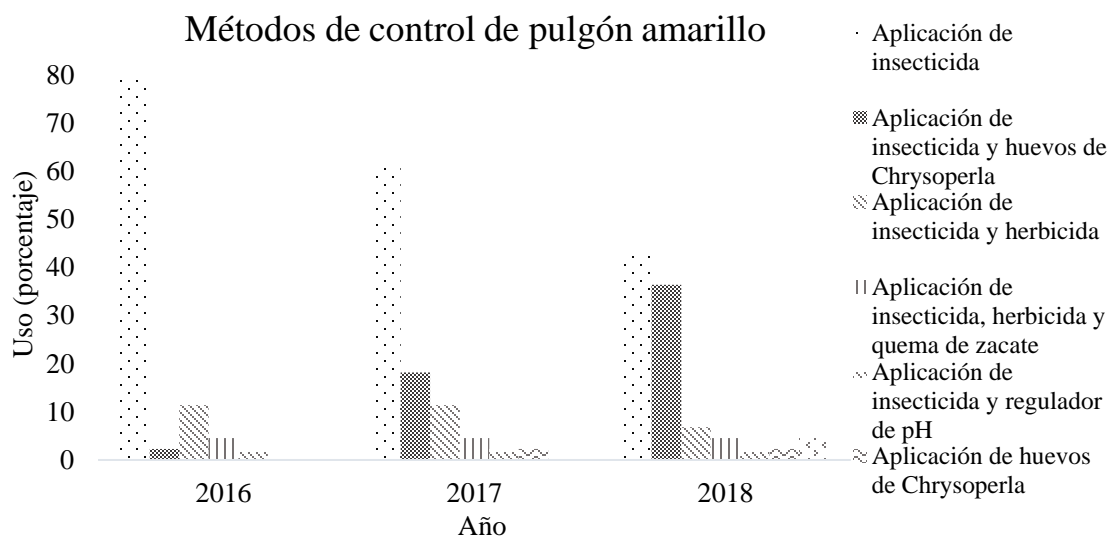


Figura 4. Métodos de control del pulgón amarillo en tres localidades de Izúcar de Matamoros, Puebla. Fuente: elaboración propia.

Los resultados muestran que una de las prácticas introducidas por los productores fue el uso exclusivo de huevos de *C. carnea*, que a pesar de ser usados por 3% de los productores prevaleció en el 2017 y 2018 (figura 4). Lo anterior evidencia que los productores de sorgo están haciendo un mayor uso del control biológico como una práctica complementaria al uso de insecticidas químicos. Lo indicado demuestra su mayor compromiso por emplear estrategias con un menor impacto en la salud humana, los enemigos naturales y al medio ambiente. Además, esto ejemplifica la necesidad

de los productores de sorgo por acceder a un continuo asesoramiento técnico que les brinde las estrategias de manejo integrado más adecuadas para el control del PAS.

Presencia y uso de organismos benéficos

En las localidades de estudio, el 77% de los entrevistados informó que percibió insectos benéficos asociados al PAS en su cultivo y 23% no los observó. Por otra parte, el 34% de los productores consideraron que 2018 fue el año con mayor número de enemigos naturales, lo cual fue coincidente con la reducción del uso de insecticidas en ese año. El 23% mencionó que fue 2016, el 18% opinó que fue 2017 y el 25% no supo. De acuerdo con Altieri (1999a), a través de la agricultura tradicional se desarrollan interacciones ecológicas de gran magnitud en los agroecosistemas, como lo es la regulación de microclimas, la polinización, regulación de organismos con potencial dañino en los cultivos, entre otros. Sinergismos que pueden ser aprovechados, en este caso, para el control biológico.

La figura 5 contiene el porcentaje de especies de enemigos naturales del PAS que fueron identificadas por productores en 2018. El 55% de entrevistados observó al menos una especie de enemigo natural local, fueron las catarinas los insectos benéficos más identificados en los tres niveles de abundancia. Mientras que, la mayor diversidad de enemigos naturales fue identificada por el menor porcentaje de agricultores. Un claro ejemplo de esto es la identificación de las catarinas por el 29.55% de los productores y de las catarinas y sírfidos por un 13.64%. En contraste, las catarinas, sírfidos y crisopas fueron observadas por el 2.27%. Los resultados muestran que en el cultivo de sorgo la diversidad de enemigos naturales asociados al PAS es identificada en diferente proporción por los productores de sorgo. A nivel mundial se han identificado más de 47 especies de enemigos naturales asociados al PAS y son las familias Chrysopidae, Coccinellidae, Syrphidae, Braconidae y Aphidinae las de mayor abundancia (Singh et al., 2004).

