

Entomofauna y hongos en *Jatropha Curcas* bajo dos sistemas de cultivo*

H. Gloria Calyecac Cortero⁶⁶

Andrés Miranda Rangel⁶⁷

Jesús Azayacatl Cuevas Sánchez⁶⁸

Vicente Nolasco Guzmán

RESUMEN

Las plantas, los hexápodos y los microorganismos están unidas por relaciones intrincadas y en ocasiones muy estrechas. *Jatropha curcas* es una planta con una gran cantidad de usos y en los últimos años ha sido considerada potencial productora de biodiesel lo que ha provocado el incremento de su cultivo, esto hace necesario el estudio de los organismos asociados. En Yahutepec, Morelos; Jonotla y Chicuasencuautla, Puebla, se colectaron hexápodos y hongos presentes en *J. curcas*. Los hexápodos se contaron y determinaron a nivel familia, los hongos se determinaron a nivel de especie. En Jonotla se colectó la mayor abundancia y diversidad de órdenes, familias e insectos, en comparación con la colecta de Yautepec. En Chicuasencuautla se colectaron cuatro especies de hongos, uno de ellos relacionado con un colémbolo.

Palabras clave: Ecosistemas, Biocombustible, *Jatropha curcas*, Hexapoda, Fungi.

ABSTRACT

Phytophagous insects and fungi in *Jatropha Curcas* growing in two systems

Plants and hexapods are joined by intricate and often very narrow relationships. *Jatropha curcas* is a plant with a large number of applications and in recent years it's been considered as a potential biodiesel producer which has led to increased cultivation, this necessitates the study of their associated organisms. In Yahutepec, Morelos; Jonotla and , Chicuasencuautla, Puebla, hexapods and fungi presented in *J. curcas* were collected. The hexapods were counted and identified to family level, the fungi were identified to specie level. The highest abundance and orders, families and insects diversity were collected in Jonotla, compared with the collection of Yautepec. In Chicuasencuautla were collected four species of fungi, one related with a springtail.

Key words: Ecosystems, Biofuel, *Jatropha curca*, Hexapoda, Fungi.

* Fecha de recepción: Mayo 20 de 2012 y fecha de aceptación: Julio 19 de 2012

66 Laboratorio de Micro y Mesofauna del Suelo, Departamento de Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo (UACH).

67 Banco Nacional de Germoplasma Vegetal, Departamento de Fitotecnica, UACH.

68 Maestría en Protección Vegetal, Departamento de Parasitología Agrícola, UACH. Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5 carretera México-Texcoco, CP 56230. Chapingo. México. hcalyecac@yahoo.com. Teléfono 015959521500 ext. 5282, fax 015959521500 ext. 5289

Introducción

El mejoramiento, evaluación y uso de pocas especies, abonando a la erosión genética de las plantas cultivadas, dejando de lado el trabajo titánico, a través de milenios, en la selección diferencial en favor de aquellas plantas con características deseadas dentro de cada cultura (Sánchez et al., 2003). La mayoría de los trabajos agronómicos no han tomado en consideración el complejo conjunto de interacciones en los agroecosistemas. Acostumbrados a juzgar los beneficios derivados de las plantas casi siempre desde la perspectiva parcial de la ganancia económica susceptible de obtenerse al emplear los genotipos más destacados desde este punto de vista, muchos agrónomos han ignorado las funciones ecológicas o culturales que un gran número de recursos vegetales desempeñan (Cuevas et al., 2012).

Por otro lado, cada año nuestra sociedad y su forma de vivir aumenta la demanda de combustibles líquidos, mientras que las reservas naturales tienden a ser más limitadas por lo que se presume que en aproximadamente cuatro décadas este se haya agotado y debido a este hecho innegable, esta situación cobra una fuerza importante para la producción de aceites vegetales con potencial de producción de biocombustibles y reducir la emisión de gases que aceleran el calentamiento global (Heller, 1996).

El uso de los aceites vegetales como combustible y fuente energética podrá ser insignificante hoy, pero con el curso del tiempo será tan importante como el petróleo y el carbón. El cambio climático, los altos precios y la disminución en las reservas del petróleo aunado con el aumento en la demanda de energía han derivado a una nueva era de la industria energética: los biocombustibles (Foley, 2012). Países de la Unión Europea, Canadá, Estados Unidos, Centro América y Brasil entre otros, están buscando fuentes vegetales alternativas de energía renovable entre las que destacan el biodiesel (a partir de soya, girasol, colza, algodón) y el bioetanol (sorgo, caña de azúcar, maíz). Sin embargo, son plantas con uso comestible provocando en la mayoría de los casos, el incremento en su precio y el desabasto consecuente como lo ocurrido con el maíz en todo México (Martínez, 2007).

