

Plagas y enfermedades de la tuna *Opuntia ficus indica* L. en las condiciones ecológicas de la provincia de Loja

Pests and diseases of tuna *Opuntia ficus indica* L. In the ecological conditions of the province of Loja

Alvarado Jaramillo Vinicio^{1*}, Santín Calva Jaime²

¹ Docente de la Carrera de Manejo y Conservación del Medio Ambiente, Universidad Nacional de Loja, Ecuador.

² Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Ecuador

* Autor para correspondencia: vinicio.alvarado@unl.edu.ec

Recibido: 20 de abril del 2017

Aceptado: 8 de junio del 2017

Resumen

El presente estudio se realizó en cuatro sectores de la provincia de Loja: Malacatos, San Pedro de la Bendita, Nambacola y San Vicente del Río en poblaciones de *Opuntia ficus indica* L., establecidas de forma natural o sembradas en campo abierto, se evaluó en diferentes épocas del año para recolectar muestras de las principales sintomatologías de enfermedades, así como capturas de los insectos presentes en los cladodios y en flores. Se identificó a *Fusarium* sp., como principal patógeno que causa la enfermedad conocida como “lágrima de espelma” tanto en tunales jóvenes como adultos; también se encontró la enfermedad denominada “antracnosis” producida por el hongo *Colletotrichum* sp., y una asociación de hongos *Alternaria* sp., y *Capnodium* sp., que produce la “mancha plateada” generalmente en plantas de más de 5 años. Los insectos estudiados no presentaron mayores daños a los cladodios y a la planta en general, se identificaron como principales plagas a *Opuntiaspis phyllococcus* C., y la “cochinilla del carmín” *Dactylopius coccus* C., la misma que tiene como depredadores a insectos de las familias *Syrphidae* y *Crysopidae*. También se presentaron plagas potenciales como el “barrenador de cladodios” del orden *Lepidoptera* familia *Phycitidae* y al “chinche gris” del orden *Hemiptera* familia *Coreidae* llamado *Leptoglossus zonatus* D.

Palabras clave: *Opuntia*, tuna, nopal, plagas, enfermedades, polinizadores, cochinilla del carmín

Abstract

This study was conducted in Loja (Parroquia Malacatos), Catamayo (Parroquia San Pedro de la Bendita), Gonzanamá (Parroquia Nambacola) and Paltas (San Vicente del Río) in populations of *Opuntia ficus indica* L., established naturally or planted in the open field, in these places was made periodic visits at different times of the year to collect samples of the main symptomatology of diseases and catch insects present in both cladodes as flowers (pollinators). The samples were analysed in laboratories both the Ministry of Agriculture and the National University of Loja where isolations were performed in the case of diseases and dissections in the case of insects that allowed their identification and classification through of keys. *Fusarium* sp., was identified as the main disease that causes the disease known as “candle tear” both young tuna’s plants like those with more than five years old; the disease called “Anthracnose” produced by the fungus *Colletotrichum* sp., also found an association of fungi *Alternaria* sp., and *Capnodium* sp., which produces the silver stain in plants generally more than 5 years. Insects studied showed no further damage to the plant cladodes and generally identified as major pests is *Opuntiaspis phylococcus* C., and “carmine cochineal” *Dactylopius coccus* C., the same that has as insect predator’s families of *Syrphidae* and *Crysopidae*; potential pests were identified as the “borer cladodes” order *Lepidoptera* family *Phycitidae* and “gravy bedbug” order *Hemiptera* family *Coreidae* called *Leptoglossus zonatus* D.

Keywords: *Opuntia*, prickly pear, cactus, pests, diseases, pollinators

Introducción

La provincia de Loja al igual que el territorio ecuatoriano cuenta con variedad climática debido a su posición geográfica (1°20'N y 5°S) y su amplia biodiversidad (Samaniego & et al., 2015) así como a las diferentes condiciones controladas por las variables topográficas (Rollenbeck & Bendix, 2006), y su particular formación geográfica que deriva en una confluencia estructural andina al final del Ecuador (IGM, 2013) que estrecha notablemente la distancia entre los ecosistemas presentes en la provincia de Loja; por otra parte, la influencia de la corriente del niño -El Niño Oscilación del Sur (ENOS)- (Vuille et al., 2000, Maturana et al., 2004; Kayano y Andreoli, 2007; Rossel y Cadier, 2009) citados por Samaniego *et al.*, (2015) tiene mucha incidencia en sectores occidentales como Gonzanamá, Paltas y Malacatos que reciben su influencia directa así como muchas zonas altoandinas hasta un rango de los 1800 msnm (Rossel, 1997).

Esta diversidad climática representa un abanico de posibilidades para la presencia de varios tipos de patógenos hongos e insectos cuyo estudio es de importancia en economía agrícola orientada a la producción de tuna; por otra parte, estas condiciones climáticas tienden a ser muy severas especialmente en ecosistemas de bosque o matorral seco, para quienes desean realizar actividades productivas agronómicas; dentro de las alternativas de producción que se pueden dar en estos ecosistemas con el factor agua como limitante está el cultivo de tuna *Opuntia ficus indica* L., planta xerófila adaptada a las condiciones de sequía y de la cual se conocen diversos usos en la medicina y la nutrición humana (Feugang *et al.*, 2006) su fruta es

muy apetecida y se han incrementado exportaciones hacia países como Italia, Sudafrica, Chile e Israel (Flores, de-Luna, & Ramírez, 1995) y como alimento para ganado bobino (Reveles, *et al.*, 2010) además en la agroindustria esta plantase usa como hábitat para el desarrollo y producción de la cochinilla del carmín *Dactylopius coccus* C., una plaga considerada económicamente rentable debido a los múltiples usos como colorante natural y una excelente alternativa para aquellas personas que han aprendido a comercializarla (Chávez-Moreno, Tecante, & Casas, 2009).