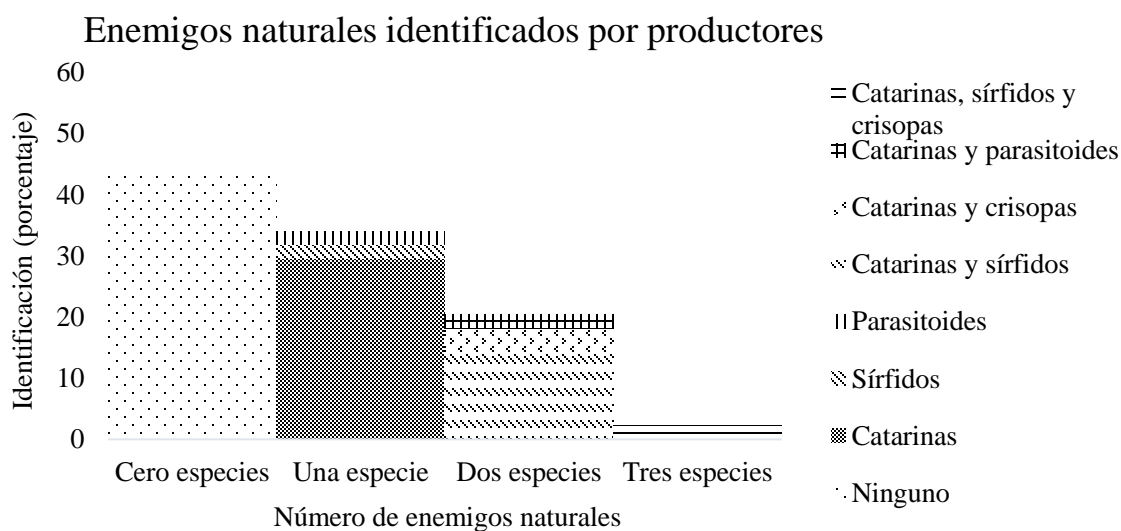


Figura 5. Número de enemigos naturales del pulgón amarillo observados en parcelas comerciales de sorgo en la región de Izúcar de Matamoros, Puebla. Fuente: elaboración propia.

Por su parte, Fortoul et al. (2020) identificaron once especies de enemigos naturales del PAS en la región de Izúcar de Matamoros. Sin embargo, más del 40% de los productores de sorgo de la región de estudio no identificó uno solo. Lo anterior demuestra que el conocimiento de los productores sobre el manejo integrado del pulgón amarillo es insuficiente, ya que conforme incrementa la diversidad de enemigos naturales identificados, decrece el número de agricultores de sorgo que los reconoce. Ese conocimiento evidencia la ineficiente apropiación de información vinculada con estos agentes de control biológico. La carencia de conocimiento se puede deber a la falta de información y acercamiento de los agricultores con las guías técnicas de identificación de enemigos naturales del PAS. Lo anterior surge como un área de oportunidad dentro del conocimiento local del manejo integrado del pulgón amarillo, ya que los agricultores generan conclusiones sobre los efectos de factores bióticos y abióticos en el desarrollo de los cultivos mediante sus prácticas agrícolas (Miranda et al., 2009).

Los resultados de la figura 5 muestran una baja diversidad de enemigos naturales del pulgón amarillo en las parcelas de sorgo, aspecto que puede deberse a que la menor abundancia de enemigos naturales aparece en las parcelas de monocultivo, mientras que los predios con policultivo enfrentan un mayor número de enemigos naturales (Karabo et al., 2019). En la zona de estudio la familia Coccinellidae fue la más identificada por los productores (29%), lo que concuerda con los reportado por Martínez et al. (2014) y Salas et al. (2015), que describen que las catarinas y las crisopas son los depredadores generalistas más asociados al PAS. Sin embargo, en las localidades de estudio más del 40 % de productores no identificaron enemigos naturales. Lo anterior se puede deber a que de los estadios inmaduros de las catarinas presentan un mayor consumo de ninfas de pulgón (Delgado et al., 2019). Además, la falta de reconocimiento de enemigos naturales se puede vincular con la idea de que los entrevistados identifican, principalmente, a los estadios maduros de los agentes de control biológico, debido a que el manejo integrado del pulgón amarillo se basa en la liberación de huevos o larvas de *Chrysoperla*. La razón es porque el tercer estadio larval de esta especie es el que exhibe el mayor consumo de pulgón amarillo (Huerta et al., 2018).

El conocimiento de los entrevistados demuestra la necesidad de una adecuada divulgación del conocimiento vinculado con los insectos depredadores del PAS para mejorar su reconocimiento, monitoreo y adopción de estrategias de control biológico que consideren a los enemigos naturales del áfido. A causa de que las estrategias de manejo integrado que consideran el uso de crisopas y catarinas proporcionan un mejor control de las poblaciones del PAS (Diehl et al., 2013). Sin embargo, la insuficiencia en el conocimiento debe considerar las prácticas implementadas en las localidades estudiadas, ya que, a pesar de que *Chrysoperla* es el enemigo natural más usado en el manejo integrado del PAS, es uno de los agentes de control menos reconocido. Debido a lo señalado, el proceso de transmisión de conocimiento requiere de la comprensión y consideración

de los objetivos, la percepción y las prácticas de los agricultores para potenciar el conocimiento bidireccional con el área científica (Segura et al., 2004).