Con el objetivo de sustituir a los productos derivados del petróleo en la generación de energía, se ha propuesto el uso de biocombustibles elaborados a partir de procesar el aceite de la semillas de diversas plantas (Brittaine y Litaladio, 2010). La búsqueda de nuevas fuentes de energía ha suscitado que en México se estén realizando plantaciones de cultivos bioenergéticos, en el caso de bioetanol a partir de remolacha, caña de azúcar; del biodiesel a partir del piñón mexicano *Jatropha curcas* L., higuierilla y palma de aceite. El biodiesel es un biocombustible similar al petrodiesel. Sin embargo, las emisiones de los compuestos contaminantes es menor, incluso se vislumbra su uso como bioturbina para aviones (Martínez, 2011). Por su alto contenido de aceite y proteína la semilla

de *Jatropha curcas* L., está siendo estudiada ampliamente en todo el mundo (Martínez, 2006). El piñón de cerro o piñoncillo *Jatropha curcas* L. pertenece a la familia Euphorbiaceae y es nativa de América Tropical (Heller, 1996). Esta especie tiene buena adaptación en suelos pobres, con escasa precipitación y heladas moderadas. Es utilizada como cerca viva, para reforestación y conservación del suelo, por lo que es una opción para suelos marginales y en riesgo de desertificación. De las semillas se puede extraer aceite para la generación de biodiesel. El aceite también es útil en la fabricación de jabón (Jogschaap et al., 2007). Partes de la planta son utilizadas en medicina tradicional (Mejía y Salgado, 2000).

En México se desarrolla en regiones costeras, con clima tropical y subtropical, de 0 a 1300 msnm. En Chiapas y Oaxaca existe genotipos tóxicos, los genotipos no tóxicos se distribuyen en Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Yucatán, Quintana Roo, Guerrero, Michoacán, Sinaloa, Sonora, Puebla, Hidalgo y Morelos (Martínez, 2006). Los ésteres de forbol son los responsables de la toxicidad de la semilla (Makkar et al., 1997). En la región del Totonacapan de Veracruz y Puebla a *J. curcas* se le conoce como chuta, chota o chut, nombres de origen totonaco o bien naxti, nombre de origen nahuatl; la semilla es consumida tostada o bien en la preparación de comidas como salsas, pipián y tamales. La savia es de uso medicinal, para sanar heridas; además se utiliza como tutor del cultivo de vainilla (Bautista, 2007).

J. curcas está siendo cultivada en grandes extensiones de monocultivos, sin embargo algunas características agronómicas no se conocen del todo, lo que puede ser un riesgo para su cultivo sustentable. La identificación de problemas fitosanitarios es un punto importante que debe tomarse en cuenta en la producción de los diferentes ecotipos de esta planta. Debido a su rusticidad, *J. curcas* presenta en gran medida resistencia a plagas; sin embargo, los últimos reportes se han reportado hongos e insectos plaga, principalmente en sistemas de monocultivo (Verma y Gaur, 2009).

Considerando que *J. curcas* se encuentra de forma tolerada, fomentada y silvestre en México y que en los últimos años se ha presentado un incremento de su cultivo extensivo, pero además que se están introduciendo materiales tóxicos, es necesario realizar estudios de los organismos asociados a esta planta, bajo diferentes tipos de cultivo, y entender las relaciones que se establecen en estos sistemas.

Materiales y método

Se realizaron observaciones y muestreos en parcelas experimentales con *J. curcas* bajo sistema de monocultivo en Yautepec, Morelos el cual está ubicado a 18°53' N y 99°04' O con una altitud de 1 210 msnm, donde se encuentra suelo feozén-calcárico y las tierras son de temporal. El tipo de clima es cálido sub-húmedo con lluvias en verano, con precipitación

pluvial de 945.7 mm anuales (Anónimo, 2010). La vegetación que fue sustituida por cultivos es la selva baja caducifolia (Rzedowski, 1978). En el año 2008 se iniciaron las primeras plantaciones de piñón a partir de semilla no tóxica con miras a que la producción sea redituable a partir del tercer año. En los alrededores se puede observar la presencia de cultivos de sorgo, maíz y frijol, principalmente. En la región el manejo de los cultivos es mediante monocultivos y paquetes tecnológicos.