El presente trabajo enfatiza sus esfuerzos en mostrar a quienes dependen de esta actividad agronómica resultados preliminares de los principales insectos (algunos de ellos reconocidos en Perú y México) y enfermedades, que pueden llegar a obstaculizar el desarrollo normal de los cladodios en la tuna, haciéndolos poco receptivos a la cochinilla del carmín, de manera que puedan tomar las medidas de control necesarias para una adecuada producción. Los objetivos fueron estudiar hasta el nivel de orden y familia la fauna entomológica, asociada al cultivo *Opuntia ficus-indica*, la identificación taxonómica de las principales enfermedades fungosas, así como su descripción sintomática, incidencia y severidad presentes en los cultivos.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en la provincia de Loja, en dos fases, la primera de campo en los cantones Loja (parroquia Malacatos), Catamayo (parroquia San Pedro de la Bendita) que presentan ecosistemas de matorral seco montano (ms-M), en Gonzanamá (parroquia Nambacola) y Paltas (parroquia San Vicente del Río) que presentan ecosistemas de bosque seco montano (bs-M) (Lozano, 2002) ver Figura 1.



Figura 1. Ubicación de las zonas de estudio

La segunda fase se realizó en el laboratorio de Sanidad Vegetal del Ministerio de Agricultura y Ganadería actualmente Agrocalidad y en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional de Loja. En la fase de campo se realizó el reconocimiento de las áreas de estudio, considerando las principales características ambientales de la zona de acuerdo a la clasificación propuesta por Ontivero, Martínez, González y Echavarría (2008) y considerando poblaciones de tunas tanto silvestres como cultivadas. A partir de esta observación, se asignaron los sectores a evaluar procesando las muestras de acuerdo a la técnica sugerida por Hamon y Kosztarab (1979); el tamaño de muestra considerado fue el de estimación de medias con universos finitos:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot \sigma^2}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot \sigma^2}$$

Dónde:

n = Tamaño de muestra

N = Tamaño del universo

Z = Es la desviación del valor medio que aceptamos para lograr el nivel de confianza deseado (95%).

e = Error de la estimación

σ^2 : Es la varianza que esperamos encontrar en la población

El muestreo fue al azar, se consideraron dos grupos de plantas: aquellas plantaciones menores a cinco años y plantas adultas ya establecidas. En esta fase se realizaron visitas de campo en las diferentes zonas de estudio, comprendidas entre los meses de marzo a diciembre en diferentes condiciones climáticas; se efectuaron capturas de diferentes tipos de insectos, para tal efecto, se observó el comportamiento del insecto y las relaciones insecto- órganos de la planta, relacionados al hábito alimenticio, hospedaje, enfatizando el análisis de la magnitud de daño que le produce a la planta en función del número de insectos, larvas, huevos por planta o cladodio. Las capturas se realizaron de manera preferencial por las mañanas, se colectaron insectos en estado larval, pupa, adulto o ninfas. Para insectos de movimientos rápidos y voladores se empleó una manga entomológica, para los insectos más pequeños presentes en las pencas o cladodios se emplearon pinceles gruesos que permitieron hacer barridos hacia los envases de captura, los especímenes adultos se conservaron en frascos con alcohol y ácido acético para su posterior observación.

Algunos insectos en estado larval como es el caso de lepidópteros, fueron trasladados en vivo a cámaras de cría con un pedazo de cladodio como fuente de alimento hasta obtener el adulto. En la fase de laboratorio se realizaron observaciones de los insertos de mayor tamaño en el estereoscopio, por otra parte, la observación de los pequeños se realizó mediante la destrucción de las estructuras blandas empleando hidróxido de potasio al 10 %, luego se realizó el montaje en placas para una correcta observación del exoesqueleto, segmentos antenales, pubescencias, espiráculos, entre otros aspectos claves en la identificación; en el caso de lepidópteros, se realizaron montajes temporales en glicerina para realizar las mediciones y dibujos de las secciones más importantes para la identificación como la distribución de las nervaduras en las alas, la información obtenida se contrastó con

documentos, imágenes y principalmente claves ilustradas de identificación entomológica para cada especie colectada, para el caso de Lepidópteros se empleó la clave ilustrada de Caballero, Habeck, & Andrews, (1994), para el caso de sírfidos se utilizó la clave de Coe, R. (1953), y demás especies en distintas claves como la de Grismado, Ramírez e Izquierdo (2000) para arácnidos, Boratynski & Davies (1971) así como la clave de Hamon & Williams (1984) para coccoideos, en el caso de himenópteros y heterópteros las claves de (Froeschner, 1960).

La identificación de enfermedades empezó con una inspección general de la zona, la colección de muestras se hizo mediante la observación de plantas con anomalías en la pigmentación o algún tipo de alteración en su estructura; se consideró el estado fenológico de la planta, las condiciones ambientales al momento de la colecta; las muestras se tomaron haciendo un corte de los cladodios enfermos, los mismos que se guardaron en bolsas y cartones debidamente identificados. Una descripción previa de la sintomatología se la realizó in situ, se anotaron las características más relevantes de las alteraciones, principalmente en los cladodios, ya sea en su consistencia tisular, profundidad, pigmentaciones, deformaciones, presencia de halos, considerando el patrón de distribución de la enfermedad. Además, se reconocieron en la planta los diferentes estados de progreso de la enfermedad; los datos se anotaron en una libreta de campo asignándole un nombre vulgar relacionado a su sintomatología, se señaló la fecha y lugar de recolección. Una descripción más detallada se la efectuó en el laboratorio empleando lupas 20x o estereoscopios a varios aumentos para un análisis macroscópico de la sintomatología, se realizaron las mediciones de la magnitud de las lesiones, además se descartaron muestras por carecer de importancia al no presentar ningún tipo de patógenos (daños mecánicos y de otro origen) para la identificación taxonómica preliminar se empezó con el aislamiento directo de las zonas necróticas de micelios y polvillos presentes en las lesiones, los que se colocaron en las placas porta objetos con agua destilada describiendo todas las observaciones microscópicas en un registro (forma del micelio, presencia de septos, forma de las esporas, esporangios).

Se utilizó también la cámara húmeda (fundas plásticas con algodón humedecido en agua destilada estéril), que favoreció la esporulación de los hongos. Como método principal para el aislamiento de hongos y bacterias se emplearon medios de cultivo PDA, LPGA cuya preparación se lo realizó tomando en cuenta los procedimientos descritos por Larone (1987). Las muestras fueron procesadas una a una, se realizaron aislamientos en cámara de flujo laminar. El aislamiento empezó con la desinfección de la muestra, lavándola con detergente y agua corriente, se cortó una pequeña parte del cladodio en la zona de transición y de ella pequeñas porciones que fueron desinfectadas en hipoclorito de sodio (1 minuto), se pasó luego por alcohol, se realizó doble lavado en agua destilada estéril en cajas Petri separadas, procediendo a sembrarlas en cajas con medio de cultivo general para hongos, de igual manera se procesaron las muestras con sintomatología bacteriana en medio para bacterias.

