

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**INFESTACIÓN, DAÑOS Y ENEMIGOS NATURALES
DEL "PSÍLIDO DEL ALGARROBO" HETEROPSYLLA
TEXANA CRAWFORD (HEMIPTERA- PSYLLIDAE)
EN EL BOSQUE SECO DE LA COMUNIDAD DE
TONGORRAPE- MOTUPE- LAMBAYEQUE**

Presentado por:

Shirley Deisy Mormontoy del Pino

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO FORESTAL**

Lima - Perú
2015

DEDICATORIA

A mi madre, por su valentía.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a las siguientes personas por haber apoyado la realización de la presente investigación:

A mis padres por su comprensión y apoyo incondicional durante la realización de la tesis.

A mi asesor, el profesor Agustín Martos Tupes, por todo el apoyo y sugerencias que hicieron posible la culminación del trabajo de investigación.

Al profesor Enrique Gonzales Mora, por la oportunidad de ser parte del Programa de Cooperación Belga VLIR-UNALM.

A los biólogos Walter Díaz Burga y Pedro Lozada Robles, del Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal del SENASA- Lima por su apoyo en la identificación de los insectos recuperados durante la investigación.

A la Comunidad Campesina Tongorrape en Motupe – Lambayeque, en especial al señor Manuel Zapata, quien me apoyo en la fase de campo.

RESUMEN

Se evaluaron un total de 20 árboles de “algarrobo” *Prosopis* sp, en el bosque seco de la comunidad campesina Tongorrape distrito de Motupe, región y departamento de Lambayeque, con la finalidad de determinar la intensidad de infestación y severidad de daño del “psílido del algarrobo” *Heteropsylla texana* Crawford, así como también identificar los posibles enemigos naturales del psílido en estudio. Las evaluaciones se efectuaron cada 15 días, haciendo un total de diez fechas de evaluación durante el periodo comprendido entre Marzo y Julio del 2014. La investigación comprendió: fase de campo y fase de laboratorio; en campo se seleccionaron 20 árboles de algarrobo de características de tamaño, edad y densidad de follaje similares, de cada uno de ellos se colectó una muestra comprendida por cinco brotes, en las muestras colectadas y en los árboles se evaluó la intensidad de infestación y severidad de daño respectivamente, elaborando para cada determinación una escala de evaluación de 6 grados, con lo cual se estableció la magnitud del daño y el nivel poblacional del “psílido del algarrobo”. Mientras que en laboratorio se recuperaron los insectos para su posterior identificación en la Unidad de Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal - SENASA. La intensidad de infestación de *Heteropsylla texana* Crawford, varió entre grado 1 y grado 3, lo cual significa que el nivel poblacional del psílido en estudio estuvo entre escasa y moderada, mientras que la severidad de daño fluctuó entre grado 2 y grado 3, lo cual indica que los árboles tuvieron daño de 21 a 50 % del área foliar. Además, se determinó posibles controladores biológicos de la plaga, agrupados en cuatro órdenes: Coleoptera, Hemiptera, Neuroptera, Diptera: siendo las especies *Paraneda pallidula gutticolis*, *Tenuisvalvae bromelicola*, *Pentilia* sp, *Zelus* sp., *Atopozelus* sp., *Sinea* sp., *Tylospilus* sp., *Leucochrysa* sp., *Allograptia* sp. y *Enallodiplosis discordis*.

Palabras claves: *Heteropsylla texana*, *Prosopis* sp. , Infestación, Daños, Enemigos naturales.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. Introducción.....	1
II. Revisión de Literatura.....	3
1. Generalidades.....	3
2. El algarrobo.....	5
3. El “psílido del algarrobo”.....	8
III. Materiales y Métodos.....	15
1. Características de la zona de estudio.....	15
2. Materiales.....	22
2.1. Para la evaluación.....	22
2.2. Para el trabajo de laboratorio.....	22
3. Metodología.....	23
3.1. Intensidad de infestación.....	23
3.2. Severidad de daño.....	23
3.3. Trabajo de campo.....	27
3.4. Trabajo de laboratorio.....	34
IV. Resultados y discusión.....	36
1. Intensidad de infestación.....	36
2. Severidad de daño.....	43
3. Enemigos naturales.....	58
V. Conclusiones.....	73
VI. Recomendaciones.....	74
VII. Referencias bibliográficas.....	75
ANEXOS.....	80

Índice de tablas

	Página
TABLA 1: DATOS METEOROLÓGICOS DE LA ESTACIÓN JAYANCA – DISTRITO DE JAYANCA – LAMBAYEQUE.....	20
TABLA 2: ESCALA DE EVALUACIÓN DE LA INTENSIDAD DE INFESTACIÓN DE <i>HETEROPSYLLA TEXANA</i> CRAWFORD, EN BROTES DE “ALGARROBO” <i>PROSOPIS</i> SP.....	24
TABLA 3: ESCALA DE EVALUACIÓN DE LA SEVERIDAD DE DAÑO DE <i>HETEROPSYLLA TEXANA</i> CRAWFORD, EN ÁRBOLES DE “ALGARROBO” <i>PROSOPIS</i> SP.	25
TABLA 4: FECHAS DE EVALUACIÓN DE LA INTENSIDAD DE INFESTACIÓN Y SEVERIDAD DE DAÑO <i>HETEROPSYLLA TEXANA</i> CRAWFORD, EN ÁRBOLES DE “ALGARROBO” <i>PROSOPIS</i> SP.	29
TABLA 5: VALORES DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL, HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL Y PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL DEL PERIODO EN EL QUE SE ÉSTO FACILITA Y AGILIZA SU CONECTIVIDAD CON CENTROS URBANOS MAYORES, CONTRIBUYENDO CON EL DESARROLLO DE LA COMUNIDAD. REALIZÓ EN ESTUDIO	35
TABLA 6: INTENSIDAD DE INFESTACIÓN DE <i>HETEROPSYLLA TEXANA</i> CRAWFORD, EN BROTES DE “ALGARROBO” <i>PROSOPIS</i> SP. EN TONGORRAPE- MOTUPE- LAMBAYEQUE, 2014	38
TABLA 7: SEVERIDAD DE DAÑO EN GRADOS DE <i>HETEROPSYLLA TEXANA</i> CRAWFORD, EN ÁRBOLES DE “ALGARROBO” <i>PROSOPIS</i> SP. EN TONGORRAPE- MOTUPE-LAMBAYEQUE, 2014.....	44
TABLA 8: POSIBLES ENEMIGOS NATURALES COLECTADOS EN EL FOLLAJE DE “ALGARROBO” <i>PROSOPIS</i> SP. EN TONGORRAPE- MOTUPE- LAMBAYEQUE,2014.....	60