En la Sierra Norte de Puebla se observó y muestreó en plantas ubicadas en jardines y traspatios de la cabecera de Jonotla, Puebla, en una parcela experimental donde se encuentra el piñón intercalado con maíz y frijol, ubicada en Chicuasencuautla, Xochitlan de Vicente Suarez, Puebla, esta comunidad es nahua. Esto tres sitios se encuentra en la Sierra Norte de Puebla que se localiza entre los 19°45' -20°50' N y 29°10' -98°17' O, con un intervalo latitudinal entre los 100 y 2300 msnm, en las tres comunidades los suelos más representativos son los Andosoles y los Cambisoles, con gradientes climáticos cálido y semicálido húmedo en las partes bajas y templado húmedo en las zonas de mayor altitud (Anónimo, 2010). Jonotla, Puebla, es una comunidad totonaca que se encuentra localizada geográficamente a 20°02' N y 97°34' O, a 990 msnm. El clima es semicálido húmedo con lluvias todo el año, con precipitación pluvial de 1 500 mm anuales (Anónimo, 2010). El tipo de vegetación predominante es el bosque tropical perennifolio y reductos de bosque mesófilo de montaña (Rzedowski, 1978). Chicuasencuautla, Xochitlan de Vicente Suarez, Puebla, la cual se encuentra localizada de 19° 54' a 19° 59' N y 97° 40' a 97° 36', con una altitud de 1024 msnm. Con clima cálido donde puede localizarse reminiscencias de vegetación de correspondiente a selva mediana (Rzedowski, 1978). En esta región se puede constatar que el piñón de cerro es una planta conocida y usada por las comunidades desde hace mucho tiempo, se le puede encontrar en traspatios, en jardines y en los últimos años se han establecido parcelas experimentales y demostrativas; sin embargo, se están introduciendo materiales que no son de la región, con el riesgo de que se introduzcan semillas tóxicas. Los cultivos que predominan en la zona son el café, el maíz, plátano y algunos cítricos. En la región se puede observar la presencia de policultivos, además de que el manejo que se lleva a cabo es con una mínima aplicación de agroquímicos. En los últimos dos años se están desmontando espacios en donde existía bosque para destinarlo al cultivo de café, debido al incremento en el precio de este cultivo.

Se realizaron muestreos de los hexápodos y hongos asociados en plantas de *J. curcas*. Las plantas muestreadas en Yautepec, Morelos se encuentran en un monocultivo experimental cerca de un cultivo de maracuyá y algunas malezas. En Jonotla, Puebla se muestrearon plantas ubicadas en traspatio de casas asociadas con diversas plantas de ornato, plantas aromáticas de uso culinario y medicinales, árboles de cítricos y cierta cantidad de malezas.

Las muestras obtenidas se transportaron al laboratorio de Micro y Mesofauna del Suelo, del Área de Biología de la Universidad Autónoma Chapingo. Los insectos obtenidos se separaron, contaron y posteriormente se determinaron a nivel de orden y familia mediante el uso de claves taxonómicas especializadas. Se realizó el conteo del número de órdenes, familias e individuos por cuadrante, fecha y año de colecta, dentro de cada tipo de vegetación. Los datos de las variables, número de órdenes (O), número de familias (F) y número de individuos colectados (I), fueron sometidos una prueba de t, utilizando el programa estadístico SAS versión 9.1.

Se realizaron observaciones y colectas de hexápodos que se localizaron en plantas de J. curcas de una parcela experimental en donde se desarrolla esta planta intercalada con maíz y frijol, ubicada en Chicuasencuautla. Actualmente en la parcela experimental se tiene maíz de la raza Cónico, frijol exoyema, amaranto, cafeto, el piñón del cerro que en náhuatl se nombra aix'té, macadamia, pimienta mexicana y ciruelo mexicano.

En Chicuasencuautla se colectó material vegetal con lesiones angulares, en el Laboratorio de Histología del Área de Biología de Preparatoria Agrícola se procedió a realizar cortes permanentes y a cultivar en medios de cultivos selectivos para determinar el agente causal de dichas lesiones. Además, se observaron galerías en las hojas, para conocer al organismo responsable de este daño se llevaron hojas al Laboratorio de Micro y Mesofauna del Suelo del Área de Biología de Preparatoria Agrícola. El pedicelo de cada hoja fue colocada en un vial con agua azucarada se introdujeron grupos de diez hojas en jaulas de vidrio de 30 x 30 x 30 cm cubierta con tela de organza, con la finalidad de que las larvas de las galerías puparan para la posterior obtención del adulto, y también para observar la presencia de enemigos naturales del insecto causante de las minas.