Además, en las localidades en estudio, 33 personas (75%) han considerado el uso de enemigos naturales para el manejo del PAS. Los entrevistados indicaron que el uso de estos organismos se debe a factores socioeconómicos y ambientales debido a que: son benéficos, los productores han participado en la campaña de MIP, se reducen gastos y no contaminan (figura 6). La incorporación de depredadores en el cultivo de sorgo evidencia que los productores comparten la idea de promover los servicios del ecosistema y agroecosistema local, cuya persistencia depende del mantenimiento de la diversidad biológica (Altieri, 1999b).

Por el contrario, las razones de los productores que no han usado enemigos naturales para el control del PAS se atribuyen que no conocían a los enemigos naturales, no se acercaron a la campaña MIP u opinaron que el pulgón se reproduce más rápido (figura 6). Los hallazgos son una oportunidad, primero, para estudiar a los enemigos naturales del insecto y determinar su potencial de uso para el manejo del pulgón y, segundo, para informar al respecto al sector de productores que no han usado los organismos benéficos o enemigos naturales para el manejo de la plaga.

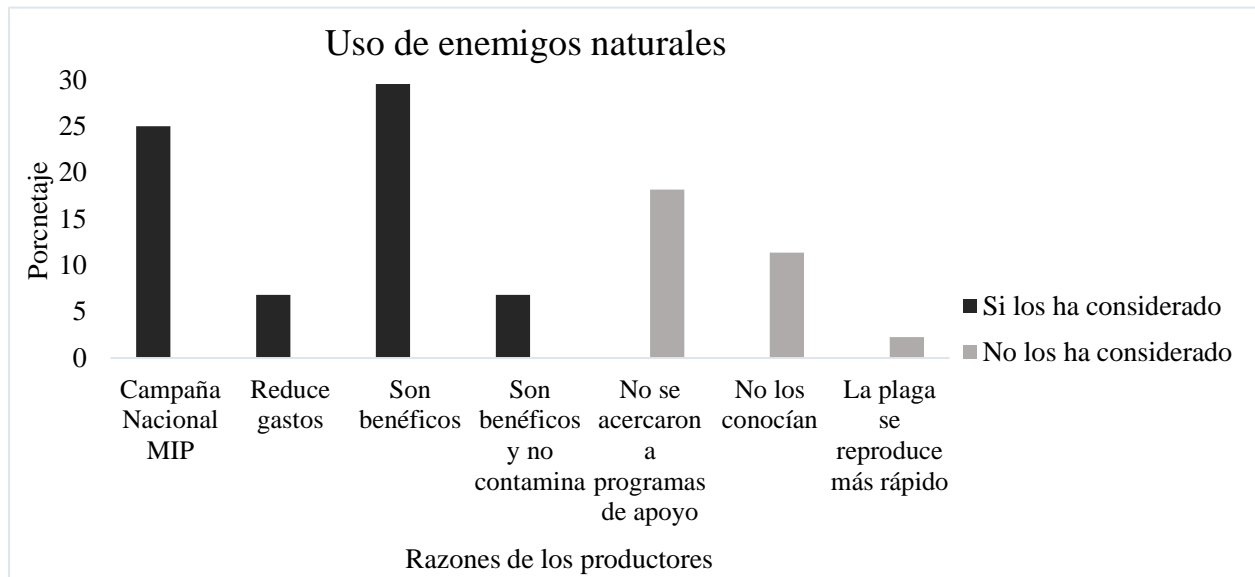


Figura 6. Razones de los productores de sorgo para el uso o rechazo de enemigos naturales para el control del pulgón amarillo. Fuente: elaboración propia.

Fluctuación poblacional del pulgón amarillo, sus enemigos naturales y efectos adversos de los insecticidas en estos.

Al consultar a los productores sobre la etapa del desarrollo fenológico del cultivo en la que observaron el insecto, el 93% dijo que observó la primera aparición del pulgón cuando el sorgo mostraba ocho hojas o en la aparición de la hoja bandera. Mientras que el 7% consideró que fue en la etapa de embuche (figura 7). Los hallazgos sugieren que el productor posee noción y conocimiento relativo sobre el insecto en cuestión, no así sobre la inspección y monitoreo que como medidas de prevención debe realizar a su cultivo para detectar la presencia del insecto y poder efectuar las acciones pertinentes a tiempo. Lo anterior, es debido a que Quijano et al. (2017) consideran que dos semanas después de la emergencia de las plántulas de sorgo, se deben de revisar al menos una vez por semana para identificar la presencia de mielecilla y las primeras colonias de pulgones en el envés de las hojas, para tomar acciones de control antes del aumento de la incidencia. Por lo anterior Coppens (2014) refiere que la mejora de las capacidades de los productores necesita del

acompañamiento técnico y de estrategias multidisciplinarias para atender el problema en etapa temprana. Por su parte, 31.8% de los productores ya no observó al insecto en la floración, 16.2% respondió que fue en las etapas de embuche, grano pastoso o madurez fisiológica y 52% indicó que el insecto ya no estaba presente en el cultivo en la etapa fenológica de grano maduro.