Índice de figuras

	Página
FIGURA 1: ESTADO ADULTO DE <i>HETEROPSYLLA TEXANA</i> CRAWFORD RECUPERADO EN EL BOSQUE “CAÑONCILLO” LA LIBERTAD	10
FIGURA 2: INFESTACIONES INICIALES DE <i>HETEROPSYLLA TEXANA</i> CRAWFORD EN BROTES DE “ALGARROBO” <i>PROSOPIS</i> SP. EN LIMA, 2014	11
FIGURA 3: MAPA DEL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, PROVINCIA LAMBAYEQUE, DISTRITO MOTUPE, COMUNIDAD CAMPESINA TONGORRAPE.....	16
FIGURA 4: ZONA DE ESTUDIO – BOSQUE SECO DE LA COMUNIDAD CAMPESINA TONGORRAPE- MOTUPE- LAMBAYEQUE, 2014	17
FIGURA 5: ESTADO ADULTO DE <i>HETEROPSYLLA TEXANA</i> CRAWFORD	18
FIGURA 6: <i>HETEROPSYLLA TEXANA</i> CRAWFORD – GENITALIA MACHO.....	18
FIGURA 7: ESCALA DE EVALUACIÓN DE LA SEVERIDAD DE DAÑO DE <i>HETEROPSYLLA TEXANA</i> CRAWFORD EN BROTES DE “ALGARROBO” <i>PROSOPIS</i> SP. EN TONGORRAPE – MOTUPE – LAMBAYEQUE, 2014	26
FIGURA 8: MAPA DE UBICACIÓN DE LOS ÁRBOLES EVALUADOS EN TONGORRAPE–MOTUPE– LAMBAYEQUE, 2014	28
FIGURA 9: ÁRBOL DE “ALGARROBO” <i>PROSOPIS</i> SP. MATERIA DE EVALUACIÓN CODIFICADA EN TONGORRAPE- MOTUPE – LAMBAYEQUE, 2014	31
FIGURA 10: COLECTA DE BROTES DE “ALGARROBO” <i>PROSOPIS</i> SP. EN TONGORRAPE – MOTUPE – LAMBAYEQUE, 2014.....	32
FIGURA 11: ACONDICIONAMIENTO DE LA MUESTRA EN TONGORRAPE- MOTUPE- LAMBAYEQUE, 2014	33
FIGURA 12: INTENSIDAD DE INFESTACIÓN DE <i>HETEROPSYLLA TEXANA</i> CRAWFORD EN BROTES DE ALGARROBO <i>PROSOPIS</i> SP. EN TONGORRAPE – MOTUPE- LAMBAYEQUE, 2014.....	39
FIGURA 13: TENDENCIA DE LA INTENSIDAD DE INFESTACIÓN DE <i>HETEROPSYLLA TEXANA</i> CRAWFORD EN BROTES DE “ALGARROBO” <i>PROSOPIS</i> SP. EN TONGORRAPE- MOTUPE-LAMBAYEQUE, 2014	40
FIGURA 14: SEVERIDAD DE DAÑO DE <i>HETEROPSYLLA TEXANA</i> CRAWFORD, EN BROTES DE “ALGARROBO” <i>PROSOPIS</i> SP. EN TONGORRAPE-MOTUPE-LAMBAYEQUE, 2014.....	45
FIGURA 15: TENDENCIA DE SEVERIDAD DE DAÑO DE <i>HETEROPSYLLA TEXANA</i> CRAWFORD, EN BROTES DE “ALGARROBO” <i>PROSOPIS</i> SP. EN TONGORRAPE- MOTUPE-LAMBAYEQUE, 2014.....	46
FIGURA 16: ÁRBOL DE “ALGARROBO” <i>PROSOPIS</i> SP. CON SEVERIDAD DE DAÑO GRADO 2 EN TONGORRAPE- MOTUPE- LAMBAYEQUE, 2014.....	47
FIGURA 17: ÁRBOL DE “ALGARROBO” <i>PROSOPIS</i> SP. CON SEVERIDAD DE DAÑO EN GRADO 3 EN TONGORRAPE MOTUPE- LAMBAYEQUE, 2014.....	48
FIGURA 18: BROTES DE “ALGARROBO” <i>PROSOPIS</i> SP. CON SEVERIDAD DE DAÑO EN GRADO 4 EN TONGORRAPE- MOTUPE- LAMBAYEQUE, 2014.....	50
FIGURA 19: BROTES DE “ALGARROBO” <i>PROSOPIS</i> SP CON SEVERIDAD DE DAÑO EN GRADO 5 EN TONGORRAPE- MOTUPE- LAMBAYEQUE, 2014.....	51
FIGURA 20: BROTES DE “ALGARROBO” <i>PROSOPIS</i> SP. CON DAÑOS OCASIONADOS POR <i>HETEROPSYLLA TEXANA</i> CRAWFORD Y CON PRESENCIA DE FUMAGINA EN TONGORRAPE- MOTUPE-LAMBAYEQUE, 2014.....	52
FIGURA 21: DAÑOS OCASIONADOS POR <i>HETEROPSYLLA TEXANA</i> CRAWFORD EN BROTES DE “ALGARROBO” <i>PROSOPIS</i> SP. EN TONGORRAPE- MOTUPE-LAMBAYEQUE, 2014.....	53
FIGURA 22: BROTE DE “ALGARROBO” <i>PROSOPIS</i> SP. CON DAÑOS POR <i>HETEROPSYLLA TEXANA</i> CRAWFORD, CON CLOROSIS Y AUSENCIA DE FOLIOLOS EN TONGORRAPE- MOTUPE-LAMBAYEQUE, 2014	54
FIGURA 23: BROTE DE “ALGARROBO” <i>PROSOPIS</i> SP. CON DAÑOS POR <i>HETEROPSYLLA TEXANA</i> CRAWFORD, CON MUERTE TEMPRANA Y GENERALIZADA EN TONGORRAPE- MOTUPE-LAMBAYEQUE, 2014	55
FIGURA 24: PARTE DEL FOLLAJE DE UN ÁRBOL DE “ALGARROBO” <i>PROSOPIS</i> SP. CON DAÑOS DE <i>HETEROPSYLLA TEXANA</i> CRAWFORD, CON CÚMULOS DE HOJAS SECAS EN TONGORRAPE- MOTUPE-LAMBAYEQUE, 2014.....	56
FIGURA 25: SEVERIDAD DE DAÑO E INTENSIDAD DE INFESTACIÓN DE <i>HETEROPSYLLA TEXANA</i> CRAWFORD EN ÁRBOLES DE “ALGARROBO” <i>PROSOPIS</i> SP. EN TONGORRAPE- MOTUPE-LAMBAYEQUE, 2014	57
FIGURA 26: ESTADO ADULTO DE <i>PARANEDA PALLIDULA GUTTICOLLIS</i> (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE).....	62
FIGURA 27: ESTADO ADULTO DE <i>TENUISVALVAE BROMELICOLA</i> (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE)	63
FIGURA 28: ESTADO ADULTO DE <i>PENTILIA</i> SP. (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE).....	64
FIGURA 29: ESTADO ADULTO DE <i>ZELUS</i> SP. (HEMIPTERA: REDUVIIDAE).....	65
FIGURA 30: ESTADO ADULTO DE <i>SINEA</i> SP. (HEMIPTERA: REDUVIIDAE).....	66

FIGURA 31:	ESTADO ADULTO DE <i>ATOPOZELUS</i> SP. (HEMIPTERA: REDUVIIDAE)	67
FIGURA 32:	ESTADO ADULTO DE <i>TYLOSPILUS</i> SP. (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)	68
FIGURA 33:	ESTADO ADULTO DE <i>LEUCOCHRYSA</i> SP. (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE)	69
FIGURA 34:	ESTADO ADULTO DE <i>ALLOGRAPTA</i> SP. (DIPTERA: SYRPHIDAE)	70
FIGURA 35:	ESTADO ADULTO DE <i>ENALLODIPLOSIS DISCORDIS</i> (DIPTERA: CECIDOMYIIDAE)	71

Índice de anexos

	Página
ANEXO 1 INTENSIDAD DE INFESTACIÓN EN GRADOS, DE <i>HETEROPSYLLA TEXANA</i> CRAWFORD, EN BROTES DE “ALGARROBO” <i>PROSOPIS</i> SP. EN TONGORRAPE- MOTUPE-LAMBAYEQUE-2014	80
ANEXO 2 SEVERIDAD DE DAÑO EN GRADOS, DE <i>HETEROPSYLLA TEXANA</i> CRAWFORD, EN BROTES DE “ALGARROBO” <i>PROSOPIS</i> SP. EN TONGORRAPE- MOTUPE-LAMBAYEQUE-2014	81

I. INTRODUCCIÓN

El género *Prosopis* es el mejor exponente del Bosque Seco de la costa norte del Perú, siendo muy apreciado por sus diversos usos, entre los que destacan: las hojas, flores, frutos, semillas, madera, entre otros (Díaz, 1995). En Lambayeque, *Prosopis pallida* es la especie predominante, constituyéndose en la de mayor importancia por los múltiples beneficios, directos e indirectos (INRENA- PROYECTO ALGARROBO, 2003).

La entomofauna asociada al algarrobo "*Prosopis pallida*" es muy variada, se encuentra insectos que ocasionan daños en el follaje, flores, frutos y semillas (Bravo, 2003). Núñez (1993) da a conocer la amplia gama de insectos del algarrobo en su estudio comprendido entre los años 1991 y 1993, donde recuperó y colectó 176 especies en los bosques de Ica y Piura; en ésta investigación reportó *Heteropsylla texana* Crawford, especie sobre la cual no hizo mayores comentarios.

Es interesante indicar que la especie *Heteropsylla texana* Crawford, ha sido descrita por Tuthill (1959) en base a material biológico colectado en *Prosopis chilensis* en varias localidades de los valles de Mala, Huarney y Rímac; y según Bravo (2003) también se registró en *Prosopis pallida*, como uno de los principales insectos fitófagos que frecuentan el follaje del algarrobo en Lambayeque. Por otro lado autores como Tuthill (1959) y Triplehorn, C & Johnson, N (2005) indican que los psílicos son muy específicos en sus hospederos, por ello se considera que *Heteropsylla texana* Crawford tiene asociaciones con plantas del género *Prosopis* y por lo general se encuentran en brotes o partes tiernas de las ramas.

Los daños ocasionados se manifiestan por el encrespamiento en las ramas terminales y brotes tiernos (Bravo, 2003). Según Klein y Campos (1978), este psílico es un serio problema para el algarrobo por la defoliación de las ramas y además por la abundante secreción de una sustancia azucarada que reduce el área foliar de asimilación. Bravo (2003) señala que una defoliación intensa puede ocasionar disminución en la producción de algarroba y disponibilidad del forraje, afecta también las posibilidades de desarrollo como fuente de explotación apícola- forestal para la población asentada en los bosques.

Por ser el algarrobo una especie forestal de gran importancia ecológica y económica; y por encontrarse fuertemente amenazada por el psílido *Heteropsylla texana* Crawford, se planteó la siguiente investigación con el objetivo de evaluar la intensidad de infestación, severidad de daño y los enemigos naturales de *Heteropsylla texana* Crawford, a fin de contribuir con programas y estrategias de control de plagas en los Bosques Secos de la Costa Norte.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1. GENERALIDADES

Delgado y Couturier (2004), definen a los insectos plagas como aquellos insectos que causan daño al hombre, o a los animales y plantas, manifiestan que los insectos fitófagos afectan la actividad agrícola disminuyendo los niveles de producción, desvalorizando la calidad del producto e incrementando los costos de producción. Refieren que el insecto plaga puede dañar parcial o totalmente órganos afectando la actividad fotosintética, retrasando el crecimiento y debilitando a la planta. Por su parte Coulson y Witter (1990) indican que los insectos fitófagos pueden afectar al árbol hospedante de la siguiente manera: matándolo directamente, impidiendo o haciendo más lento su crecimiento, destruyendo ciertas partes de la planta como yemas y brotes, inoculando algún patógeno y debilitándolo fisiológicamente.

Cisneros (1995) indica que cualquier población de insectos fitófagos, está influenciada por factores físicos, químicos y biológicos, entre los que destaca: el clima, el agua, el viento, la insolación, el fotoperiodismo, el suelo, las plantas, otras plagas, los enemigos naturales y las alteraciones que producen las prácticas culturales. Menciona que muchas especies de plaga están adaptadas a condiciones ambientales físicas bien definidas, en ausencia de las cuales no se presentan o son muy raras; las condiciones climáticas determinan la distribución geográfica del insecto y sus posibilidades de alcanzar altas o bajas densidades.

Según Gallo (2002) la temperatura influye tanto de manera directa como indirecta sobre los insectos; en el primer caso en el desarrollo y su comportamiento; de forma indirecta en la alimentación. Coscolla (1980) indica que valores extremos de temperatura pueden actuar de forma desfavorable y los valores normales pueden ser un factor básico para la regulación de las poblaciones de plagas, el mismo autor señala a la humedad relativa es un factor menos importante, sin embargo junto a la temperatura influyen en la biología del insecto.

Otro factor climático que influye son las lluvias, su ausencia favorece las infestaciones en algunos hospederos. Su presencia puede actuar realizando un lavado de las plantas, arrastrando a los insectos plaga al suelo o bien inhibiendo el vuelo o impidiendo la

ovoposición. El agua lava la melaza y la cera producida por algunos insectos favoreciendo la acción de sus enemigos naturales (Coscolla ,1980; Cisneros, 1995).