Para la identificación se consideró los postulados de Koch que dice: *“el hongo aislado, inoculado sobre una planta sana en una concentración determinada, con las condiciones de temperatura y humedad necesaria deben reproducir los mismos signos y síntomas encontrados en el campo”* (Agrios, 1996), esta inoculación se hizo en 30 plantas de cinco meses de edad, colocadas en ambientes separados en el invernadero a una temperatura promedio de 23,3°C y humedad relativa del 62 %. Se inocularon en cada ensayo ocho plantas cada uno con tres cladodios, a los que se desinfectaron con hipoclorito de sodio a 1 %,

dejando dos testigos. Se realizó primeramente una suspensión con el hongo en su estado conidial, a una concentración de 2×10^6 para los diferentes hongos, utilizando cepas puras, luego se inyectó la suspensión con una jeringa estéril a los cladodios, mientras que a los testigos se inoculó agua estéril, los cladodios tratados finalmente se cubrieron con fundas plásticas, dentro de las cuales se colocó un pedazo de algodón con agua destilada para incrementar la humedad. La evaluación de incidencia y severidad se efectuó en la fase de campo en plantas jóvenes (μ cladodios/planta = 25) y en plantas adultas (μ cladodios/planta = 47), para la incidencia se procedió a tomar el número de cladodios enfermos por planta y la severidad se calculó mediante el porcentaje de área afectada por cladodio; para la evaluación de severidad se tomaron escalas diagramáticas (Figura 2), elaboradas de acuerdo al patrón de distribución de las enfermedades y área del cladodio.

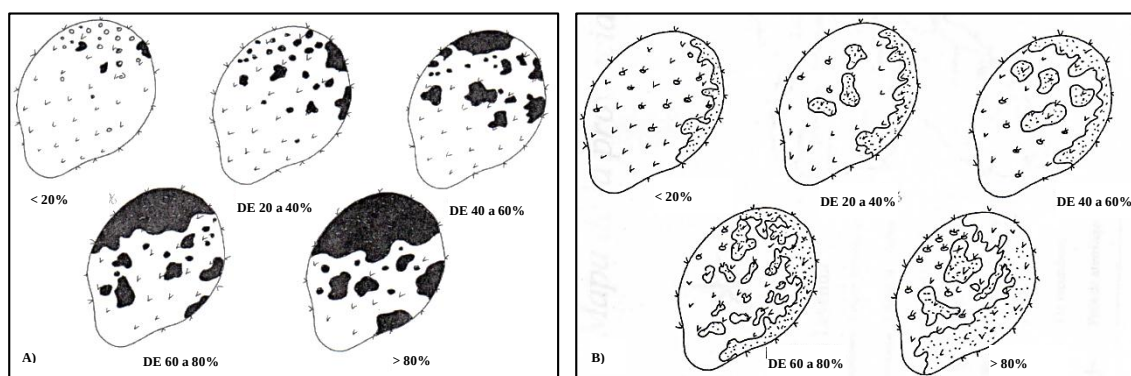


Figura 2. Escala diagramática para determinar severidad de: A) Fusariosis (lágrima de esperma) y B) Antracnosis (mancha plateada)

RESULTADOS

Fauna entomológica: La fauna entomológica asociada a *Opuntia ficus indica* L. recolectada y clasificada en el presente trabajo se puede apreciar en la Tabla 1, se encontraron ocho ordenes: siete de la clase insecta y uno de la clase arácnida, a pesar de que algunos de ellos tienen una importante presencia poblacional en todos los sectores de la investigación no constituyen plagas claves del cultivo y otros son benéficos, cumplen la función de depredadores.

Tabla 1. Fauna entomológica asociada a la tuna colectada y clasificada en la provincia de Loja.

Orden	Familia	Nombre Común	Nombre Científico	Función	Tipo
Hemiptera	DIASPIDIDAE	Escamas o Conchuela	<i>Diaspis echinocacti</i> .	Chupador de savia	Plaga potencial
Hemiptera	DACTYLOPIIDAE	Cochinilla	<i>Dactylopius coccus</i> C.	Chupador de savia	Plaga potencial
Hemiptera	CICADELLIDAE	Periquito	No identificado	Chupador de savia	Plaga potencial
Lepidoptera	PHYCITINAE	Barrenador	No identificado	Barrenador de Cladodio	Plaga potencial
Lepidoptera	PIERIDAE	Mariposa amarilla	No identificado	Polinizador	Benéfico
Diptera	SYRPHIDAE	Sírfido	No identificado	Depredador de escamas	Benéfico
Hemiptera	COREIDAE	Chinche	<i>Leptoglossus</i>	Chupador de savia	Plaga potencial

Coleoptera	COCCINELLIDAE	Escarabajo	<i>zonatus</i> D. <i>Schymus</i> sp.	Depredador de escamas	Benéfico
Neuroptera	CHRYSOPIIDAE	Crisopa	<i>Chrysopa</i> sp.	Depredador de escamas	Benéfico
Himenoptera	FORMICIDAE	Hormiga Arriera	No identificado	Comedor brotes tiernos	Plaga potencial
Himenoptera	FORMICIDAE	Hormiga Negra	No identificado	Barrenador de Cladodio	Plaga potencial
Himenoptera	APIDAE	Abejorro	No identificado	Polinizador	Benéfico
Araneida	ARANEIDAE	Araña de monte	No identificado	Depredador	Benéfico
Araneida	ARANEIDAE	Araña verde	No identificado	Depredador	Benéfico

Nota: Para las especies “no identificadas” no existieron disponibles claves específicas para determinar el género en su momento.

Enfermedades identificadas: Los patógenos encontrados en el presente estudio corresponden a cinco órdenes agrupados en cuatro familias como se puede apreciar en la Tabla 2., los principales géneros identificados fueron *Fusarium*, *Alternaria*, *Capnodium*, *Colletotrichum* y *Glomerella* que producen diferentes sintomatologías.

Tabla 2. Enfermedades asociadas a la Tuna identificadas en la provincia de Loja.