En julio de 2011, se observó la presencia de pequeños hexápodos en el envés de las hojas del piñón asociados a los signos del fitopatógeno observado también en 2010, 2011 y 2012. Para determinar la asociación de los hexápodos y del fitopatógeno, se colocó un hexápodo en un cubreobjetos y se hizo un squash adicionando azul de algodón para pigmentar esporas y micelio del hongo presentes en el sistema digestivo, se realizaron cuatro preparaciones. Además se colocaron las hojas con los hexápodos en un congelador a -20°C por 50 min y así inmovilizar a los hexápodos, las hojas se sacaron del congelador y bajo el microscopio, con la ayuda de un pincel fino, se retiraron y se colocaron en cajas Petri. El primer tratamiento consistió en colocar tres hexápodos en una caja Petri con medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA). En el segundo tratamiento se lavó a los hexápodos por un min en alcohol al 70%, se colocaron por 5 min en hipoclorito de sodio al 5%, posteriormente se enjuagaron tres veces en agua destilada estéril, se secaron

en papel filtro estéril y se colocaron tres hexápodos en cajas Petri con PDA y con la ayuda de pinzas del número cinco se rompió el abdomen de los hexápodos para liberar el contenido intestinal. Se realizaron tres repeticiones por tratamiento. Para la determinación taxonómica de los hexápodos, se tomaron muestras de hojas y se llevaron al laboratorio en donde se observaron al microscopio, se separaron, se fijaron en alcohol del 96° y se montaron en líquido de Hoyer para posteriormente realizar su determinación a nivel de especie.

Resultados y discusión

En Yautepec, Morelos, se ha encontrado *Pachycoris klugii* Burmeister (Hemiptera: Scutelleridae) y *Leptoglossus zonatus* Dallas (Hemiptera: Coreidae) los cuales en estado adulto se alimentan de frutos de *J. curcas*, en etapas tempranas causan la caída de frutos, en etapas posteriores provocan su deformación así como disminución de su diámetro, repercutiendo en el desarrollo de las semillas (Grimm y Fürer, 1998). En plantas de piñón ubicadas en traspatio, a finales de junio de 2009 en Jonotla, Puebla, se localizó un ejemplar macho de *L. zonatus*. En ninguna otra ocasión se han encontrado ejemplares del insecto. Sin embargo, es necesario realizar más observaciones en la Sierra Norte de Puebla para observar cómo se desenvuelve la relación planta-herbívoro con el creciente interés de cultivar a *J. curcas* y tener más elementos para poder reportar la presencia de *L. zonatus* en este ecosistema y precisar si podrían haber cambios en el tiempo de las poblaciones de éste insecto como los cambios reportados en un estudio llevado a cabo de 1969 a 1993, sobre riqueza de especies de escarabajos copronecrófagos en la estación “La Selva”, Costa Rica, en 1993 de las capturas realizadas cerca del 50% de todos los escarabajos fueron *Canthon moniliatus*, sin embargo en 1969 no se capturó ningún individuo de esta especie (Halffter y Moreno, 2007). También es importante considerar las variaciones de las condiciones ambientales y los cambios en las interacciones biológicas (Wootton, 2010)

En la Sierra Norte de Puebla existe una amplia diversidad de plantas, se tienen registradas 319 especies, agrupadas en 238 géneros y 99 familias (Martínez et al., 2007). Las condiciones ambientales y relieve montañoso con pendientes pronunciadas, no permiten el establecimiento de grandes extensiones de monocultivos como sorgo, maíz, frijol, los cuales son hospederos de *L. zonatus*. Es común observar a éstas especies vegetales en cultivos asociados entre ellos y con algunas especies más en la región, y aún no existen parcelas grandes de piñón bajo sistema de monocultivo. Por otra parte en Yautepec, Morelos es común que el sorgo, maíz y frijol se encuentren bajo monocultivo, y sirven como alimento y hospedero para *L. zonatus*, teniendo hospederos alternantes durante el resto del año en la vegetación nativa, precisamente en plantas como

guayaba y algunos otros matorrales a las orillas de las parcelas o en las laderas aledañas, y recientemente, alimentándose de *J. curcas*. Grimm y Führer (1998) reportan que la baja incidencia de huevos y ninfas en el cultivo de piñón, comparadas con la incidencia de los adultos indican que dicha planta no es el sitio preferido para la reproducción de *L. zonatus*. Aunque en 2009 y 2010 se encontraron cadenas de huevos en tallos, ramas, hojas y pedúnculos.

En Yautepec, Morelos se colectaron un total de 92 individuos pertenecientes a 36 familias y 8 órdenes. Dentro de estos insectos colectados en dos de los cinco árboles muestreados se colectaron adultos de *L. zonatus*. Esta especie En Jonotla se colectó el mayor número y diversidad de insectos, se determinaron taxonómicamente 106 individuos ubicados en 47 familias de 10 órdenes.