Con respecto a la luz Gallo (2002), la considera como un factor limitante y un regulador de actividades; ya que su falta o exceso pueden ser mortal para los insectos plaga; puede ser favorable o desfavorable en cualquier rango, pues existen insectos que se desarrollan en la oscuridad y otros en la presencia de luz. El fotoperiodo y la longitud de onda, son también dos aspectos básicos de la luz relacionados con los insectos.

El viento, uno de los componentes más importantes, puede modificar factores como la temperatura y la precipitación, importante porque puede transportar el calor y la humedad, siendo responsable de los cambios que se procesan en el tiempo atmosférico, como lluvias, nubes y nieve (Gallo, 2002). Como aspecto negativo puede dificultar el vuelo de algunos insectos, sin embargo, puede actuar como factor de diseminación importante para ciertos parásitos de tamaño pequeño Coscolla (1980).

Por otro lado, Martín (1997) afirma que el clima derivado del fenómeno El Niño favorece a las especies fitófagas, lo cual no sucede con la fauna benéfica debido a que los insectos plaga tienen mayor capacidad y velocidad de adaptación a las anomalías climáticas; al producirse de repente un clima sumamente favorable, con el aumento y persistencia de temperatura uniforme, las especies plagas reducen su ciclo de vida y siguen procreándose sin un tope climático de las bajas temperaturas de invierno que limiten su desarrollo y número. Por su parte, Beingolea (1985) afirma que los insectos son sensibles a cambios de temperatura, insolación y regímenes de lluvia respondiendo con cambios numéricos de enorme magnitud, pudiendo para algunos insectos plaga, resultar perjudicial el exceso de lluvia y el aumento de la insolación, provocando un desbalance en el equilibrio biológico.

Con respecto a los factores biológicos, Cisneros (1995) destaca la planta hospedera, los enemigos naturales y en menor grado la presencia de otras plagas, mencionando que existe un grado de susceptibilidad o resistencia de la planta a la plaga, lo cual está determinado por la presencia de sustancias como glucósidos, alcaloides y aceites esenciales, que no parecen tener efectos nutritivos, pero pueden actuar como sustancias estimulantes olfatorias y gustativas en forma positiva o negativa para los insectos. Por su parte Gallo (2002) indica que el alimento es un factor biológico importante, que influye directamente sobre la distribución y la abundancia de los insectos, afectando además los procesos biológicos,

morfológicos y de comportamiento. Para Cisneros (1995), las características de la planta hospedera, como el estado nutritivo y fisiológico, dependen de las condiciones del suelo y la disponibilidad de agua; ambos son importantes, ya que, si las plantas pasan una etapa de “stress”, son fácilmente atacadas por plagas. Respecto a los enemigos naturales el mismo autor afirma que puede ser factor limitante del desarrollo de algunas plagas; sin embargo estos son influenciados por las condiciones climáticas y microclimáticas del ambiente.

Pérez (1999) afirma que la especialización en insectos fitófagos se debe a factores tales como el tamaño corporal, la disponibilidad del recurso en un área, y características fenológicas y químicas de la planta, siendo un aspecto la planta hospedera y el otro la parte de la planta, esto último es hasta cierto punto debido a factores nutricionales.

2. EL ALGARROBO

Prosopis pallida (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.B.K., conocido comúnmente como algarrobo, es una especie originaria de las zonas costeras áridas de Perú, Colombia y Ecuador (Dostert et al, 2012). En Perú, constituye la especie más abundante en los ecosistemas de los bosques secos de Tumbes, Piura y Lambayeque (Beltrán, 2013).

Díaz (1995) lo describe como un árbol de fuste retorcido que puede alcanzar hasta 18 m de altura y que requiere una temperatura media entre 20.5 °C a 29°C, sin embargo tolera más de 45°C en verano. Acerca de la precipitación Dostert et al (2012), afirman que su rango de precipitación anual es de 300 a 600 mm, ubicándose de preferencia en lugares con acceso permanente a aguas subterráneas. El mismo autor señala que *Prosopis pallida* posee un espectro ecológico muy amplio y está adaptado a una alta diversidad de suelos y hábitats, no obstante, la profundidad del suelo juega un papel importante, ya que, una baja profundidad o presencia superficial de la roca madre pueden limitar el crecimiento de las plantas; un efecto similar se observa bajo condiciones de anegamiento. Díaz (1995) afirma que tiene la capacidad para vivir en el desierto debido a su habilidad para captar nitrógeno y agua por sus largas raíces, que pueden llegar a medir hasta 50 m de profundidad, lo cual le sirve para absorber el agua de la napa freática.

En referencia a la fenología Ferreyra (1897), afirma que el estado de floración inicia en los meses de noviembre y diciembre, pudiendo continuar hasta febrero del año siguiente, algunas veces se presentan floraciones en junio denominadas “sanjuanera”. El mismo autor afirma que este evento puede ser variable en los árboles de un mismo sector y entre sectores,

manifiesta que este proceso fisiológico está íntimamente relacionado a la genética de la especie y muchas veces es influenciado por factores externos como el clima y agentes bióticos. Alarcón (2003), indica que la fructificación puede iniciarse en diciembre y continuar los tres primeros meses del año; mientras que sobre los rebrotes Díaz (1995) señala que en las especies del bosque seco son rítmicos y pueden ser anuales, bianuales o irregulares en condiciones de clima más o menos normales; las hojas nuevas o rebrotes aparecen generalmente posterior a la ocurrencia de lluvias estacionales o del Fenómeno El Niño, así como condiciones de alta humedad. Ferreyra (1987), reporta que la especie algarrobo pierde parcialmente su follaje en forma natural como respuesta a los periodos secos, sin embargo la pérdida total de hojas se producen en periodos anormales de sequía intensa, así mismo puede perder parcial o totalmente su follaje como consecuencia de enfermedades o a la presencia de plagas entomológicas que atacan a la especie severamente (Alarcón, 2003).

Por lo general la fenología de las especies vegetales está sujeto a factores internos como: tipo y distribución de la raíz, absorción de sustancias nutritivas, hormonas; así como la influencia de factores externos como: clima, fisiografía, suelo, nivel de la napa freática, entre otros. Daniel (1982), reconoce a la temperatura, disponibilidad de agua y horas de sol, como los factores más importantes y que inciden directamente en el desarrollo de las especies vegetal.

El algarrobo es muy importante por su aporte a la economía de las poblaciones asentadas en los bosques secos del norte, varios autores señalan una amplia variedad de usos, entre los que destacan su uso para construcción de edificaciones, como combustible en forma de leña para uso doméstico e industrial, también es usado para la elaboración de carbón, como forraje para alimentación del ganado de la zona, las flores son importantes para los apicultores, de igual forma los frutos, de los cuales se obtiene una jalea denominada algarrobina, entre otros.

Con respecto a los insectos que pueden ser encontrados en árboles de algarrobo Núñez (1993) en su investigación en la costa norte y costa central identificó 176 insectos, entre plagas del follaje, de los frutos o del tallo, también controladores biológicos; entre las familias que identifico se encuentran: Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Diptera, Hemiptera, Homoptera, Neuroptera, Araneida, Acari, Thysanoptera, Pseudoscorpionida y Orthoptera.

Según Díaz (1995) en lo respecta a las plagas del follaje de *Prosopis*, se tiene a las larvas de lepidóptero, “gusano pegador de hojas” perteneciente a la familia Tineidae, “gusanos medidores” de la familia Geometridae, también el “gusano defoliador” los que en sus primeros estadios larvarios afectan casi la totalidad del follaje de las plántulas. También se tiene a *Tetranychus* sp quien daña los brotes de algarrobo, además de *Bemisia* sp., *Icerya purchasi*. En Chile, CONAF (1997) registran *Contarinia* sp., cecidomyiido que se ubica generalmente en los foliolos del algarrobo, producto de sus ataques se producen defoliaciones, por otro lado, menciona que *Heteropsylla texana* Crawford es muy voraz en *Prosopis chilensis*, el cual presenta síntomas de agallas en ramas, defoliación y marchitamiento de los ápices de crecimiento, abundante secreción de una mielecilla que reduce la superficie de asimilación. Martos (2015) ha observado una especie de psílido que se trataría de *Heteropsylla texana* Crawford en brotes de algarrobo en bosques de la provincia Virú y el distrito de Moche (La Libertad), también en Lima. Llontop et al (2014), en su investigación en las regiones de la Libertad, Lambayeque y Piura durante los años 2012-2014, identificaron a *Enallodiplosis discordis* Gagné, 1994, como la plaga insectil más importante que afecta los bosques de algarrobo, reportando severos daños de entre 30 a 80% del área de la copa y defoliación intensa, sin embargo Gagné (1994) describe a *Enallodiplosis discordis*, con especímenes colectados en hojas y frutos de *Prosopis tamarugo* en Chile, como especie predatora, siendo las larvas las que actúan como tal.

Entre la fauna benéfica presente en algarrobo de bosque seco en Lambayeque Bravo (2003), destaca a los siguientes predadores: Chrysopidae; de la familia Coccinellidae señala a *Paraneda gutticolis* (Mulsant); entre los hemipteros destaca a *Zelus nugax*, *Zelus spp*, *odisus spp* (Pentatomidae); y entre las moscas Syrphidae la especie *Allograpta* sp y *Mesograpta* sp; como parasitoides reconoce a *Brachymeria* sp. de la familia Chalcididae.

3. EL “PSÍLIDO DEL ALGARROBO”

Heteropsylla texana Crawford, el “psílido del algarrobo” es un insecto Hemiptero de la familia Psyllidae, reportado en los años 1958 y 1959, en base a especímenes colectados en varias localidades de los valles de Mala, Huarmey, Rímac y en Puerto Pizarro; sobre “algarrobo” *Prosopis chilensis* (Tuthill, 1959).

Heteropsylla está incluido dentro de los psílicos neotropicales de la subfamilia Ciriacreminae que se alimentan de la familia de las leguminosas. El género *Heteropsylla* está compuesto por 39 especies, las cuales generalmente son encontradas en leguminosas de la subfamilia Mimosoideae, presentando tres excepciones que ocurren en la subfamilia Caesalpinioideae, cubren una distribución que va desde el sur de Estados Unidos, América Central y el Caribe hasta el norte de Sudamérica (Muddiman et al, 1992).