Orden	Familia	Nombre Común	Nombre Científico	Daños	Presencia
Hypocreales	Nectriaceae	Lagrima de espelma	<i>Fusarium</i> sp.	Pudriciones	Alta
Pleosporales	Pleosporaceae	Mancha plateada	<i>Alternaria</i> sp.	Secamiento	Alta
Capnodiales	Capnodiaceae	Mancha plateada	<i>Capnodium</i> sp.	Secamiento	Media
Glomerellales	Glomerellaceae	Antracnosis	<i>Colletotrichum</i> sp.	Lesiones	Alta
Glomerellaceae	Glomerellaceae	Antracnoisis	<i>Glomerella</i> sp.	Lesiones	Alta

Nota: La presencia se estableció por la frecuencia de apariciones en las poblaciones de tuna.

Incidencia y Severidad: La evaluación de incidencia y severidad se puede observar en la Tabla 3, dicha evaluación muestra la comparación de plantas de tuna menores y mayores a cinco años, la incidencia medida en número de cladodios afectados por planta y la severidad medida como el porcentaje del área afectada del cladodio.

Tabla 3. Incidencia y severidad de las enfermedades presentes en *Opuntia ficus indica*.

Sector	Enfermedad	Plantas menores a 5 años		Plantas mayores a 5 años	
		Incidencia (Nº)	Severidad (%)	Incidencia (Nº)	Severidad (%)
San Francisco	Lágrima Espelma	10,6	20	17,2	20
San José	Mancha Plateada	-	-	35,5	80
Pedregal	Lágrima Espelma	12,8	20	-	-
	Lágrima	13,4	40	37,4	40
	Mancha Plateada	-	-	33	80

	Antracnosis	-	-	13,3	40
Santa	Lágrima Espelma	-	-	34,7	40
Gertrudis	Mancha Plateada	-	-	34,3	80
	Antracnosis	-	-	27,3	80
Nambacola	Lágrima Espelma	-	-	7,1	20
San Pedro de	Lágrima Espelma	11,4	20	18,2	20
la Bendita	Mancha Plateada	-	-	23,3	20

La estructura morfológica de *Opuntia* sp. no ofrece las mejores condiciones para refugiar poblaciones de insectos, la forma plana de sus cladodios, su forma regular y epidermis lisa, expone a los insectos a la depredación, solo aquellos insectos adaptados muestran un número alto en su población como el caso de *Opuntiaspis* sp. y *Dactylopius* sp., que se fijan en la epidermis y presentan una movilidad casi nula; por otra parte las enfermedades se ven reducidas debido a que la epidermis cerosa de la planta, limita la fijación de la humedad sin la cual los patógenos (hongos y bacterias) no tienen las condiciones para reproducirse; sin embargo muchas de las enfermedades detectadas son de tipo vascular como *Fusarium* sp. Otro factor que es importante señalar es la presencia de “Fumagina” combinación de algunos hongos patógenos que cubren los cladodios debido a las secreciones de los Homópteros que parasitan la planta. A continuación, se describen algunas características de la fauna entomológica y enfermedades encontradas e identificadas.

Fauna entomológica

Escama o conchuela.- Este insecto está presente en todos los sectores en los que se llevó a cabo esta investigación, especialmente en plantas aisladas un nivel de incidencia elevado, cubriendo en algunos casos casi la totalidad del cladodio o compitiendo con la cochinilla del carmín en huertos. Este insecto inserta los estiletes bucales en el cladodio para succionar la sabia, produciendo un necrosamiento o amarillamiento en el tejido superficial de la penca. Este insecto se lo encuentra en la superficie del cladodio, viviendo a expensas de la tuna y que en la mayoría de los casos cubren la totalidad del cladodio.

Cochinilla.- De importancia económica significativa, se encuentra en la mayoría de las plantaciones cultivadas y silvestres de la tuna, debido a que es el propio campesino quien la reproduce, la cochinilla actúa sobre el cladodio de la misma manera que la escama. Produce en casos de gran infestación un adelgazamiento del cladodio debido a la pérdida de la sabia. Son fácilmente distinguibles en el cladodio porque usualmente se agrupan formando colonias cubiertas de un polvillo blanco denso. Las hembras al nacer son móviles, pero luego permanecen fijas con el pico clavado en el cladodio absorbiendo la sabia. Los machos son completamente diferentes, presentan un aparato bucal atrofiado que torna a estos individuos frágiles con periodos de vida relativamente corta al no poder alimentarse.

Periquito.- Es fácilmente identificable por su patrón de colores y además porque tienden a saltar el momento de sentir la presencia de agentes extraños. La presencia de este insecto está marcada en la parroquia de Malacatos (sectores San Francisco Alto y El Pedregal) del cantón Loja. En el campo no se observaron daños hechos directamente a la planta, pero el nivel poblacional es relativamente alto.

Barrenador.- A este lepidóptero se puede encontrar especialmente en los sectores el Pedregal y San Francisco de la parroquia Malacatos y en San Vicente del Río del cantón Paltas. En su estado larval constituye galerías en el interior de las pencas y a manera de protección contra agentes externos teje hilos sedosos al principio y luego deposita sus excrementos en el lugar de entrada lo cual hace más fácil su localización ya que estos excrementos al mezclarse con una sustancia epidérmica que emite la penca forma una verdadera masa, endurecida muchas veces. El sector del cladodio en cuyo interior la larva construye una galería que torna la epidermis dura y necrótica. Costa (1949) menciona un lepidóptero de nombre científico *Laetilia coccidivora* Comstock como un depredador de *Coccideos* y que por sus características podría tratarse del colectado en este trabajo. Es una polilla pequeña de color gris oscuro, la cual antes de comenzar a construir su capullo en el cual se transforma en pupa, la duración del estado pupal fue de 30 días en condiciones de laboratorio.

Mariposa amarilla.- Se la encuentra en los tunales de la provincia de Loja, en época de floración constituyéndose en uno de los principales polinizadores de la tuna. Esta mariposa es de tamaño grande, una de las características principales de la subfamilia *Pierinae* es que esta presenta en la región basal costal de cada ala posterior donde existe la presencia de una vena humeral.

Sírfido.- Insecto encontrado en el sector de San Pedro de la Bendita del cantón Catamayo y en la ciudad de Loja en el sector del Pedregal. Este Sírfido es depredador de *Dactylopius coccus* C. y *Opuntiaspis phylococcus* C. en su estado larval. Y realiza su estadio pupario en las espinas de los cladodios.