Debido a lo dicho por los productores, el insecto se ausenta a medida que la planta pierde la succulencia. Además, esta variación en la abundancia de PAS se debe a que la fluctuación de la especie no es uniforme y deja ver variaciones de acuerdo con las variedades sembradas y las condiciones bióticas y abióticas de las localidades (Pekarcik y Jacobson, 2021).

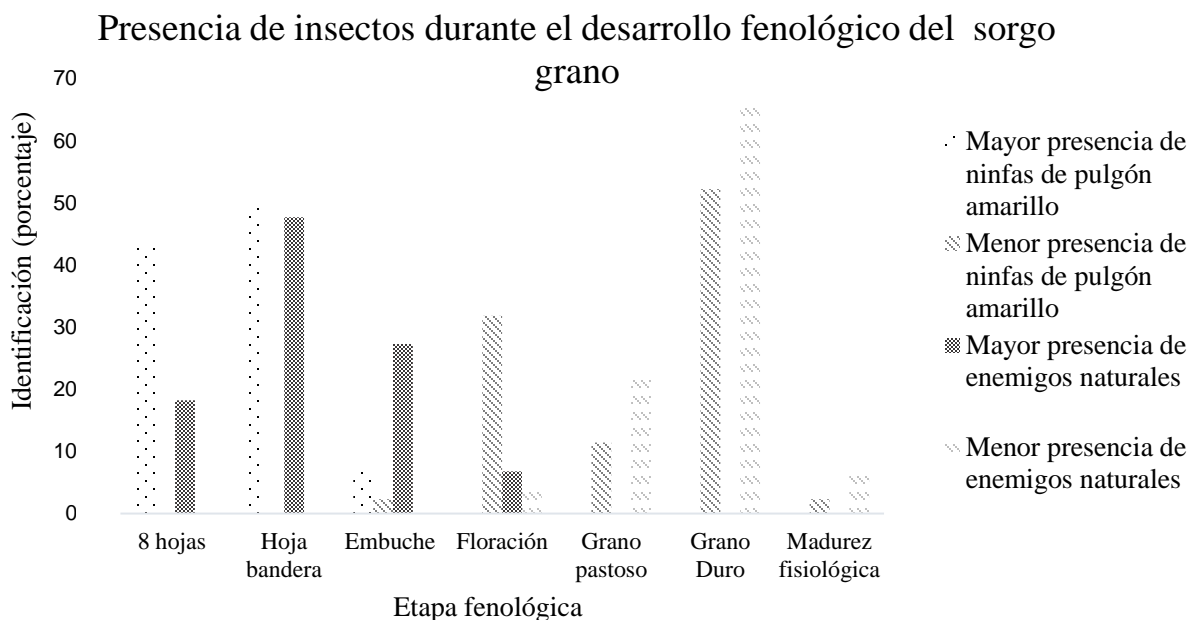


Figura 7. Etapas fenológicas con la mayor y menor presencia de ninfas de pulgón amarillo y sus enemigos naturales en sorgo grano de la región de Izúcar de Matamoros, Puebla. Fuente: elaboración propia.

Respecto a la etapa del desarrollo fenológico del cultivo en que los entrevistados observaron enemigos naturales del PAS. El 47.73% los apreció cuando el sorgo lució hoja bandera, 27.27% señaló que fue en la etapa de embuche, 18.18% informó que de ocho hojas y 6.82% mencionó que fue en la floración (figura 7). Por otro lado, 88.64% de las personas ya no los observaron en la

etapa de grano maduro o lechoso y 11.36% los percibió en la floración o en la madurez fisiológica. Los resultados descritos concuerdan con lo especificado en la teoría, ya que los productores de sorgo observan cambios en la fluctuación poblacional del pulgón amarillo y sus enemigos naturales durante el desarrollo fenológico del cultivo. Se debe a que el conocimiento local no solo se limita al conocimiento de las propiedades físico-biológicas del ambiente, sino que también considera las interacciones biológicas en los sistemas agrícolas (Miranda et al., 2009).