Triplehorn&Johnson (2005), describen a los psílicos como insectos pequeños de 2 a 5 mm de largo, semejantes a cigarras diminutas con fuertes patas de salto. Sobre los adultos Hollis (1987), menciona que son más activos que las ninfas y ambos se alimentan de savia que chupan de una gran variedad de leguminosas leñosas.

Sobre su ecología según Tuthill (1959), el factor predominante, es la planta hospedera, pues los psílicos son muy específicos en cuanto a su alimentación. Muddiman et al (1992), señalan que las especies del género *Heteropsylla* normalmente se limitan a una estrecha gama de plantas hospederas de la subfamilia Mimosoideae donde las ninfas se alimentan de los brotes en crecimiento. Por otro lado Hodkinson (1974) indica que se limitan a plantas dicotiledóneas perennes y su mecanismo de selección es probablemente la quimio-gustativa, Hodkinson (2009) indica que los psílicos se han adaptado con el tiempo, para aprovechar una gama de plantas hospederas diversificado su fisonomía, su fisiología y su fenología así como se adaptaron a diversas condiciones ambientales dentro de diferentes zonas climáticas importantes, el mismo autor señala que el ciclo de vida y la tasa de desarrollo de estos insectos está a menudo altamente sincronizados con la fenología y el estado nutritivo de la planta hospedante, señala que bajo condiciones favorables de temperatura y humedad los ciclos de vida tienden a ser continuos con múltiples generaciones por año, menciona además que los estadios inmaduros desarrollan adaptaciones morfológicas y de comportamiento para resistir la desecación. Geiger y Gutierrez (2000) observaron en *Heteropsylla cubana* la relación que hay entre la abundancia del psílido y la temperatura, afirman que cuando las temperaturas máximas superan los 36 ° C, la abundancia del psílido disminuye

drásticamente, la mortalidad aumenta y el tamaño del cuerpo disminuye; Hodkinson (2009) por su parte, dice que las altas temperaturas y la humedad baja influyen fuertemente en la finalización del ciclo de vida en varias especies de psílicos, con ésta combinación de factores se da lugar a la fecundidad reducida, aumento de la mortalidad y tasas más lentas de desarrollo.

Donnelly (2001) indica que el desarrollo biológico de *Heteropsylla texana* Crawford toma de 7 a 8 días de ninfa a adulto, pasando la ninfa por 5 estadios, habiéndose cumplido el ciclo biológico de huevo a adulto en 13 a 17 días con una capacidad de ovoposición de 100 huevos por hembra. Para el caso de *Heteropsylla cubana* Crawford, Pineda y Venegas (2006) afirman que bajo condiciones de invernadero y temperatura media de 29°C el ciclo de vida duró entre 14 y 17 días, mientras que bajo una temperatura media de 16°C el ciclo de vida duró entre 23 y 30 días, ovipositando las hembras preferentemente en brotes jóvenes, sin embargo en algunas ocasiones lo hacen en las demás hojas.

White (1969) observó en Australia , que el estrés fisiológico causado por el déficit de agua puede ser beneficioso para poblaciones posteriores de psílicos, hecho que aumenta la cantidad de alimento nitrogenado que queda a disposición de los psílicos, aumentando en gran medida sus posibilidades de sobrevivir y reproducirse muy jóvenes. Hodkinson (2009) afirma que los psílicos producen melaza cuando su alimentación es baja en nitrógeno.

Tuthill (1959), reportó psílicos en Perú principalmente en ramas jóvenes de plantas leñosas y en plantas arbustivas de las regiones más secas de los valles serranos y de la costa, encontró un nivel poblacional considerable. Núñez (1993) colectó individuos de *Heteropsylla texana* Crawford en *Prosopis* sp en los bosques de Piura. En Chile Barros y Wrann (1991) reconocen a *Heteropsylla texana* Crawford como uno de los insectos dañinos más importante en *Prosopis* sp, Martos (2014) recuperó especímenes de *Heteropsylla texana* Crawford en el bosque “Cañoncillo” en La Libertad (Figura 1) y Lima (Figuras 2), Thomas (2011) reporto adultos de *Heteropsylla texana* Crawford en huertos de cítricos al sur de Texas. Mientras que Almeyda et al (2008) reportan *Heteropsylla texana* Crawford en cultivos de papa en la región noreste de México.



Figura 1: Estado adulto de *Heteropsylla texana* Crawford recuperado en el Bosque “Cañoncillo” La Libertad

FUENTE: Martos (2014)



Figura 2: Infestaciones iniciales de *Heteropsylla texana* Crawford en brotes de “algarrobo” *Prosopis* sp. en Lima, 2014

FUENTE: Elaboración propia

Respecto a los daños ocasionados por los psílidos, Hodkinson (1974), citado por Donnelly (2001), menciona que generalmente es la causa de la alimentación de las ninfas, siendo los adultos menos exigentes en sus hábitos alimenticios, alimentándose muchas veces éstos de una amplia gama de plantas hospederas para el desarrollo de las ninfas. Bravo (2003) afirma que las ninfas se incrustan entre los folíolos y están en permanente actividad alimenticia, buscando siempre las zonas apicales verdes. Schultze (1994) destaca también el daño ocasionado por las ninfas, indicando que succionan la savia de las hojas jóvenes de la leguminosa *Leucaena leucocephala* (Lam), pudiendo causar el marchitamiento, defoliación completa y muerte de la planta. Por otro lado CONAF (1997) indica que *Heteropsylla texana* Crawford, causa daños considerables en todas sus etapas de desarrollo, ubicándose en los brotes nuevos, folíolos, inflorescencias y frutos tiernos de *Prosopis pallida*.

Hodkinson (1974) citado por Donnelly (2001), señala también que al alimentarse del floema causan distorsión y necrosis en los tejidos de la planta huésped, lo cual es atribuible a la inyección de saliva, además puede llegar a causar anomalías en el crecimiento. Bravo (2003) señala que los daños se manifiestan por el encrespamiento de las ramas terminales y brotes tiernos, donde se conglomeran en pequeñas poblaciones, el mismo autor señala la excreción de sustancias azucaradas en la cual se desarrolla el hongo negro de la “fumagina”, Tuthill (1959), afirma que en Sudamérica la familia Psyllidae consta de especies que causan agallas y muchas veces causan algunas deformaciones, por su parte CONAF (1997) indica que ataques en años sucesivos producen agallas y deformaciones en las ramillas; habiéndose reportado agallas en la leguminosa del género *Lonchocarpus* sp. Hollis (1987).

Otros autores señalan que las especies de psílidos se alimentan de la savia de los brotes tiernos de las plantas y de las hojas recién formadas, lo que conlleva a la disminución de fotosíntesis, del rendimiento y la calidad de los frutos, mencionando también que pueden causar daños económicos al ser vectores de enfermedades que causan pigmentaciones en el follaje, decoloración en el fruto, reducción en su tamaño y/o su caída prematura, disminuyendo, con esto la producción (Pineda y Venegas, 2006).

Por otro lado Ahmed et al (2014) menciona que los árboles de *Leucaena leucocephala* (Lam) son vulnerables a la infestación del psílido *Heteropsylla cubana* Crawford, sobre todo en la etapa de producción de nuevos brotes. De igual modo Geiger y Gutierrez (2000) afirman que desde de la década de 1980 el árbol ha sufrido grandes daños por psílido

mencionado. Schultze (1994), afirma que el daño económico es significativo en el sureste asiático, debido a la importancia del árbol, destacando entre sus usos la sombra para el cacao y café, forraje, reforestación, carbón, leña, abono verde y madera. El mismo autor, en sus experiencias en Colombia afirma que las infestaciones ocurren en forma cíclica tanto en época seca como en época de lluvias, observándose en época seca daños en plantas que se encuentran bajo estrés de sequía, en contraste, las plantas que reciben riego permanecen sanas, siendo los daños más severos especialmente cuando la infestación coincide con otros factores como son la defoliación causada por los animales o la cosecha mecánica, causando en algunas plantas la muerte. De Queiroz (2008) indica que la población del psílido de *Leucaena*, varía mucho de un lugar a otro y depende de una interacción compleja, de los estadios fenológicos de la planta y el clima, principalmente la humedad y la mortalidad de los psílicos. Villacarlos et al (1988) observaron en Filipinas que las poblaciones y los daños son mayores en la estación seca. Mientras que estudios realizados en Hawaii por Wheeler (1988) citado por De Queiroz (2008), demostraron una correlación negativa entre la población de los psílicos y la lluvia.

Ahmed (2014) afirma que los agentes de control biológico, como depredadores, parasitoides y entomopatógenos son capaces de regular poblaciones de insectos plaga, ya que se alimentan de una o más etapas de su ciclo de vida, mientras que su ausencia puede significar grandes daños a la planta hospedera.

Hodkinson (1974) registra dípteros de la familia Cecidomyiidae y una amplia gama de los himenopteros que actúan como parasitoides, menciona que éstos son casi exclusivos del psílido, aunque hay poca evidencia de especificidad parásito-hospedador. Otros principales predadores son Antocoridos, Sirfidos, Coccinelidos y larvas Neuroptera. Por otro lado respecto a los cecidomidos, Gagné (2010) manifiesta que es una familia conocida por ser los responsables de las agallas en las plantas, además algunas especies son consideradas plagas muy destructivas, así como también existen especies depredadores de áfidos, cochinillas y ácaros, el mismo autor señala que las larvas muestran una gran diversidad de hábitos de alimentación, entre ellos hongos, plantas y una variedad de artrópodos.

Shivankar y Rao (2010) identificaron a *Curinus coeruleus* y *Olla v-nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae), los parasitoides, *Psyllaephagus yaseeni* (Himenoptera: Encyrtidae) y *Tamarixia leucaenae* (Himenoptera: Eupelmidae) como agentes de control biológico del psílido que ataca árboles de *Leucaena*.