Chinche.- La presencia de este insecto es general en todos los sectores de la provincia en que se llevó a cabo la investigación. Se los encuentra tanto en cladodios viejos y jóvenes, con mayor presencia en brotes de reciente formación. Succionan la sabia al insertar sus estiletes en la base de las espinas, dejando a través de esas heridas la posibilidad de ingreso de bacterias y virus, sin embargo, no se apreciaron daños mayores por la acción directa de este insecto.

Escarabajo.- Este es un depredador de las escamas, por lo cual, su presencia evidente en tunales infestados de *Opuntiaspis phylococcus* Cockerell. Este es un insecto pequeño de forma esférica que participa en el control biológico de las escamas.

Chrysopa.- Insecto encontrado principalmente en San Francisco Alto (Malacatos) y San Vicente del Río. En su estado larval este neuróptero juega un papel muy importante en el control biológico de la escama, ya que se alimenta de esta en sus estadios finales. Las larvas no son fácilmente identificables en el cladodio ya que se encuentran cubiertas por un polvillo blanco muy semejante al que segregan las cochinillas, confundiéndose por lo tanto con estas y con las escamas de las cuales es un agente regulador.

Hormiga Arriera.- Encontrada principalmente en el Pedregal de la parroquia Malacatos. Ataca principalmente los brotes jóvenes de la tuna, masticándolos y trozándolos para luego llevarlos a su nido u hormiguero.

Hormiga Negra.- Esta hormiga se la encuentra como parte de la fauna insectil de la tuna en todos los sectores de la investigación; sin embargo, no se observaron daños producidos en los cladodios, aun cuando debemos mencionar que su presencia era mayoritaria en lesiones del cladodio, de tal manera que al abrirlas salían de ellas como si hubiesen formado un

hormiguero en el interior de los cladodios. Este himenóptero se lo puede localizar cuando se moviliza por el cladodio de la tuna.

Abejorro.- Presente en las plantaciones de tuna en época de floración, ya que este himenóptero es uno de los principales polinizadores de esta planta.

Araña Estrellada. Esta araña constituye las redes en forma de polígonos concéntricos a base de hilos radiales y circulares en las cuales atrapa sus presas, sirviendo de regulador natural de los insectos presentes en la planta de tuna. Se la encontró principalmente en Nambacola y en el sector de Malacatos.

Araña Verde.. Este arácnido fue localizado en todos los lugares en que se llevó a cabo la presente investigación. Es un regulador natural de la fauna insectil asociada a la tuna.

Enfermedades identificadas:

Las principales enfermedades identificadas asociadas a *Opuntia* sp. tienen como característica principal ser patógenos de muchas especies de plantas y cultivos, provocan daños irreparables en los tejidos de las pencas o cladodios, gran parte de ellas son muy agresivas y sus daños reducen notablemente las poblaciones de plantas,

***Fusarium* sp.** Esta enfermedad se la denominó “Lágrima de espelma” o su equivalente en otros países como lagrima de vela debido a que la secreción que sale de los cladodios es de color blanquecino que al gotear se solidifica dándole esa forma característica. Esta enfermedad se encuentra en la mayor parte de los sectores productores de tuna precisamente porque es un patógeno que ataca a una gran diversidad de hospederos.

Sintomatología: Los síntomas de esta enfermedad empiezan con una mancha acuosa de forma casi siempre circular, en el centro de la misma tiene un color café oscuro con bordes acuosos. A medida que progresa la enfermedad el área de la mancha se deprime comenzando desde el centro y tomando una coloración café, alcanza en primera instancia un diámetro de 1 cm característico en pencas jóvenes, para luego alcanzar un promedio que va de 2,5 cm a 5 cm. Mientras que en cladodios de reciente formación, esta enfermedad presenta un patrón de distribución que no se limita solamente al centro sino que se distribuye en los bordes del mismo, especialmente entre la parte media y superior llegando a cubrir más del 50 % del área del cladodio y en alguno de los casos lo elimina.

Además, existen cladodios que presentan pudriciones blandas dispersas, ya sean en grupo o individuales, de coloración café oscuro, mientras que otras se encuentran en estado acuoso o lignificado comprometiendo las dos caras del cladodio, llegando finalmente a marchitar la zona afectada para luego formar una costra de color negro cubierta de un polvillo que se desprende del cladodio, señal rotunda de la defensa por parte de la planta ante esta enfermedad, aunque no siempre es así. En poblaciones silvestres y en plantas con más de cinco años con cladodios formados, esta enfermedad se manifiesta como pequeñas lesiones color café claras, de forma circular que al aumentar el tamaño se deprimen en su perímetro y el interior de la mancha se abre; se presenta en esta etapa una coloración negra, las manchas evolucionan aumentando su tamaño, algunas se unifican y producen abolladuras produciendo costras de color negro cubierto con un polvillo blanco, estas al desprenderse causan perforaciones que son típicas de la enfermedad, tanto en el centro como en los bordes del

cladodio. En otros casos las lesiones no logran alcanzar su pleno desarrollo quedando pequeñas y lignificadas sin llegar a comprometer el tejido interno del cladodio.

***Alternaria* sp. y *Capnodium* sp.** Denominada “Mancha Plateada”, está presente en la mayoría de los sectores muestreados, especialmente en el Pedregal y San Francisco. Se encuentra principalmente en plantaciones con más de cinco años de edad y en poblaciones silvestres, la enfermedad es muy notoria ya que la mancha se extiende a partir de la base de la planta, llegando a cubrir las dos terceras parte de la misma. La mancha plateada es producida por un complejo de hongos, según las observaciones realizadas en las muestras obtenidas en campo, donde sobresalen la *Alternaria* y *Capnodium*.

Sintomatología: Esta enfermedad se inicia con pequeñísimas erupciones en la epidermis, de aspecto clorótico que muestran sobre las mismas una puntuación rojiza, la misma lesión puede evolucionar o no, quedándose pequeña y abriéndose levemente en la parte superior. En las erupciones pequeñísimas se pueden observar sobre ellos pseudoescudos de color café claro, al evolucionar estas tienen una forma redonda manteniendo su apariencia de pseudoescudo con una pequeña protuberancia en el centro. En lesiones de mayor tamaño se observan claramente el levantamiento de dicho escudo por uno de sus extremos y en cuyo centro se observa una tonalidad café oscuro, en otras puede observarse en el centro una depresión y esta rodeadas por un halo carnoso, la enfermedad es perfectamente reconocible ya que estas manchas se rodean de un polvillo gris o pardo que al coalescer forman una mancha de color pardo que cubre la totalidad de las pencas.