La presencia persistente de organismos (*L. zonatus* y *P. klugii*) que se encuentran dañando los frutos de *J. curcas* cultivada de manera experimental bajo sistema de monocultivo aunado al hecho de que es una especie recientemente introducidos en Yautepec, Morelos, asociados con una baja diversidad vegetal y de insectos, en comparación con el hecho de que en Jonotla, Puebla *J. curcas* es una planta típica del paisaje de la región, se encuentra en traspatios, cercas, como tutor y recientemente hay un interés creciente por cultivarla, aunque bajo sistema de asociación de cultivos, esto asociado con una alta diversidad vegetal y de insectos; ratifica que con una alta biodiversidad en ecosistemas con moderada perturbación la diversidad funcional es aceptable (Bismas y Mallik, 2010). Hay que agregar que las comunidades simples son más rápidamente perturbadas en comparación con las que tienen una mayor riqueza de especies (McCann, 2000), la posibilidad de que se presenten fenómenos destructivos en las poblaciones es mayor y son más vulnerables a las invasiones (Shuman et al., 2009).

En Chicuasencuautla se observó la presencia de un microlepidoptero perteneciente a la familia Lyonetiidae y la especie es *Leucoptera* (= *Peroleucoptera*) *coffeella* Guérin-Ménéville (Lepidoptera: Lyonetiidae) en estado larval realizando minas en las hojas del piñón. Este insecto está distribuido en las regiones tropicales, sin embargo solo es plaga importante en la región Neotropical (CAB International, 2000). En estado larval se alimenta por las noches y destruye el parénquima de las hojas de café al formar las minas que barrena la larva. Las larvas permanecen toda su vida dentro de la hoja y cuando cumplen su ciclo, abren un pequeño orificio en la parte superior de la mina para salir a pupar sobre la hoja (Ramiro et al., 2004). Se estima que en plantaciones de café causa daños significativos, pues como consecuencia de sus ataques se produce la caída del 61 % de las hojas intensamente atacadas, la actividad fotosintética se reduce en un 50 % (Aurbach et al., 1995). Debido a que *J. curcas* es caducifolia y las minas se observaron un mes antes de la defoliación natural, se espera que el daño sobre la producción

no sea severo, además de que las plantas de *J. curcas* se encuentran sin sombra y este es un factor importante en el desarrollo del minador (Guharay, 2001). A la fecha se están realizando monitoreos para determinar el tiempo en que se inicia el ataque de *L. coffeella* (Nestel et al., 1994), insecto que seguramente provienen del cultivo de café que se encuentra cercano a la parcela experimental. Se han reportado una gran cantidad de enemigos naturales que controlan las poblaciones de este minador, desde depredadores (Carvalho, 2002;), parasitoides (Gencer, 2002) y entomopatógenos (Flórez y Hernández, 1981). De las hojas con galerías mantenidas en laboratorio, emergieron parasitoides los cuales se determinaron pertenecen al Orden Hymenoptera, a la Familia Eulophidae y a la Familia Ichneumonidae.

A inicio de julio de 2011, se observaron hexápodos en el envés de las hojas de *J. curcas* éstos pertenecen a la Clase Collembola y a la Familia Entomobridae. Actualmente se está realizando la determinación a nivel de especie. Los colémbolos son principalmente fungívoros e interactúan con los hongos de varias maneras. Ellos pueden reducir la cantidad de inóculo de los hongos al alimentarse del micelio y digerir las esporas (Lartey et al., 1991) o dispersar al hongo llevando esporas viables en la cutícula o el intestino (Williams et al., 1998) ya que solo una fracción de los conidios son digeridos y los colémbolos pueden transportar considerables cantidades de conidios viables no solo en la cutícula sino también en el contenido intestinal (Dromph, 2001). Esto indica que los colémbolos juegan un papel importante en la dispersión de los hongos (Dromph, 2003). Al realizar el squash se observó la presencia de fracciones de esporas. En el tratamiento donde se colocó el cuerpo de los colémbolos en PDA sin lavar y sin dañar el abdomen, en una sola de las repeticiones se observó el desarrollo de un hongo, el cual se sospecha sea *Aspergillus* sp. Para corroborar la especie, se realizarán reaislamientos del hongo y mediciones del micelio. En el tratamiento en donde se liberó el contenido intestinal del colémbolo solo se desarrollaron bacterias. Estos resultados indican que el entomóbrito solo lleva esporas viables en la cutícula.

También se observó la presencia de huevos y larvas de Diptera perteneciente a la familia Tachinidae. En laboratorio se observó que de los huevos emergieron unas larvas peculiares denominadas planidias (Moreau y Benrey, 2006). En las hojas colectadas además de huevos, estaban presentes instares tempranos de estos insectos. Se reporta que estas larvas permanecen en el follaje hasta que puedan sujetarse a un hospedero adecuado y parasitarlo. Para la búsqueda de sus hospederos los parasitoides buscan huellas asociadas a estos, por lo general estas señales son químicas, como olor de la planta o del huésped, olor del excremento y kairomonas liberadas por el huésped (Bell y Tobin, 1982).