Por otro lado Nakahara y Funasaki (1986) colectaron enemigos naturales del género *Heteropsylla* en Trinidad y Tobago, registrando dos especies de parasitoides (*Tetrastichus triozae* y *Psyllaephagus* sp. nr. *rotundiformis*) y un predador (*Cycloneda conjugata*). En estudios de campo efectuados en Hawaii observaron una amplia variedad de artrópodos que atacan a *Heteropsylla cubana* Crawford, entre los que destacan: *Paratriphleps laevisculus*, *Rhinacloa forticornis* y *Zelus renardii*, *Coelophora pupillata* y *Olla abdominalis*, este último junto con *Curinus coeruleus* fueron considerados como los enemigos naturales más efectivos para controlar la plaga en Hawaii.

Geiger y Gutierrez (2000) afirman que hongos entomopatógenos pueden causar reducciones significativas en las poblaciones de *Heteropsylla Cubana* Crawford, registraron el 91% de mortalidad con *Entomophthora* sp. y *Entomophaga* sp. Por su parte Ahmad (1993) en trabajos efectuados en Asia menciona que existen hongos entomopatógenos en ninfas del psílido *Heteropsylla cubana* Crawford. El efecto del hongo *Hirsutella citrififormis* causó la momificación de los psílicos, adhiriéndolos con micelios sobre las hojas y ramas de *Leucaena leucocephala*. El efecto más notable se dio sobre los adultos (20%), más que sobre las ninfas (2%)

En Perú Tuthill (1959) identifico *Chrysopa* spp. y Coccinellidae, ambos se alimentan de ninfas y adultos, señala que estos predadores son muy importantes en la bionómica de los psílicos.

Donnelly (2001) introdujo *Heteropsylla texana* Crawford en Australia, para realizar ensayos de desarrollo y multiplicación del insecto en plantas de *Prosopis* spp. y otras; demostrando que éste fitófago se desarrolla bien y se multiplica en forma continua solo en plantas del género *Prosopis*, resultando ser por lo tanto una especie específica a *Prosopis* spp., pudiendo ser empleado en el país mencionado como control biológico del género mencionado, considerado como una maleza no deseable. Por su parte Muddiman et al (1992) señalan que algunas especies de *Heteropsylla* son o tienen el potencial de convertirse en agentes de control biológico eficaz de leguminosas exóticas que actúan como maleza.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación sobre infestación y daños de *Heteropsylla texana* Crawford (Hemiptera - Psyllidae), se llevó a cabo en el bosque seco pertenecientes a la comunidad campesina Tongorrape (Figura 3), ubicado a 20 minutos del distrito de Motupe, provincia de Lambayeque y departamento del mismo nombre, cuya especie predominante es el “algarrobo” (Figura 4). El psílido en mención (Figuras 5 y 6) fue identificado por el Biólogo Walter Díaz, jefe del Museo de Entomología del Servicio Nacional de Sanidad Agraria – La Molina- Lima.

El trabajo tuvo dos fases que se desarrollaron simultáneamente en el periodo de Marzo a Julio del 2014. La fase de campo consistió básicamente en la toma de muestras conformadas de brotes de algarrobo y su respectivo acondicionamiento para ser llevado al laboratorio de Ecología de Insectos de la Universidad Agraria la Molina, mientras que en la fase de laboratorio se colectaron los insectos recuperados de las muestras antes referidas, para su posterior identificación.

1. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

La comunidad campesina Tongorrape se ubica al extremo norte de la provincia de Lambayeque a la margen derecha del río Olós, en el departamento de Lambayeque. Se sitúa entre los 5°24'41” y los 6°00'26” de latitud sur con relación a la ecuatorial y entre los 79°28'03” y los 80°37'43” de longitud oeste del meridiano de Greenwich (Rosero, 2011).

Es importante señalar que la comunidad se encuentra comprendida por tres sectores (I, II y III), cada uno de los ellos conformado por caseríos; la investigación se realizó en el sector I, el cual comprende 5 caseríos, Santa Rosa, Sandoval, Santa Elmira, Chanduvi y La Capilla, siendo este último el lugar donde se seleccionaron los árboles materia de evaluación. La mayoría de las viviendas se encuentran al ingreso de la comunidad, al lado derecho de la panamericana norte, existen vías de acceso que facilitan el desplazamiento tanto entre caseríos así como también para llegar al bosque seco de la comunidad.

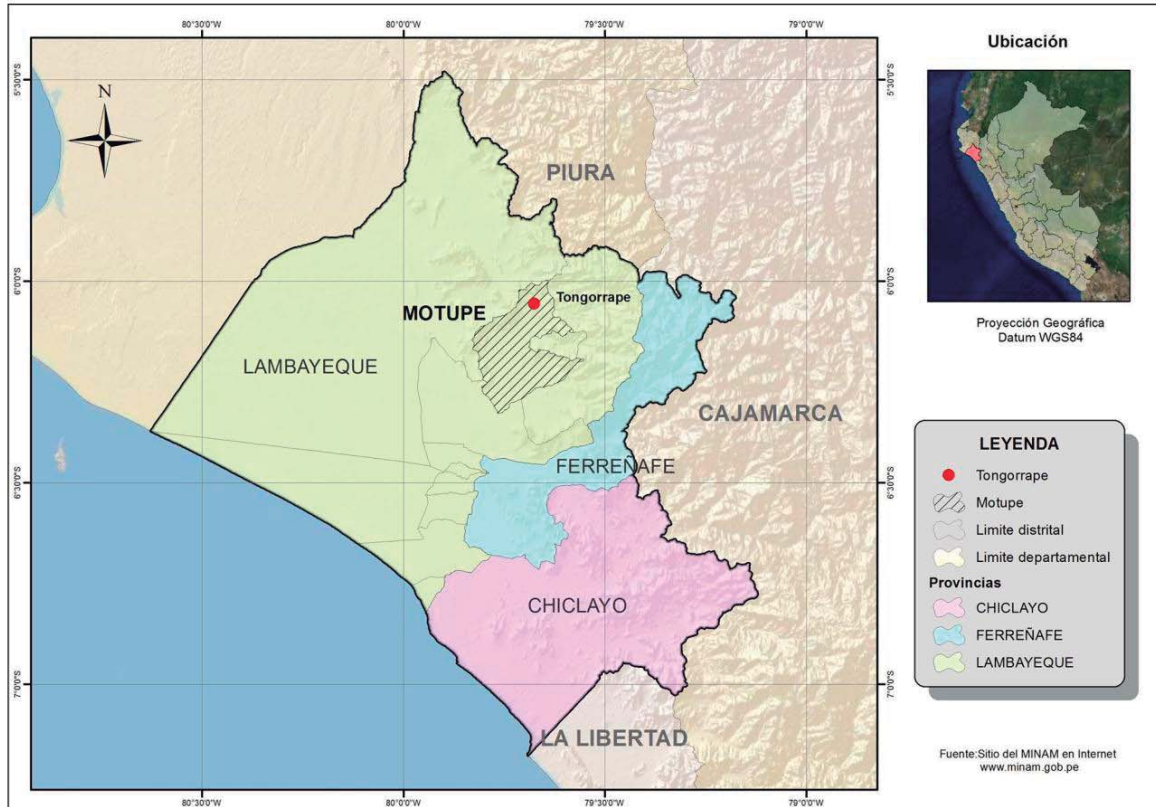


Figura 3: Mapa del departamento de Lambayeque, provincia Lambayeque, distrito Motupe, Comunidad Campesina Tongorrape

FUENTE: Elaboración propia



Figura 4: Zona de estudio – Bosque Seco de la Comunidad Campesina Tongorrrape- Motupe- Lambayeque, 2014



Figura 5: Estado adulto de *Heteropsylla texana* Crawford

FUENTE: Díaz (2014)



Figura 6: *Heteropsylla texana* Crawford – Genitalia macho

FUENTE: Díaz (2014)

La presencia del hombre cerca al bosque seco juega un papel muy importante, ya que alguna de sus actividades puede afectar el estado natural de este, siendo las actividades más desarrolladas en la comunidad, la agricultura, ganadería y apicultura; siendo éstas últimas las que más aportan a la economía de la zona.

Con respecto al clima, en la zona costera es cálido por su cercanía a la línea ecuatorial (Alarcón, 2003). La temperatura media anual varía de 22.6 °C a 23.8 °C, las precipitaciones son de periodicidad variable, habiéndose registrado entre 2005-2014, una precipitación anual de 79.8 mm con las precipitaciones más altas de 176.7 y 229.1 mm en los años 2008 y 2012 respectivamente (Tabla 1). En el año 1983, las lluvias fueron muy intensas registrándose 1449,5 mm de precipitación anual debido a la presencia del fenómeno El Niño (Bravo, 2003), situación contraria enfrenta la costa norte los últimos 10 años, ya que se ve sometida a una sequía prolongada, ya que las lluvias han sido escasas, es lo que indica Manuel Zapata (2014) poblador local de Tongorrape. De igual modo la humedad relativa presenta variaciones lo largo del año, los valores más altos se presentan en los meses invernales de Junio a Octubre y los mínimos durante los meses de Enero a Marzo (Alarcón, 2003), esta variable ejerce gran impacto en la vegetación en general; el promedio anual de la zona es 74%.

El suelo de la zona presenta elevaciones de poca altitud, se aprecian igualmente lomas, quebradas y pampas en casi toda la razón del norte del distrito. Los suelos predominantes en el área de estudio pertenecen al grupo de los yermosoles, que se caracterizan por ser delgados y muy poco desarrollados (ASPROBOS, 2003).