***Colletotrichum* sp. y *Glomerella* sp.** Conocida comúnmente como Antracnosis, se encuentra principalmente en el sector de Nambacola, el Pedregal y Santa Gertrudis. El principal agente de esta enfermedad es *Colletotrichum* sp. y se ha encontrado en las puntuaciones negras sobre la mancha la fase sexual que es *Glomerella* sp.

Sintomatología: Esta enfermedad se caracteriza por iniciarse en la base de las espinas, con la presencia de pequeñas manchas cloróticas amarillentas resaltadas que se distribuyen alrededor de las espinas en forma aislada. Conforme progresa la enfermedad la mancha va tomando una coloración café rojiza, para luego tomar una coloración café claro, mostrando luego anillos concéntricos de coloración café rojiza más acentuada, entre estos anillos se encuentran puntuaciones negras que se extienden y distribuyen por toda la mancha, dichas puntuaciones corresponden a los peritecios que contienen en su fase sexual a *Glomerella* sp. En las últimas fases de esta enfermedad muchas de las manchas de los costados se unen y forman manchas irregulares con bordes ondulados que se distribuyen por los bordes del cladodio, la mancha se torna blanco cremosa conforme seca la parte afectada dándole el aspecto característico de la enfermedad.

Inoculaciones.- De las ocho plantas inoculadas con *Fusarium*, se pudo observar que a las 48 horas de hecha la inoculación el oscurecimiento del tejido que posteriormente produjo la pudrición de la planta, evidenciándose fundamentalmente la emisión de la lagrima, y las perforaciones en los cladodios, en disecciones del cladodio se observaron los tejidos vasculares internos altamente afectados presentando un color oscuro. Manteniendo una humedad superior al 80 % se produjo en la zona afectada un micelio blanquecino con tonalidades rosadas semejantes a los producidos en aislamientos en cajas Petri. Las estructuras observadas al microscopio pertenecieron a esporas de *Fusarium* sp. A las 72 horas de la inoculación con *Colletotrichum* sp., se produjo al inicio manchas blanquecinas en los

bordes del cladodio, a más de producir lesiones superficiales en la base de las espinas, mostrando en los días subsiguientes la misma tonalidad cremosa amarillenta en cuanto a color, aunque no se evidenciaron anillos concéntricos ni las puntuaciones negras sobre las manchas que se encuentran en el campo, debiéndose a que dichas puntuaciones que contienen la fase sexual *Glomerella* sp., se producen con mucho más tiempo, a más que las condiciones de temperatura y humedad deben ser óptimas. Las observaciones posteriores macroscópicas revelaron efectivamente la presencia de *Colletotrichum* sp.

En la inoculación con *Alternaria* y *Capnodium* no se produjeron síntomas similares a los observados en el campo. Es fundamental manejar las condiciones de humedad y temperatura óptimas. En las observaciones hechas al microscopio se observaron únicamente micelio y esporas de *Alternaria* sp., asumiendo que la presencia de *Capnodium* sp., no se presentó debido a que las condiciones de temperatura y humedad no fueron las adecuadas.

Los testigos se mantuvieron inalterados durante el experimento, mostrando únicamente las huellas de los pinchazos hechos por la aguja al momento de la inoculación.

Evaluación de incidencia y severidad:

Enfermedades de *Opuntia ficus-indica*.- En relación a la incidencia (número de cladodios enfermos por planta) La principal enfermedad que se destaca por su incidencia fundamentalmente Lagrima de Espelma cuyo agente causal es *Fusarium* sp. (Tabla 3.) que se encuentra en todos los sectores estudiados, pero especialmente en el sector el Pedregal, donde la incidencia es alta en comparación con el resto de sectores llegando a 37,4 cladodios enfermos en plantaciones adultas. Le sigue en importancia el sector San Vicente del Río que presenta una incidencia de 34,7 cladodios por planta; en dichos lugares se presenta esta incidencia debido a que no son plantaciones manejadas, las plantas se encuentran muy agrupadas, favoreciendo a la propagación y distribución de la enfermedad.

En San Pedro de la Bendita es menor, su incidencia es de 18,2 cladodios enfermos, esto se debe a la separación entre las plantas y a la condición climática que se mantuvo entre un 5% de humedad relativa. En San Francisco la incidencia se ubica en 17,2 cladodios enfermos por planta, a pesar que las condiciones climáticas del lugar son favorables para el patógeno, las plantas resisten el ataque de la enfermedad. Los sectores de Santa Gertrudis y Nambacola presentan los datos de incidencia más bajos en plantas mayores a cinco años con un promedio de 10,3 y 7,1 cladodios enfermos respectivamente. Esta misma enfermedad en plantaciones menores a cinco años constituye una de las principales causas para la pérdida de plantas recién sembradas, así mismo el sector el Pedregal, existe una alta incidencia que llega a 13,4 cladodios enfermos por planta, mientras que en San José hay una alta incidencia 12,8 cladodios por planta, según la evaluación de campo esta incidencia se da por el empleo de semilla en mal estado (contaminada). El sector San Pedro de la Bendita presenta una incidencia de 11,4 y San Francisco con 10,6 cladodios enfermos por planta.

En lo referente a la severidad (Tabla 3) *Fusarium* sp. presenta los porcentajes más altos en plantaciones mayores a cinco años, estos porcentajes corresponden a los sectores El Pedregal y San Vicente los cladodios evaluados presentan una afectación del 40% de su área, mientras que en San Francisco, Nambacola y San Pedro de la Bendita la severidad no sobrepasa el 20 % de la afectación del cladodio, el nivel de incidencia más bajo se ubica en el sector de Santa Gertrudis con un 10 % del área afectada. La severidad encontrada en plantaciones menores a

cinco años alcanza hasta un 40 %, así se puede apreciar que en el sector del Pedregal, precisamente por la mala utilización de la semilla y la falta de manejo técnico para cuidados del suelo, y el entorno, por esta razón debido a que este lugar el alto nivel e inóculo propicia a aumentar críticamente los niveles de incidencia y severidad.