El conocimiento de los agricultores de la zona de estudio demuestra que la fluctuación poblacional del PAS y sus enemigos naturales se da desde la infestación del sorgo hasta la etapa de madurez fisiológica. Eso concuerda con lo reportado por Karabo et al. (2019), autores que describen que los cambios en la fluctuación poblacional del pulgón tienen un posible efecto en la población de sus depredadores. De acuerdo con Hewlett et al. (2018), entre los factores que pueden afectar la aparición y eficiencia de los depredadores se encuentra la densidad poblacional del áfido. Pero, sobre todo, el uso de insecticidas químicos y otros insumos, así como la maquinaria contemplados en los paquetes tecnológicos que los tomadores de decisiones del gobierno mexicano para el desarrollo agrícola promovieron desde la segunda mitad del siglo pasado (Toledo, 2000).

Además, los productores de la zona de estudio consideraron que los principales factores que afectan a los enemigos naturales del PAS son: altas dosis de insecticidas (70%), reducción de la densidad poblacional del PAS (16%), ausencia de lluvias (7%) o no saben (7%). El 50% de los entrevistados mencionó que estos factores generan la muerte de los insectos entomófagos y el 32% dijo que ocasionan la desaparición de estos en las parcelas (figura 8).

Efectos negativos del uso de insecticidas en enemigos naturales

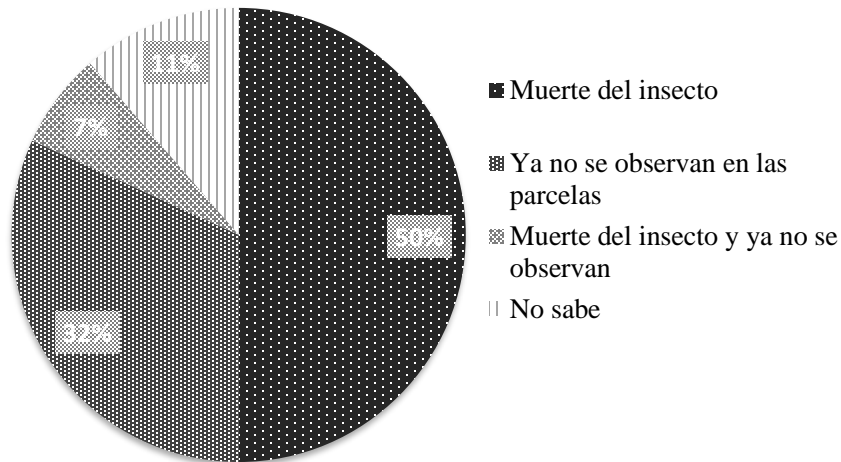


Figura 8. Efectos adversos del uso de insecticidas sobre enemigos naturales en tres localidades de Puebla, México. Fuente: elaboración propia.

Los datos coinciden con el reporte realizado por el INEGI (2019), al revelar que a escala nacional el 45.7% de las unidades de producción usaron insecticidas químicos contra el 2.5% que utilizó orgánicos, en cuanto a herbicidas químicos el 59% los usó para el manejo de plagas mientras que el 2% que acudió a herbicidas orgánicos. Respecto a fungicidas químicos se reportó que el 30.6% los empleó y el 2% aplicó orgánicos. Tal conocimiento de los productores es de gran consideración, ya que tanto la población humana como la de insectos coexisten y se interrelacionan para beneficio mutuo (Altieri, 1991). Por su parte, García et al. (2012), al igual que los productores estudiados, plantean que insecticidas químicos y algunos biorracionales cargan suficiente toxicidad cuando se usan en conjunto con los agentes de control biológico, por lo que se debe ser cuidadoso en su selección para evitar daños a predadores y parasitoides.

Conclusiones

Los productores percibieron y reconocieron al pulgón amarillo del sorgo en su cultivo por la presencia de mielecilla o daños en las hojas y definieron que la principal limitante del sorgo son los

daños causados por este áfido. El conocimiento de los productores de sorgo de la región de Izúcar de Matamoros sobre la incidencia del pulgón en su cultivo es inoportuno. Los productores percibieron la presencia y reconocimiento de cinco enemigos naturales del PAS en contraste con los once encontrados e identificados por investigadores. El conocimiento es insuficiente para la identificación de la diversidad de enemigos naturales del áfido, debido a que el mayor porcentaje de productores reconoce a cero o una especie de agente de control biológico, entre los cuales las catarinas y los sírfidos fueron los insectos que mayor número de productores percibieron.

Los hallazgos evidencian que la densidad poblacional de los enemigos naturales no es suficiente para el control del pulgón amarillo, por lo cual los productores de sorgo requieren de una mayor comprensión y adopción de estrategias de manejo integrado. Sin embargo, los productores de la zona de estudio están transitando hacia la adopción de estrategias de manejo integrado basadas en el uso de enemigos naturales. Se identificó la oportunidad de fortalecer las capacidades de los productores para el monitoreo e identificación del PAS, medidas de prevención y manejo. Así como continuar con el estudio de los enemigos naturales del PAS identificados para incorporarlos al manejo.