Tabla 1: Datos meteorológicos de la Estación Jayanca – distrito de Jayanca – Lambayeque

AÑO	Temperatura media anual (C °)	Humedad media anual (%)	Precipitación total anual(mm)
2005	22.6	70.8	26.8
2006	22.8	71.3	76.1
2007	22.8	71.9	20
2008	23.1	82.4	176.7
2009	23.1	72.7	61.6
2010	23.1	74.0	106.8
2011	23.3	74.5	30.2
2012	23.3	72.1	229.1
2013	23.7	75.5	54.1
2014	23.8	74.8	17

FUENTE: SENAMHI (2014)

Según el Mapa Forestal de Bosques Secos (Proyecto Algarrobo, 2003), el tipo de cobertura vegetal presente en la Comunidad Campesina Tongorrape corresponde a la formación Bosque seco semi denso de llanura (BssD Ll), en el cual la densidad arbórea varía de 70 a 145 individuos/ha, el tipo de bosque mencionado representa una extensión total de 128 985 ha, abarcando el 9.06 % del área departamental. La especie que predomina

Medina (2003), indica que *Prosopis pallida* es la especie predominante del bosque seco de la Comunidad Campesina Tongorrape, seguido de especies como “overo” *Cordia lutea*, “faique” *Acacia macracantha*, “hualtaco” *Loxopterygium huasango*, “sapote” *Capparis scabrida*, “palo santo” *Bursera graveolens* y “charan” *Caesalpineia paipai*.

2. MATERIALES

2.1. PARA LA EVALUACIÓN

- Aspirador entomológico
- Cámara letal
- Cámara Fotográfica
- Cinta adhesiva
- Envases Plásticos
- Etiquetas
- Formato para la toma de datos
- Lápiz
- Libreta de Campo
- Papel toalla
- Plumón indeleble
- Tijeras de Podar
- Tijeras telescópica
- Tablero para el apoyo de papeles

2.2. PARA EL TRABAJO DE LABORATORIO

- Alcohol etílico al 70%
- Alfileres
- Cámara Letal
- Envases de vidrio
- Envases de plástico

- Etiquetas
- Marcador delgado
- Lupa 20 x20

3. METODOLOGÍA

En el lugar seleccionado para el estudio se evaluó la intensidad de infestación y la severidad de daño, así como también se colectaron insectos en el trabajo de campo y de laboratorio, para determinar posibles enemigos naturales de la plaga.

Para la determinación de la intensidad de infestación y severidad de daño, se usaron escalas de evaluación de elaboración propia (Tablas 2, Tabla 3 y Figura 7), siguiendo las recomendaciones dadas por Cisneros (1995) quien indica que cuando se trata de insectos pequeños y de gran movilidad puede utilizarse escalas en lugar de números absolutos, obteniendo una estimación relativa de la población del insecto plaga. Además se consideró los componentes de todo sistema de muestreo, es decir, el número de unidades de muestreo (de 20 a 25 unidades), la distribución espacial de las mismas y la frecuencia del muestreo.

3.1. INTENSIDAD DE INFESTACIÓN

Se determinó de acuerdo al nivel poblacional relativo de los psílidos (ninfas y adultos) sobre los brotes de algarrobo, para lo cual se estableció una escala (Tabla 2) en base a las características morfológicas, biológicas y de comportamiento del insecto materia de la investigación, dentro de lo cual se debe indicar que se trata de un insecto de tamaño diminuto a pequeño, de gran movilidad y desplazamiento, y se presenta en altos números en los brotes tiernos de los árboles de algarrobo. Por esta razón, resulta complicado y casi imposible llevar a cabo el conteo del número real de individuos presentes en cada árbol estudiado, por lo que se optó expresar el nivel poblacional en términos relativos.

3.2. SEVERIDAD DE DAÑO

A partir de una observación minuciosa de la magnitud de los daños presentes en ramas y brotes, en general del follaje de los árboles evaluados, se estableció una escala relativa de evaluación (Tabla 3) establecida por grados donde se consideró follaje dañado al follaje seco y follaje no dañado al follaje verde.

Tabla 2: Escala de evaluación de la intensidad de infestación de *Heteropsylla texana* Crawford, en brotes de “algarrobo” *Prosopis* sp.

<i>Intensidad de infestación Grados</i>	<i>Nivel poblacional del psílido</i>
0	Sin población
1	Escasa población
2	Ligera población
3	Moderada población
4	Relativamente alta población
5	Muy alta población

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 3: Escala de evaluación de la severidad de daño de *Heteropsylla texana* Crawford, en árboles de “algarrobo” *Prosopis* sp.

Severidad de daño Grados	Magnitud del daño
0	Hojas completamente sanas
1	Hojas con amarillamiento y caída de folíolos del 1 %al 20%
2	Hojas con amarillamiento y caída de folíolos del 21 %al 30%
3	Hojas con amarillamiento y caída de folíolos del 31 %al 50%
4	Hojas con amarillamiento y caída de folíolos del 51 %al 75%
5	Hojas con amarillamiento y caída de folíolos del 76 %al 100%

FUENTE: Elaboración propia







					
Grado 0 0%	Grado 1 Del .1% a 20%	Grado 2 Del 21% al 30%	Grado 3 Del 31% al 50%	Grado 4 Del 51% al 75%	Grado 5 Del 76% al 100%
Hojas completamente sanas	Hojas con amarillamiento y caída de folíolos del 1% al 20%	Hojas con amarillamiento y caída de folíolos del 21% al 30%	Hojas con amarillamiento y caída de folíolos del 31% al 50%	Hojas con amarillamiento y caída de folíolos del 51% al 75%	Hojas con amarillamiento y caída de folíolos del 76% al 100%

Figura 7: Escala de evaluación de la Severidad de daño de *Heteropsylla texana* Crawford en brotes de “algarrobo” *Prosopis* sp. en Tongorraper – Motupe – Lambayeque, 2014

FUENTE: *Elaboración propia*

Esta escala fue establecida, debido a que los daños observados se presentan dentro de una situación compleja que incluye picaduras amarillentas y clorosis en hojas y brotes, presencia de melaza, encrespamiento de hojas y amontonamiento de hojas sobre los brotes.

Adicionalmente a las evaluaciones ya mencionadas se describieron los síntomas causados por el ataque de “psílido del algarrobo” en los árboles de algarrobo, tomando en cuenta la coloración y forma de las hojas, presencia de manchas, agallas, defoliación, estado de la copa entre otros síntomas de la plaga.

Los resultados obtenidos en las evaluaciones de intensidad de infestación y severidad de daño de los 20 árboles, para el periodo de investigación se representaron mediante la moda, ya que este parámetro estadístico ayuda a mostrar el grado que más se observó durante las evaluaciones.

3.3. TRABAJO DE CAMPO

Para efectuar las determinaciones que se indican se seleccionaron un total de 20 árboles de algarrobo, lo cual se hizo tomando en consideración que la edad, el tamaño y el grado de desarrollo de la copa fueran similares, procurando, además, entre los árboles evaluados hubo una distancia promedio de 90 m, cubriendo un área total de aproximadamente 25 ha de bosque.

Es importante señalar que el área de estudio estuvo comprendida cerca a viviendas, parcelas agrícolas, zonas de crianza de ganado caprino y en el bosque seco propiamente dicho, estas indicaciones se hacen con el propósito de ubicar con precisión la zona geográfica en estudio. En la figura 8 se muestra a manera de puntos, los árboles materia del estudio. Las evaluaciones se realizaron cada 15 días a lo largo de cinco meses, haciendo un total de 10 evaluaciones (Tabla 4).

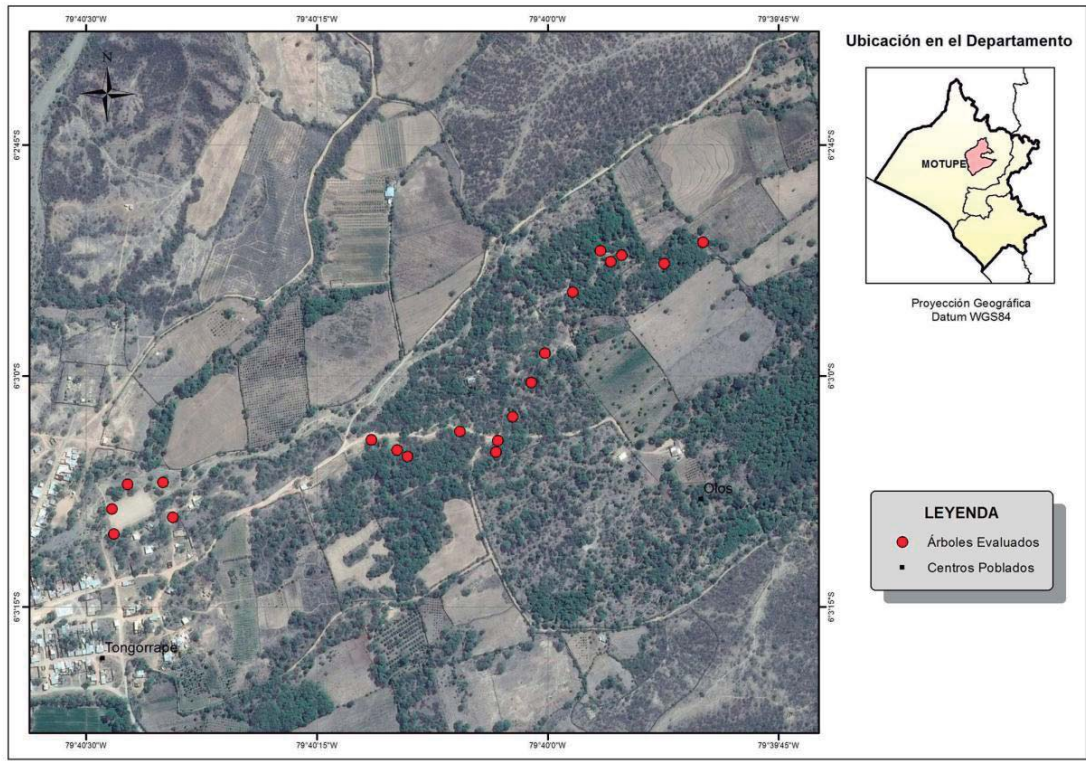


Figura 8: Mapa de ubicación de los árboles evaluados en Tongorrape-Motupe-Lambayeque, 2014

FUENTE: Google Earth (2014)

Tabla 4: Fechas de evaluación de la Intensidad de infestación y Severidad de daño *Heteropsylla texana* Crawford, en árboles de “algarrobo” *Prosopis* sp.