La severidad en San Francisco, San José y San Pedro de la Bendita es del 20 % del área afectada, no tuvo incrementos significativos a lo largo de la evaluación. La siguiente enfermedad en importancia es la Mancha Plateada cuyo agente causal es el complejo de hongos *Alternaria* sp y *Capnodium* sp. existiendo promedios mayores en incidencia y severidad con respecto a Lagrima de Esperma, sin embargo no se le da importancia debido a que el daño a los cladodios y a la planta es significativamente menor en comparación con el daño que produce *Fusarium* sp. La severidad encontrada en Mancha Plateada es muy alta, esto se debe a la cantidad de esporas que producen y la facilidad con la que se expanden en la planta. La severidad para esta enfermedad es más común en plantaciones más antiguas y bajo condiciones de sombra, estas alcanzan un 80 % del área del cladodio, y se ubican en las plantaciones dentro de los sectores de San Francisco, El Pedregal y San Vicente del Río. Porcentajes más bajos se encontraron en Santa Gertrudis, promedios de 40 % del área afectada; finalmente en San Pedro de la Bendita se presentó un promedio de 20 %.

La antracnosis cuyo agente causal es *Colletotrichum* sp., es la tercera enfermedad en import, su importancia radica por el daño que causa en los cladodios así como su propagación en la planta. De la misma forma que la Mancha Plateada esta enfermedad se presenta en plantas con más de cinco años de edad, pudiendo evidenciarse una incidencia del 27,3 de cladodios en la planta en el sector de Nambacola, donde existen las condiciones óptimas para el desarrollo de la enfermedad, ya que la gran cantidad de esporulación y forma de diseminación es por el agua de lluvia, hacen que se cubra una gran cantidad de cladodios. En el Pedregal se presenta una incidencia de 23,3 cladodios infectados por planta. Al analizar la severidad de Nambacola con respecto a *Colletotrichum* sp. es iapertinente recalcar que las condiciones ambientales son favorables, esto ha hecho que se observen afecciones que cubren casi la totalidad del cladodio, (80 %); por otra parte, en el sector El Pedregal la incidencia no supera el 40 % del área del cladodio, cifra de relativa importancia ya que muestra el área pérdida por la planta para la fotosíntesis e incluso muestra el área que no puede ser ocupada para la infestación con la cochinilla *Dactylopius* sp., para su uso comercial.

Discusión

Todos los insectos colectados en la provincia de Loja correspondieron a especies cuyos hábitos alimenticios y hábitat dependen directa o indirectamente de la tuna; la presencia del orden Hemiptera es predominante en el estudio, son insectos picadores chupadores de savia que dejan lesiones en la superficie del cladodio; durante el periodo de captura sólo se identificó tres especies de este orden y uno de ellos considerado como la especie cochinilla del carmín *Dactylopius coccus* C que es propagada intencionalmente para ser cosechada y comercializada, dicha asociación tuna-cochinilla no lleva a las plantas a la muerte debido a que no se extiende por todo el anfitrión. La presencia de las familias Syrphidae y Crysophidae comprende una de las relaciones más importantes entre los insectos encontrados ya que éstos son enemigos naturales para *Diaspis echinocacti* y *Dactylopius coccus* C. En el

caso de *Diaspis echinocacti* se tienen evidencias en estudios realizados en Brasil por Cordeiro dos Santos y Gonzaga (2003) quienes señalan que la plaga fue observada por primera vez en Pernambuco en los años sesentas, y es catalogada como la principal plaga por su agresividad al poblar la totalidad del cladodio. El resto de la fauna entomológica no produce daños considerables en la tuna, mientras que los insectos polinizadores como el abejorro (familia Apidae) merecen ser estudiados de una manera más amplia al igual que los arácnidos que cumplen funciones benéficas en dentro de la planta.

Dentro de la categorización de insectos que potencialmente se consideran plagas en las condiciones ecológicas de la provincia de Loja están el barrenador del tallo del orden Lepidoptera y familia Phycitinae cuyas galerías propician que hongos saprófitos y bacterias se reproduzcan y generen daños en los tejidos internos de la planta, estos órdenes no han sido detectados en otros estudios hasta la fecha del presente trabajo, pero dentro del orden Lepidoptera se destaca la familia Pyralidae con similares características de daños en estudios realizados en México (AL-Vigueras & Portillo, 2001)

Las enfermedades identificadas como Lágrima de Espelma *Fusarium* sp. y la Mancha Plateada que es producida por el complejo de hongos *Alternaria* sp y *Capnodium* sp. se encuentran distribuidas en todas las plantaciones de los sectores estudiados, y por las sintomatologías que producen así como por la incidencia y severidad con la que atacan a la planta, se deben considerar como de alta importancia para su adecuado manejo; mientras que *Antracnosis* sp. no es una enfermedad muy común. Cabe señalar que estudios similares muestran presencia de *Fusarium* sp. en etapas tempranas del desarrollo de la planta (Vargas, A., & Basaldua, 2008), por otra parte se han reportado otro tipos de sintomatologías asociadas a la presencia de *Alternaria* sp. como es el engrosamiento de los cladodios reportado por (Jiménez-Hernández & et_al, 2007). Por otra parte el hongo *Capnodium* sp. ha sido reportado en México por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias produciendo las mismas sintomatologías de la fumagina (INIFAP, 2000). Las características de las enfermedades se confirmaron siguiendo los postulados de Koch bajo las condiciones de invernadero se reprodujeron exactamente las mismas sintomatologías a las encontradas en campo.

Conclusiones

Se identificaron ocho órdenes: siete de la clase insecta y uno de la clase arácnida y doce familias relacionadas a la fauna entomológica asociada a la tuna, así mismo se pudieron identificar cuatro órdenes y cuatro familias de enfermedades asociadas a la tuna.

Los insectos fitófagos encontrados en las diferentes plantaciones de tuna en la provincia de Loja, son plagas potenciales ya que por ahora, a pesar de alimentarse de la planta y hospedar en ella, no causan daños económicos en la producción de tuna ni en la producción de cochinilla del carmín.

El lepidóptero de la familia *Phycitidae*, en su estado larval constituye una plaga potencial de importancia para la tuna por los daños que provoca al alimentarse de los tejidos internos de los cladodios y las consecuencias secundarias que produce al propiciar la entrada de otros patógenos.

Los insectos de las familias Coccinellidae, *Crisophyidae* y *Sirphyidae* pertenecientes a los órdenes *Coleóptera*, *Neuróptera* y *Díptera* cumplen la función de bioreguladores de las poblaciones de escamas y cochinilla del carmín.