En las hojas colectadas en 2011 y 2012 con síntomas típicos de roya en una incidencia de 40 %, se observaron pústulas iniciales (ure-

dios) errupentes, de color anaranjado a café en la superficie abaxial de las hojas, mientras que, en la superficie adaxial se observaron manchas necróticas. El hongo desarrolla uredios subepidermales, errumpentes, elipsoidales, de $137\text{--}212 \times 125\text{--}160 \mu\text{m}$; uredosporas elipsoidales-obovoides, unicelulares, subhialinas, sésiles, equinuladas, de $25\text{--}32 \times 18\text{--}23 \mu\text{m}$. Parafisis uredinales claviformes, aseptados, subhialinos, rectos o curvados, de $40\text{--}62 \mu\text{m}$ en longitud y de $6\text{--}8 \mu\text{m}$ de grosor en el ápice. Telios subepidermales, no errumpentes, elipsoidales-ampuliformes, de $150\text{--}265 \times 117\text{--}220 \mu\text{m}$, y conteniendo de 8-12 capas de teliosporas. Teliosporas cuboides-oblongas, unicelulares, subhialinas, sésiles, de $10.8\text{--}13.7 \times 9.2\text{--}11.3 \mu\text{m}$, y dispuestas irregularmente dentro del telio (Kern y Thurston, 1940). Con base en síntomas y características morfológicas, se identificó a *Phakopsora arthuriana* Buriticá & J.F. Hennen. Este se considera el primer reporte en México (Nolasco-Guzmán et al., 2012)

Desarrollándose sobre las pústulas ocasionadas por *P. arthuriana* se encontró un hiperparásito. *Darluca filum* (Biv. ex Fr.) Castagne, anamorrofo de *Eudarluca caricis* (Fr.) O. Erikss es un hiperparásito cosmopolita asociado con 369 especies de roya pertenecientes a 30 géneros. Se ha encontrado en más de 50 países. Se ha reportado la mayoría de penetrando uredios, también de vez en cuando los telios y ecios. Los picnidios de *D. filum* son negro brillante, subglobosas, de 90 a 200 micras de diámetro, con ostiolos por donde se observan las masas de conidios. Los picnidios pueden encontrarse parcial o totalmente sumergido en las uredias. Los conidios presentan una septa y son hialinos, fusiformes, de $13\text{--}18 \times 3\text{--}5 \mu\text{m}$, con un cojín mucoso en ambas puntas. Las esporas de *D. filum* se encuentran en picnidios situados entre las uredosporas de *P. arthuriana*, donde germina para obtener los nutrientes mediante la penetración directa de hifas a las uredosporas, por lo que la producción de uredosporas es reducida y en algunos casos se detiene por completo. Debido a este hecho el hiperparásito potencialmente puede ser un importante controlador biológico de *P. arthuriana* (Yuan et al., 1998).

Además de este hongo fitopatógeno y su hongo hiperparásito, se encontraron otros dos hongos fitopatógenos *Cercospora jatrophiicola* Speg. causando pequeñas manchas angulares foliares y *Microcytus* sp. ocasionando manchas necróticas de margen sinuoso.

C. jatrophiicola presenta conidióforos fasciculados que miden de $20\text{--}150 \times 0.3\text{--}0.6 \mu\text{m}$, de color verde olivo a marrón, pluriseptados con conidiógenos oscuros de $1.5\text{--}3.5 \mu\text{m}$ de diámetro; conidios solitarios, aciculares a oboclavados-cilíndricos, $20\text{--}120 \times 2\text{--}4.5 \mu\text{m}$, hialinos, pluriseptados, con la base truncada a obocónicamente truncada, $1.5\text{--}3 \mu\text{m}$ de diámetro (Braun, 2001).

Microcyclus sp. en hojas adultas forma estructuras llamadas estromas. Los estromas son de color amarillo a café claro, globosos, generalmente adaxiales, carbonosos, superficiales amontonados y a veces formando

anillos alrededor de las perforaciones de las hojas, con un tamaño entre 200 y 400 μm . Las ascas son claviformes con un tamaño de 56-80 x 12-16 μm con ocho esporas. Las ascosporas son alargadas septadas con un tamaño de 18-22 x 5-8 μm (Cannon et ál., 1995).

Las pruebas de patogenicidad y caracterización molecular de los cuatro hongos se encuentran en proceso.