<i>N° Evaluación</i>	<i>Fecha de Evaluación</i>
1	20-03-2014
2	04-04-2014
3	18-04-2014
4	02-05-2014
5	16-05-2014
6	30-05-2014
7	13-06-2014
8	27-06-2014
9	11-07-2014
10	25-07-2014

FUENTE: Elaboración propia

Una vez seleccionados los árboles, se le asignó una numeración a cada uno de ellos (Figura 9), con el fin de facilitar el recorrido en las evaluaciones posteriores. Inmediatamente después se inició con observaciones minuciosas en la parte baja de la copa de cada árbol, describiendo los daños ocasionados por “psílido del algarrobo” y el comportamiento de los mismos, además se observó los diferentes estadios del insecto en estudio; siempre tratando de no realizar mucho movimiento de las ramas, ya que por tratarse de insectos muy pequeños éstos podían salir volando al sentir un ligero movimiento. Luego, a una distancia del árbol se pudo observar el daño ocasionado por el “psílido del algarrobo” en todo el follaje, asignándole entonces la severidad de daño según la escala propuesta.

Posterior a la evaluación de la severidad de daño se procedió a coleccionar una muestra de los niveles medio e inferior del árbol, por la facilidad de acceso, para lo cual se empleó una tijera telescópica (Figura 10) y tijera de podar según se diera el caso, estando las muestras constituidas por 5 brotes o ramitas terminales.

Las muestras fueron acondicionadas en envases de plástico (Figura 11), colocándose en la base papel toalla para absorber la humedad, asimismo se modificaron las tapas, las cuales fueron cortadas en el centro con el fin de contar con una pequeña ventana provista de una malla de organza para evitar la salida de los insectos presentes en la muestra y evitar la transpiración de la planta. Estas medidas fueron necesarias para conseguir que las muestras se mantengan en buen estado. Cada envase plástico fue codificado para su fácil identificación en laboratorio.

En la muestra coleccionada se evaluó el nivel poblacional de los psílicos allí presentes, asignándole un grado de intensidad de infestación, según la escala propuesta.

Usualmente la toma de muestras se complementó con colectas de insectos, para lo cual se empleó una cámara letal y un aspirador entomológico.

Durante el recorrido en el campo, los envases fueron guardados en un saco, después de finalizado el trabajo en campo se acondicionaron los 20 envases en una caja de cartón para su traslado al laboratorio de Ecología de insectos de la Universidad Nacional Agraria la Molina en la ciudad de Lima.



Figura 9: Árbol de “algarrobo” *Prosopis* sp. materia de evaluación codificada en Tongorrape- Motupe – Lambayeque, 2014

FUENTE: Elaboración propia



Figura 10: Colecta de brotes de “algarrobo” *Prosopis* sp. en Tongorrape – Motupe – Lambayeque, 2014

FUENTE: Elaboración propia



Figura 11: Acondicionamiento de la muestra en Tongorrape- Motupe- Lambayeque, 2014

FUENTE: Elaboración propia

Los datos de temperatura, humedad relativa y precipitación fueron tomados de los registros de la Estación Meteorológica Motupe, del Servicio de Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Tabla 5).

3.4. TRABAJO DE LABORATORIO

El material recolectado en campo fue acondicionado en el Laboratorio de Ecología de Insectos del Departamento de Entomología de la Facultad de Agronomía, a temperatura promedio de 20.5 °C y humedad relativa promedio de 74.4%.

Las muestras fueron revisadas diariamente durante una semana, a fin de observar el comportamiento del “psílido del algarrobo” y otros insectos allí presentes, tanto fitófagos como entomófagos, todos los insectos recuperados con pinzas, pinceles y aspirador de insectos fueron colocados en envases de plástico con alcohol, adecuadamente codificados. Posteriormente fueron llevados a la Unidad de Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal-SENASA, donde con la colaboración de los biólogos Walter Díaz y Pedro Lozada se consiguió la identificación taxonómica de los mismos. Además fueron fotografiados con microscopio estereoscópico marca Leica S8APO, con adaptador de cámara digital Leica de 5 megapíxeles.

Tabla 5: Valores de temperatura media mensual, humedad relativa media mensual y precipitación total mensual del periodo en el que se realizó en estudio

	<i>Marzo 2014</i>	<i>Abril 2014</i>	<i>Mayo 2014</i>	<i>Junio 2014</i>	<i>Julio 2014</i>
<i>Temperatura media mensual (C °)</i>	25.7	24.3	23.9	23.3	20.6
<i>Humedad Relativa media mensual (%)</i>	62.3	65.8	72.4	70.9	71.9
<i>Precipitación total mensual(mm)</i>	5.8	4.1	5.9	0.2	0

FUENTE: SENAMHI (2014)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados a manera de tablas, figuras y curvas, en las cuales se presentan los valores de intensidad de infestación y severidad de daño del “psílido del algarrobo” *Heteropsylla texana* Crawford sobre árboles de “algarrobo” *Prosopis* sp. .

Además, se muestra información acerca de los posibles enemigos naturales encontrados en el trabajo de campo y trabajo de laboratorio.

En los anexos 1 y 2 se muestra de manera detallada los valores de intensidad de infestación y severidad de daño para cada uno de los árboles evaluados a lo largo del periodo de estudio.

1. INTENSIDAD DE INFESTACIÓN

En el Tabla 6, figuras 12 y 13, se presentan los valores en grados de la intensidad de infestación de *Heteropsylla texana* Crawford en brotes de “algarrobo” *Prosopis* sp. registrados entre Marzo y Julio del 2014 en el bosque seco de la Comunidad Campesina Tongorrabe, se observa que la intensidad de infestación se presentó en el grado 1 y en el grado 3, lo cual significa que el nivel poblacional del psílido en estudio se encuentra entre escasa y moderada.

Las tres primeras evaluaciones realizadas en el periodo de marzo a abril, mostraron los valores más altos de intensidad de infestación, periodo en el cual los valores de temperatura media mensual fueron mayores con respecto a los demás meses de evaluación, reportándose 25.7 C° y 24.3 C° respectivamente, mientras que los valores de humedad relativa media mensual estuvieron entre 62.3 % a 65.8%, por otro lado la precipitación total mensual en éstos meses varió de 5.8 mm a 4.1 mm; condiciones en las cuales el nivel poblacional de los psílicos permanece constante, lo que invita a presumir que las condiciones medioambientales presentes en éste periodo son propicias para el desarrollo y finalización del ciclo de vida del insecto; tal como lo menciona Hodkinson (2009) quien señala que bajo

condiciones favorables de temperatura y humedad los ciclos de vida tienden a ser continuos.

Tabla 6: Intensidad de infestación de *Heteropsylla texana* Crawford, en brotes de “algarrobo” *Prosopis* sp. en Tongorrape- Motupe- Lambayeque, 2014

	1ra Eval.	2da Eval.	3ra Eval.	4ta Eval.	5ta Eval.	6ta Eval.	7ma Eval.	8va Eval.	9na Eval.	10ma Eval.
Fecha de Evaluación	20-mar	04-abr	18-abr	02-may	16-may	30-may	13-jun	27-jun	11-jul	25-jul
Intensidad de Infestación	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1

Donde: 0: Sin población

1: Escasa población

2: Ligera población

3: Moderada población

4: Relativamente alta población

5: Muy alta población

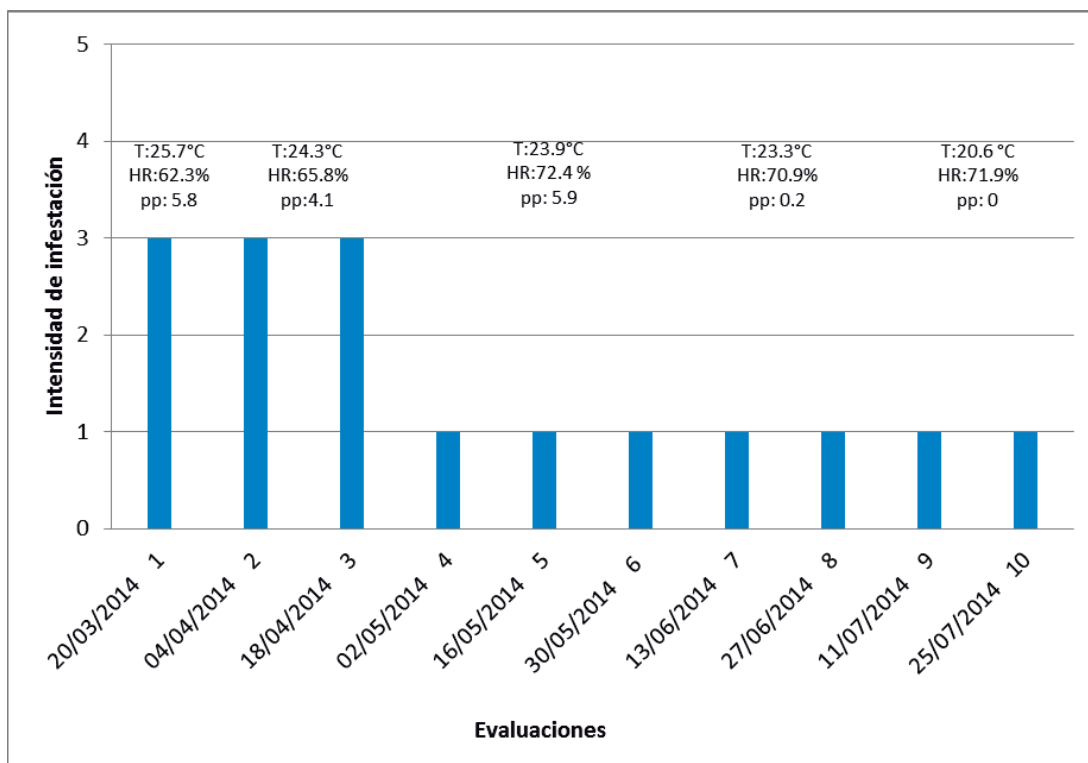


Figura 12: Intensidad de infestación de *Heteropsylla texana* Crawford en brotes de algarrobo *Prosopis* sp. en Tongorrape – Motupe- Lambayeque, 2014