Se encontraron dos enfermedades asociadas al cultivo que no se pudieron identificar, debido a que dichas muestras no se desarrollaron en los medios de los cultivos utilizados, una de ellas es la mancha amarilla que se presentan como ampollas sobre la epidermis del cladodio para finalmente amarillarla y desprenderla como un pergamino.

La segunda enfermedad encontrada es la mancha aceitosa que se presenta como un moho que cubre la totalidad del cladodio, en especial los inferiores pero no influye en el crecimiento de la planta ni en la propagación de la cochinilla.

De esta manera, 20 de los 21 sitios de muestreo se constituyen en nuevos registros para esta especie de chinche roja en el Estado de México y en el país. Debido a la incidencia del daño ocasionado en nopal tunero en la zona de estudio, se espera que este trabajo proporcione bases para futuras investigaciones sobre biología y ecología de esta especie y su relación con el cultivo

Agradecimientos.

Este trabajo fue posible gracias al aporte de instituciones como la Universidad Nacional de Loja a través del laboratorio de Sanidad Vegetal, al Ministerio de Agricultura y Ganadería hoy Agrocalidad en su laboratorio de Sanidad Vegetal, al auspicio del Gobierno Provincial de Loja que facilitó materiales y transporte para realizar esta investigación y al personal docente y técnicos de laboratorios de sanidad vegetal de la Universidad Nacional de Loja.

Referencias

- Agrios, G. N. (1995). *Fitopatología* (1a ed.). Mexico UTEHA/Noriega.
- AL-Vigueras, G., & Portillo, L. (2001). *Uses of Opuntia species and the potential impact of Cactoblastis cactorum (Lepidoptera: Pyralidae) in Mexico*. Florida Entomologist, 493-498.
- Arrollo V., Debach, M., Álvarez, C. (1977). *Lucha biológica contra los enemigos de las plantas*. Mundi-Prensa
- Barnett, H. L., & Hunter, B. B. (1972). *Illustrated genera of imperfect fungi*. JSTOR.
- Boratynski, K., & Davies, R. (1971). *The taxonomic value of male Coccoidea (Homoptera) with an evaluation of some numerical techniques*. Biological, 3(1), 57-102.
- Caballero, R., Habeck, D., & Andrews, K. (1994). *Clave ilustrada para larvas de Noctuidos de importancia económica de El Salvador, Honduras y Nicaragua*. CEIBA, 35(2), 225-237.

- Chávez-Moreno, C., Tecante, A., & Casas, A. (2009). *The Opuntia (Cactaceae) and Dactylopius (Hemiptera: Dactylopiidae) in Mexico: a historical perspective of use, interaction and distribution*. Biodiversity and Conservation, 18(13), 3337.
- Coe, R. (1953). *Handbooks for the Identification of British Insects: Diptera, Syrphidae*. Royal Entomological Society, 98.
- Cordeiro-dos-Santos, D., & Gonzaga, S. (2003). *El Nopal como forraje*. Roma: FAO.
- Feugang, J., & et_al. (2006). *Nutritional and medicinal use of Cactus pear (Opuntia spp.) cladodes and fruits*. Frontiers in Bioscience, 11, 2574-2589.
- Flores, C., de-Luna, E., & Ramírez, P. (1995). *Mercado mundial de la tuna*. Chapingo.
- Froeschner, R. (1960). *Heteroptera or true bugs of Ecuador: a partial catalog*. Smithsonian Contributions to Zoology, 1-147.
- Grismado, C., Ramírez, M., & Izquierdo, M. (2000). *Araneae: Taxonomía, diversidad y clave de identificación de familias*. Biodiversidad de Artrópodos Argentinos, 3, 56-96.
- Hamon, A. B., & Kosztarab, M. L. (1979). *Morphology and systematic of the first instar of the genus Cerococcus (Homoptera: Coccoidea: Cerococcidae)*. Virginia State University Research Division Bulletin, 146, 1-122.
- Hamon, A., & Williams, L. (1984). *The Soft Scale Insects of Florida (Homoptera: Coccoidea: Coccidae)*. Florida Department of Agriculture & Consumer Services, 194.
- IGM. (2013). *Geoportal del Instituto Geográfico Nacional*. Retrieved from Atlas Geográfico Nacional: <https://goo.gl/qyleN5>
- INIFAP. (2000). *Principales cultivares mexicanos de nopal tunero*. Mexico: INIFAP.
- Jiménez-Hernández, Y., & et_al. (2007). Hongos asociados al engrosamiento de cladodios de nopal. XII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. 14 al 17 de agosto de 2007 (p. 50). Zacatecas: Instituto Nacional De Investigaciones Forestales y Agropecuarias .
- Larone, D. (1987). *Medically important fungi: a guide to identification* (6a ed. ed.). Elsevier.
- Lozano, P. (2002). *Los tipos de bosque en el sur de Ecuador. Botánica Austroecuatorial: Estudios sobre los recursos vegetales en las provincias de El Oro, Loja y Zamora.*, 29-49.
- Ontivero, M., Martínez, J., González, V., & Echavarría, P. (2008). *Propuesta metodológica de zonificación ambiental en la Sierra de Altomira mediante Sistemas de Información Geográfica*. GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica, 8, 251-280.
- Reveles, M., & et-al. (2010). *El manejo del nopal forrajero en la producción del ganado bovino*. VIII Simposium-Taller Nacional y 1er Internacional" Producción y Aprovechamiento del Nopal, 5, 130-144.
- Rollenbeck, R., & Bendix, J. (2006). *Precipitation dynamics and chemical properties in tropical mountain forests of Ecuador*. Advances in Geosciences, 6, 73-76.

- Rossel, F. (1997). *Influencia de El Niño sobre los regímenes hidrológicos del Ecuador*. In F. Rossel. Ecuador: INSEQ.
- Samaniego, N., & et-al. (2015). *Clima de la Región Sur del Ecuador: historia y tendencias*. In N. Aguirre, & et-al, *Vulnerabilidad al cambio climático en la Región Sur del Ecuador*: Potenciales impactos en los ecosistemas, producción de biomasa y producción hídrica.
- Vargas, A., A., F., & Basaldua, J. (2008). *Dinámica poblacional de las principales plagas del nopal Opuntia sp. en la zona semi árida de Quétaro*. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas, 7, 21-27.