Conclusiones

En Jonotla, Puebla, en donde existe una gran diversidad de vegetación y *J. curcas* es una planta que es parte del paisaje florístico de la región, con una gran cantidad de usos en la zona, se colectó la mayor abundancia y diversidad de órdenes, familias e insectos. Mientras que en Yautepec, Morelos donde la presencia reciente de esta planta es bajo sistema de monocultivo, la abundancia y diversidad fue menor, además se encontró a *Leptoglossus zonatus* y *Pachycoris klugii* que causan daño en frutos disminuyendo la producción de semilla.

En la parcela experimental de *J. curcas* ubicada en Chicuasencuatla, Xochitlán de Vicente Suarez, Puebla, se detectó que los cultivos asociados al piñón o bien cercanos a éste son fuente de microorganismos e insectos que pueden desarrollarse sobre esta planta.

Se detectó la presencia de controladores biológicos que mantienen un equilibrio de las poblaciones tanto de insectos fitófagos como de hongos fitopatógenos.

Comparando las dos maneras de cultivar a *J. curcas*, los resultados muestran que el cambio de la biodiversidad altera la dinámica de las poblaciones y cambia las formas de relación de las redes biológicas.

En las parcelas experimentales donde se desarrolla *J. curcas* en policultivos y sin la aplicación de plaguicidas, la diversidad genética tanto vegetal como de varias especies de hexápodos y hongos, constituye un componente esencial para el mantenimiento de la resiliencia ecológica de los agroecosistemas.

Bibliografía

Anónimo (2010), Enciclopedia de los Municipios de México. Instituto Nacional para el federalismo y Desarrollo Municipal. México.

Bautista R. E. (2007). Contribución al Estudio Etnobotánico del Piñón (*Jatropha curcas* L.) y Alternativas para la Conservación de su Plasma Germinal. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Chapingo. 126 p.

BELL, W. J., and T. R. Tobin. Chemo-orientation. *Biological Reviews*, 1982, vol. 57, n° 2, p. 219-260.

BISWAS, S. R. and A. V. Mallik. Disturbance effects on species diversity in riparian and upland plant communities. *Ecology*, 2010, vol. 91, p. 28-35.

BRAUN, U.. Taxonomic notes on some species of the *Cercospora* complex (VII). *Fungal Diversity*, 2001, vol. 8, p. 1-71.

Brittaine, R. and N. Litaladio (2010), *Jatropha: A Smallholder Bioenergy Crop. The Potential for Pro-Poor Development*. Integrated Crop Management vol. 8 Food and agriculture organization of the United Nations, Rome.

CAB International (2000), *Crop Protection Compendium*. CD 2nd edition. Wallingford U.K. CAB International.

CANNON, P.I.; Camaran C.C.; Romero A.I. Studies on biotrophic fungi from Argentina: *Microcyclus porleriae*, whit a key to South American species of *Microcyclus*. *Mycology Research*, 1995, vol. 99, n° 3, p. 353-356.

Carvalho, E.; R. A. Silva, J. N. C. Louzada, J. C. Morales, L. R. Barbosa and R. Cave, R. (1995). Manual para la enseñanza del Control Biológico en América Latina. Zamorano-Honduras.

CUEVAS S., J.A.; Y. B. Vera C., H. G. Calyecac C., A. Miranda R., A. y B. Alarcón Z. 2012. El agroecosistema como unidad de estudio en la investigación agronómica integral. In: *Memorias del XIV Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas*. 25 al 27 de abril de 2012. Chapingo, México. pp: 29-30.

DROMPH, K. M. Dispersal of entomopathogenic hyphomycete fungi by collembolans. *Soil Biology and Biochemistry*, 2001, vol. 33, n° 15, p. 2047-2051.

DROMPH, K. M. Collembolans as vectors of entomopathogenic fungi. *Pedobiologia*, 2003, vol. 47, n° 3, p. 245-256.

Ehrlich, P. R. and A. H. Ehrlich (1991). *Healing the Planet*. Addison Wesley, N. Y.

FLÓREZ, E. y M. R. Hernández. 1981. Fluctuación de la población del minador de las hojas del cafeto, *Leucoptera coffeella* y de sus enemigos naturales en el Valle del Cauca. *Revista de la Sociedad Colombiana de Entomología*, 1981, vol. 7, n° 3, p. 29-38.

FOLEY, J. A. Alimentación sostenible. *Investigación y Ciencia*, 2012, vol. 424, p. 54-59.

GENCER, L. 2002. A study on the chalcidoid (Hymenoptera: Chalcidoidea) parasitoids of leafminers (Diptera: Agromyzidae) in Ankara province. *Turkish Journal of Zoology*, 2002, vol. 28, p. 119-122.

GRIMM, C. and Führer E. Population dynamics of true bugs (Heteroptera) in physic nut (*Jatropha curcas*) plantations in Nicaragua. *Journal of Applied Entomology*, 1988, vol. 122, p. 515-521.