Referencias

- Alonso, O., Lezcano, J. C. y Suris, M. (2011). Composición trófica de la comunidad insectil en dos agroecosistemas ganaderos con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de wit y *Panicum maximum* Jacq. *Pastos y Forrajes*, 34(4), 433-444. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942011000400004
- Altieri, M. (1991). ¿Por qué estudiar la agricultura tradicional? *Revista de Clades*. 1, 332-350.
- Altieri, M. (1999a). The ecological roll of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 74, 19-31. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880999000286#BIB3>
- Altieri, M. (1999b). *Agroecología. Bases científicas de la agricultura sostenible*. Montevideo, Uruguay: Nordan-Comunidad. Recuperado de <http://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/Libro-Agroecologia.pdf>
- Altieri, M. y Nicolls, C. (2000). *Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. México: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Altieri, M. (2002). Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. En J. Sarandón (Ed.). *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable*. (pp. 27-34). Buenos Aires, Argentina: Ediciones Científicas Americanas.
- Awika, J. M., y Rooney, L. W. (2004). Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health. *Phytochemistry*, 65(9), 1199-1221. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003194220400144X?via%3Dihub>

- Barkin, D., Fuente, M. y Rosas, M. (2009). Tradición e innovación. Aportaciones campesinas en la orientación de la innovación tecnológica para forjar sustentabilidad. *Trayectorias. volumen* (11), 39-54. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/607/60712749004.pdf>
- Barrientos, G., Hernández, E., Sampedro, M. y Segura, H. (2020). Conocimiento tradicional y academia: productores de maguey y mezcal de pequeña escala en las regiones Norte y Centro de Guerrero. *Sociedad y Ambiente. Volumen* (23), 1-28. Doi: <https://doi.org/10.31840/sya.vi23.2173>
- Bowling, R., Brewer, M., Kerns, D., Gordy, J., Seiter, N., Elliot, N. y Buntin, G. (2016). Sugarcane aphid (Hemiptera: Aphididae): A New pest on Sorghum in North America. *Journal of Integrated Pest Management*, 7, 1-13. Doi: <https://doi.org/10.1093/jipm/pmw011>
- Brenes, L. (2003). Producción orgánica: algunas limitaciones que enfrentan los pequeños productores. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*, 70, 7-18. Recuperado de <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6720/A1935e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Brewer, M., Gordy, M., Kerns, D., Woolley, J., Rooney, W. y Bowling, R. (2017). Sugarcane aphid population growth, plant injury and natural enemies on selected grain sorghum hybrids in Texas and Louisiana. *Journal of Economic Entomology*, 110, 2109-2118. Doi: <https://doi.org/10.1093/jee/tox204>
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Puebla (2018). *Manejo fitosanitario del sorgo*. Recuperado de www.cesavep.org/
- Coppens, H. (2014). El Sistema Agroforestal de Tarata-Bolivia: una adopción dependiente de los conocimientos, actitudes y prácticas de los agricultores en relación con la implementación de un nuevo sistema. *Acta Nova*, 6, 268-287.
- Damasceno, A., Brandenburg, A., da Silva, O., Rodrigues, A., Santos, E. y Pinheiro, G. (2007). Resistência e empoderamento no mundo rural. *Estudos Sociedade e Agricultura. volumen* (15), 123-159. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/5999/599964695005.pdf>
- De Castro, H., Marta, A. y Cristóvão, A. (2013). Empoderamento de comunidades rurais como prática de revitalização de aldeias. DRd – *Desenvolvimento Regional em debate. volumen* (3), 86-99. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/5708/570862008006.pdf>
- Delgado, C., Salas, M., Martínez, O., Guzmán, R. y Flores, S. (2019). Predation capability of *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) feeding of *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae). *Florida Entomologist*, 102, 24-28. doi: <https://doi.org/10.1653/024.102.0104>
- Diehl, E., Sereda, E., Wolters, V. y Birkhofer, K. (2013). Effects of predator specialization, host plant and climate on biological control of aphids by natural enemies: A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 50, 262-226. doi: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12032>
- Flores, P., Gamarra, H., Panchi, N., Fonseca, C., Carhuapoma, P., Pradel, W. y Velasco, C. (2020). Mapas de riesgo: herramienta para la toma de decisiones en el control de plagas frente al cambio climático. Recuperado de <https://hdl.handle.net/10568/111451>
- Fortoul, J., Huerta, A., Lomeli, J., Hernández, J. y Pérez, A. (2020). Fluctuación poblacional de *Melanaphis sacchari* (Zehntner) e identificación de sus depredadores en sorgo con manejo tradicional en Puebla, México. *Southwestern Entomologist*, 45, 553-562. Recuperado de <https://bioone.org/journals/southwestern-entomologist-volume-45/issue-2/059.045.0223/Fluctuaci%C3%B3n-Poblacional-de-Melanaphis-sacchari-Zehntner1-e-Identificaci%C3%B3n-de-Sus/10.3958/059.045.0223.short>
- García-Gutiérrez, C., González-Maldonado, M. B. y Cortez-Mondaca, E. (2012). Uso de enemigos naturales y biorracionales para el control de plagas de maíz. *Ra Ximhai*, 8(3), 57-71. Recuperado de <http://uaim.edu.mx/webra-ximhai/Ej-25barticulosPDF/6%20GARCIA-GUTIERREZ.pdf>
- Grageda, J., Ruiz, J. A., Jiménez, A. y Fu, A. (2014). Influencia del cambio climático en el desarrollo de plagas y enfermedades de cultivos en Sonora. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(SPE10), 1913-1921. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342014001401913&script=sci_arttext
- Hernández, C., Sandoval, E., Ocampo, J. y Casillas, L. (2020). Caracterización de cuatomate (*Solanum glaucescens* Zucc.) en el sistema de traspatio de la Mixteca Poblana. *Estudios sociales*, 30, 2-23. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2395-91692020000100101
- Hewlett, J., Szczepaniec, A. y Eubanks, M. (2018). The effects of sugarcane aphid density in sorghum on predation by lady beetles and lacewings. *Biological control*, 129, 171-177. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964418303001>
- Hódar, J. A., Zamora, R. y Cayuela, L. (2012). Cambio climático y plagas: algo más que el clima. *Ecosistemas. Volumen* (21), 73-78. Recuperado de <file:///C:/Users/Andres/Downloads/700-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1364-2-10-20130412.pdf>

- Huerta J., Huerta, A., Aragón, A. y Carmona, C. (2018). Capacidad de consumo y desarrollo de *Chrysoperla carnea* (Stephens) sobre el pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari* Zehnter) en Puebla, México. *Southwestern Entomologist*, 43, 417-432. doi: <https://doi.org/10.3958/059.043.0213>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2012). *Aportes del IICA a la gestión del conocimiento de la agricultura en México*. México: IICA. Recuperado de <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2639/BVE17038718e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2007). *El VII censo agrícola, ganadero y forestal 2007*. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/cagf/2007/doc/hicimos_cagyf.pdf
- INEGI (2018). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2017*. Recuperado de www.inegi.org.mx/programas/ena/2017/default.html#Documentacion
- INEGI (2019). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2019. Porcentaje de unidades de producción con agricultura a cielo abierto por tipo de tecnología empleada*. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/temas/agricultura/#Tabulados>
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP, 2014). *Control químico del pulgón amarillo del sorgo*. Recuperado de <http://inifapcirme.gob.mx/Eventos/2015/PULG%C3%93N%20AMARILLO%20SORGO.pdf>
- Jiménez, M. E. (2021). *Plagas de cultivos*. Managua: Universidad Nacional Agraria.
- Karabo, O., Obopile, M. y Tiroesele, B. (2019). Insect diversity and population dynamics of natural enemies under sorghum-legume intercrops. *Transactions of the Royal Society of South Africa*, 74, 1:10. doi: <https://doi.org/10.1080/0035919X.2019.1658654>
- Lama, L., Wilson, B., Davis, J. y Reagan, T. (2019). Influence of sorghum cultivar, phenological stage, fertilization on development and reproduction of *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae). *Florida Entomologist*, 102, 194-201. doi: <https://doi.org/10.1653/024.102.0131>
- Martínez, J., Díaz, J. y Salas, M. (2014). Curvas de crecimiento poblacional de adultos de *Hippodamia convergens* y *Olla v-nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae). *Revista colombiana de Entomología*, 40, 266-271. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-04882014000200020&script=sci_abstract&tlng=es
- Milton, K. (2002). *Living Nature. Towards an Ecology of Emotions*. London: Routledge.
- Miranda, J., Herrera, B., Paredes, J. y Delgado, A. (2009). Conocimiento tradicional sobre predictores climáticos en la agricultura de los llanos de Serdán, Puebla, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10, 151-160. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/939/93912989003.pdf>
- Morell, A., Expósito, A. y Ruz, R. (2018). El sorgo. Una alternativa económica y sostenible de alimento en el municipio Jobabo. *Desarrollo Local Sostenible*, 1:21-48. Recuperado de <https://www.eumed.net/rev/delos/31/alexis-morell.html>
- Moreno, S. L. I., González, A. S. y Matus, G. J. A. (2016). Dependencia de México a las importaciones de maíz en la era del TLCAN. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(1), 115-126. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342016000100115&script=sci_abstract&tlng=pt
- Pekarcik, A. y Jacobson, A. (2021). Evaluating sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae), population dynamics, feeding injury and grain yield among commercial sorghum varieties in Alabama. *Journal of Economic Entomology*, 114, 757-768. doi: <https://doi.org/10.1093/jee/toab013>
- Pérez, A., Saucedo, O., Iglesias, J., Wencomo, H. B., Reyes, F., Oquendo, G. y Milián, I. (2010). Caracterización y potencialidades del grano de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Pastos y forrajes*, 33(1), 1-1. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942010000100001
- Quijano, J., Pecina, V., Bujanos, R., Marín, A. y Yáñez, R. (2017). *Guía 2017 para el manejo del pulgón amarillo del sorgo*. México: Prometeo.
- Ramírez, G., Lozano, M. y Ramírez, J. (2020). Agroclimatic conditions for growing sorghum bicolor L. Moench, under irrigation conditions in Mexico, 7, 1-14. Recuperado de https://www.scirp.org/pdf/oalibj_2020060916265555.pdf
- Ramos, R. y Hernández, E. (1977). Reflexiones sobre el concepto de agroecosistemas. En E. Hernández (ed.). *Agroecosistemas de México*. México: Escuela Nacional de Agricultura.
- Robles, H. (2013). *Los pequeños productores y la política pública*. México: Subsidios al Campo.
- Rodríguez, L. y Terán, A. (2015). *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae): A New Sorghum Insect Pest in Mexico. *Southwestern Entomologist*, 40, 433-434. Recuperado de <file:///C:/Users/Andres/Downloads/059.040.0217.pdf>
- Sánchez, J. (2015). Conocimiento tradicional en prácticas agrícolas en el sistema del cultivo de amaranto en Tochimilco, Puebla. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. (12), 237-254. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722015000200007

- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER, 2018). *Programa fitosanitario contra el pulgón amarillo del sorgo*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México. Recuperado de <https://www.gob.mx/senasica/documentos/pulgón-amarillo-del-sorgo-110905>
- Salas, M., González, M. y Martínez, O. (2015) Survival and reproduction of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) with different diets. *Southwestern Entomologist*, 40, 703-711. doi: <https://doi.org/10.3958/059.040.0409>
- Segura, H., Barrera, J., Morales, H. y Nazar, A. (2004). Farmers perceptions, knowledge and management of coffee pests and diseases and their natural enemies in Chiapas, México. *Journal of Economic Entomology*, 97, 1491-1499. doi: <https://doi.org/10.1603/0022-0493-97.5.1491>
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA, 2017). *Pulgón amarillo del sorgo*. Recuperado de Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Recuperado de www.gob.mx/senasica/documentos/pulgón-amarillo-del-sorgo-110905
- Serratos, C., Morales, J., Huerta, A., Hernández, H., Villanueva, J. y Aragón, A. (2021). Economic impact of *Melanaphis sacchari* (Zehntner) on Sorghum Bicolor (L.) Moench and its management in the Southwestern of Puebla, Mexico. *Agroproductividad*, 14, 3-9. doi: <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i4.1718>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2018). *Avance de Siembras y Cosechas Resumen por cultivo*. Recuperado de Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Recuperado de http://info-siap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenDelegacion.do
- SIAP (2019). *Avance de siembras y cosechas resumen por cultivo*. Recuperado de http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenDelegacion.do
- Silva, C., Nava, U., Cano, P., Reyes, J., Ávila, V. y García, J. (2019). Programa de muestreo para el pulgón amarillo del sorgo, *Melanaphis sacchari* (Zehntner). *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6, 565-571. doi: <https://doi.org/10.19136/era.a6n18.2048>
- Singh, B., Padmaja, P. y Seetharama, N. (2004). Biology and management of the sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Homoptera: Aphididae), in sorghum: a review. *Crop Protection*. (23), 739-755. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219404000213>
- Szczepaniec A. (2018). Interactive effects of crop variety, insecticide seed treatment and planting date on population dynamics of sugarcane aphid (*Melanaphis sacchari*) and their predators in late colonized sorghum. *Crop Protection*, 109, 72-79. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.03.002>
- Toledo, V. (1993). La racionalidad ecológica de la producción campesina. En G. E. Sevilla, *Ecología, campesinado e historia*. Madrid, España: La piqueta.
- Toledo, V. (2000). *La paz en Chiapas. Ecología, luchas indígenas y modernidad alternativa*. México: Ediciones Quinto Sol.
- Toledo, V. M. y Barrera-Bassols, N. (2008). *La memoria biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Barcelona, España: Icaria editorial.
- Toledo, V. (2010). Las claves ocultas de la sostenibilidad: transformación cultural, conciencia de especie y poder social. En *La situación del mundo: informe anual del World Watch Institute sobre progreso hacia una sociedad sostenible* (pp. 355-378). Barcelona, España: World Watch Institute.
- United States Department of Agriculture (USDA, 2019). *World Agricultural Production*. Recuperado de <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>