GUHARAY, F.; D. Monterroso y C. Staver. El diseño y manejo de la sombra para la suppression de plagas en cafetales de América Central. *Agroforestería en las Américas*, 2001, vol. 8, n° 29, p. 22-29

Halffter, G. y C. E. Moreno (1998). Significado biológico de las diversidades Alfa, Beta y Gama. In: G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A. Melic. *Sobre Diversidad Biológica: El significado de las diversidades Alfa, Beta y Gamma*. Comisión para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA), Grupo Diversitas-México y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT). México.

Heller, J. (1996). Physic nut. *Jatropha curcas* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 1. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/ International Plant Genetic Resources Institute, Rome.

Jogschaap, R.E.E; W.J. Corre and W.A. Brandenburg (2007). Claims and fact on *Jatropha curcas* L. Global *Jatropha curcas* evaluation breeding and propagation programme. *Plant Research Internatiol*. Wangenigen UR.

KERN , F. D. and Thurston, H.W. 1940. A Further Report on the Uredinales of Colombia. *Mycologia*, 1940, vol. 32, n° 5, p. 621-629.

LARTEY, R. T.; E. A. Curl, C. M. Peterson and J. C. Williams. Control of *Rhizoctonia solani* and cotton seedling disease by *Laetisaria arvalis* and a mycophagous insect *Proisotoma minuta* (Collembola). *Journal of Phytopatology*, 1991, vol. 133, n° 2, p. 89-98.

MAKKAR, H.P.S., K. Becker, F. Spurer and M. Wink. Studies on nutritive potencial and toxic constituents of different provence of *Jatropha curcas*. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 1997, vol. 45, p. 3152-3127.

MARTÍNES H., J. 2011. Biodiesel y pasta residual. *Hypatia*, 2011, vol. 38, p. 26-27.

Martínez H., J. (2006). El piñón (*Jatropha curcas*) una planta nativa de México con potencial alimentario y agroindustrial. Centro de Desarrollo de Productos Bióticos. IPN.

MARTÍNEZ M. A., Evangelista V., Basurto F., Mendoza., Cruz-Rivas A. Flora útil de los cafetales en la Sierra Norte de Puebla, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 2007, vol. 78, n° 1, p. 15-40.

McCANN, K. S. The diversity-stability debate. *Nature*, 2000, vol. 405, p. 228.233.

Mejía, K. y R. Salgado E. (2000). Plantas medicinales de uso popular en la Amazonía Peruana. Agencia Española de Cooperación Internacional, Lima, Perú.

MOREAU, J. B. and T. D. Benrey. Assessing larval food quality for phytophagous insects: are the facts as simple as they appear? *Functional Ecology*, 2006, vol. 20, p. 592-600.

NESTEL, D.; F. Dickschen and M. A. Altieri. Seasonal and spatial population loads of a tropical insect: the case of the coffee leaf-miner in Mexico. *Ecological Entomology*, 1994, vol. 19, n° 2, p. 159-167.

NOLASCO-GUZMÁN, V.; V. Ayala-Escobar, J. M Tovar-Pedraza, H. G. Calyecac-Cortero y A. Miranda-Rangel. 2012. *Phakospora arthuriana* asociada a la roya del piñon (*Jatropha curcas* L.) en Puebla, México. In: *Memorias del XIV Congreso Internacional/ XXXIX Congreso Nacional de Fitopatología*. Del 22 al 26 de julio de 2012, Nuevo Vallarta, Nayarit. En prensa.

RAMIRO, D. A.; O. Guerreiro-Filho, R. B. Queiroz-Volta and S. C. Matthiesen. Caracterizacao anatomica de folhas de cafeeiros resistentes e suscetiveis ao bichomineiro. *Bragantia*, 2004, vol. 63, p. 363-372.

Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. Limusa. México.

Sánchez, O.; E. Vega, E. Peters Recagno y O. Monroy (2003). *Conservación de Ecosistemas Templados de Montaña en México*. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SHUMAN, B.; A. K. Henserson, C. Plank, I. Stefanova and S. S. Ziegler. 2009. Woodland-to-forest transition during prolonged drought in Minnesota after ca. AD 1300. *Ecology*, 2009, vol. 90, n° 10, p. 2792-2807.

VERMA, K. C and A. K. Gaur. *Jatropha curcas* L.: Substitute for Conventional Energy. *World Journal of Agricultural Sciences*, 2009, vol. 5, p. 552-556.

WILLIAMS, A.; D. Watt, R. S. Hails and S. E. Hartley. Patterns of spread in insect-pathogen systems: the importance of pathogen dispersal. *Oikos*, 2000, vol. 89, n° 1, p. 137-145.