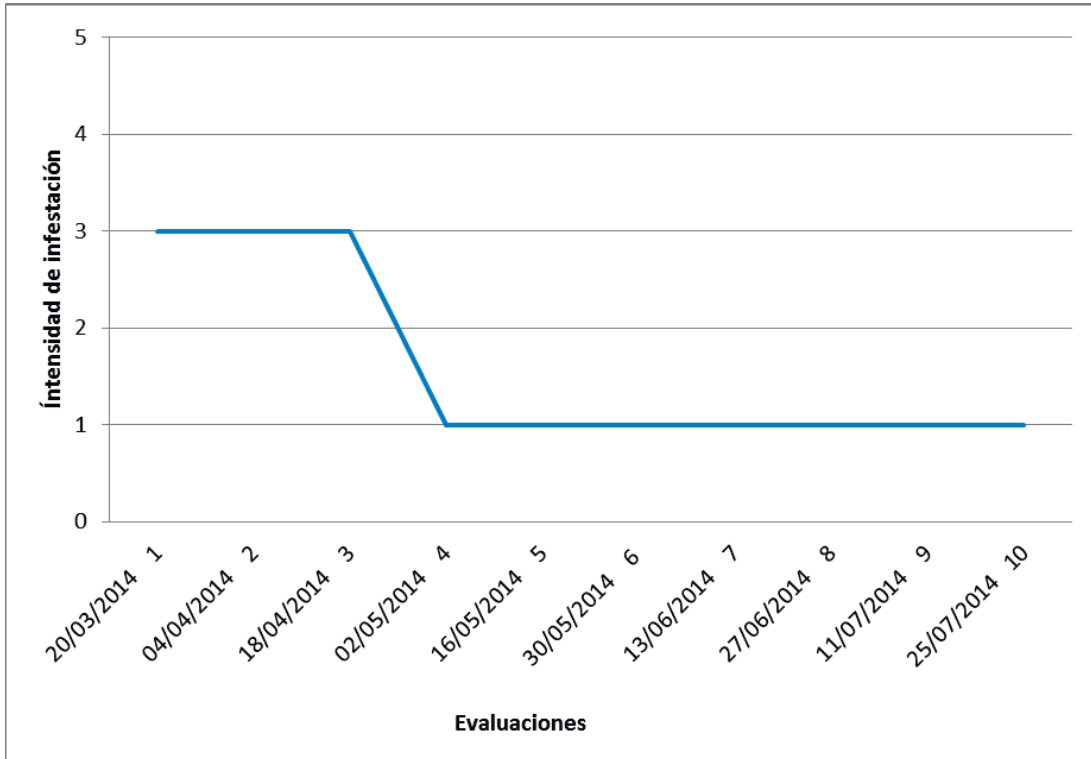


Figura 13: Tendencia de la Intensidad de infestación de *Heteropsylla texana* Crawford en brotes de “algarrobo” *Prosopis* sp. en Tongorrape- Motupe-Lambayeque, 2014

Es necesario señalar que en las evaluaciones donde se observó grado 3 se apreció a los árboles con presencia de ninfas y adultos de *Heteropsylla texana* Crawford en la mayoría de sus brotes, muchas veces también se encontraban presentes en las hojas maduras donde se desplazaban rápidamente, los huevecillos por lo general se encontraron entre los folíolos manteniéndose así protegidos de las prolongadas horas de sol y el viento, asegurando de alguna manera su desarrollo.

Por otro lado a partir de la cuarta evaluación los valores de intensidad de infestación disminuyeron hasta llegar al grado 1 para mantenerse así hasta la décima evaluación, lo cual indica un escaso nivel poblacional, el periodo (Mayo-Junio) de éstas evaluaciones se caracteriza por la disminución de los valores de temperatura media mensual de 23.9 °C a 20.6 °C, el aumento de los valores de humedad relativa media mensual y una escasa- nula precipitación en la última fecha de evaluación , con lo que se puede atribuir una relación directa entre el nivel poblacional del psílido y la temperatura y una relación inversa entre el nivel poblacional del psílicos y la humedad relativa, lo que también se espera con la precipitación; sin embargo en este periodo los valores de precipitación disminuyeron de 5.9 mm para el mes de mayo y 0 mm para el mes de Junio, lo cual favoreció que las infestaciones del “psílido del algarrobo” se mantuvieran hasta la última fecha de evaluación. La lluvia juega un papel importante en la dinámica de la población de *Heteropsylla texana* Crawford, tal como lo menciona Wheeler (1988) citado por De Queiroz (2008), quien manifiesta que existe una correlación negativa entre la población de psílicos y la lluvia, ya que su presencia actúa realizando un lavado de los árboles, arrastrando a los insectos plaga o inhibiendo su vuelo (Cisneros, 1995). Para la zona en estudio los niveles de precipitación son escasos por lo que lo mencionado anteriormente no cobra real sentido en la zona de evaluación, debido a que los árboles son más susceptibles a ser infestados por el “psílido del algarrobo” por sufrir stress hídrico, tal como lo indica Cisneros(1995), quien manifiesta que las plantas hospederas que sufren ésta condición son fácilmente atacadas por plagas; respecto a ésta condición White (1969) menciona que puede ser beneficioso para poblaciones posteriores de psílicos, por aumentar la cantidad de alimento nitrogenado lo cual favorece en gran medida sus posibilidades de sobrevivir y reproducirse muy jóvenes; condición que no puede ser demostrada por la investigación.

En el anexo 1 se muestra de forma detallada la intensidad de infestación de los 20 árboles evaluados a lo largo del estudio, encontrándose valores de infestación que van desde el grado 1 al grado 4, es decir todos los árboles evaluados presentaron algún grado de infestación durante el periodo de evaluación, con lo cual se puede observar la alta relación que existe entre *Heteropsylla texana* Crawford y el género *Prosopis*, especificidad que antes ya ha sido registrada por Tuthill (1959) quien afirma que el factor predominante en la ecología del insecto en estudio es la planta hospedera, ya que los psílidos son muy específicos en cuanto a su alimentación, de igual modo Muddiman et al (1992), quienes señalan que las especies del género *Heteropsylla* normalmente se limitan a una estrecha gama de plantas hospederas de la subfamilia Mimosoideae. Asimismo Donnelly (2001), afirma que éste fitófago se desarrolla bien y se multiplica en forma continua solo en plantas del género *Prosopis*, a tal punto que puede usarse como controlador biológico en lugares donde *Prosopis* spp. es considerado una maleza. Si bien en el bosque seco la especie predominante es el algarrobo "*Prosopis* sp.", se encuentran otras especies en el mismo ecosistema, especies que no se ven afectadas por *Heteropsylla texana* Crawford

Por otro lado, cabe mencionar que solo se registró intensidad de infestación de grado 4 en la primera evaluación, lo cual sugiere que en la fase inicial del estudio los factores medioambientales fueron más favorables a al insecto perjudicial.

2. SEVERIDAD DE DAÑO

En el Tabla 7, figura 14 y figura 15, se presentan los valores en grados de la severidad de daño causados por *Heteropsylla texana* Crawford en árboles de “algarrobo” *Prosopis* sp., registrados entre los meses de Marzo y Julio del 2014 en el bosque seco de la Comunidad Campesina Tongorrape; se aprecia que la severidad de daño fluctuó entre el grado 2 (Figura 16) y grado 3 (Figura 17), con predominancia según evaluaciones del grado 3, lo cual indica que los árboles evaluados tuvieron daño en el orden de 21 a 50% de su copa, hecho que nos presenta árboles severamente atacados, los cuales objetivamente se muestran como brotes cloróticos y secos, con presencia de mielecilla y con una gran escasez de hojas. Esta situación invita a suponer que una planta con éste tipo de problemas estaría mermando su producción de brotes, flores y frutos, situación que ha sido evidente en los árboles materia de investigación, en los cuales su actividad fotosintética y su normal crecimiento se ven afectados por el daño producido por estos insectos.

Los valores más altos de severidad de daño se presentaron en las primeras seis evaluaciones, las cuales se desarrollaron entre los meses de Marzo y Mayo, periodo en el cual los valores de temperatura media mensual fluctuaron entre 23.9 y 25.7 C °, valores de humedad relativa media mensual entre 62.3% a 72.4% y con valores de precipitación total mensual que fluctuaron entre 4.1 y 5.9 mm. Por otro lado los menores valores de severidad de daño se registraron en las cuatro últimas evaluaciones vale decir de la séptima a la décima, bajo condiciones de temperatura media mensual fluctuantes entre 20.6 °C y 23.3 °C con una humedad relativa media mensual de 70.9 a 71.9% y con escasa precipitación, se puede deducir que la severidad de daño guarda una relación directa con la intensidad de infestación, ya que si el nivel poblacional del “psílido del algarrobo” aumenta los daños se manifestaran de una manera más significativa, tal como se observó en las primeras evaluaciones, lo cual coincide con el periodo donde la intensidad de infestación presento grado 3, es decir un nivel poblacional moderado (Tabla 6), si bien la intensidad de infestación disminuye hasta el grado 1 a partir de la cuarta evaluación, los daños se mantienen en grado 3 hasta la sexta evaluación, debido a que la recuperación del árbol se ve dificultada por la escasa precipitación.

Tabla 7: Severidad de daño en grados de *Heteropsylla texana* Crawford, en árboles de “algarrobo” *Prosopis* sp. en Tongorrapi-Motupe-Lambayeque, 2014

	1ra Eval.	2da Eval.	3ra Eval.	4ta Eval.	5ta Eval.	6ta Eval.	7ma Eval.	8va Eval.	9na Eval.	10ma Eval.
Fecha de Evaluación	20-mar	04-abr	18-abr	02-may	16-may	30-may	13-jun	27-jun	11-jul	25-jul
Severidad de daño	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2

Donde: 0: Hojas completamente sanas

1: Hojas con amarillamiento y caída de folíolos del 1% al 20%

2: Hojas con amarillamiento y caída de folíolos del 21% al 30%

3: Hojas con amarillamiento y caída de folíolos del 31% al 50%

4: Hojas con amarillamiento y caída de folíolos del 51% al 75%

5: Hojas con amarillamiento y caída de folíolos del 76% al 100%

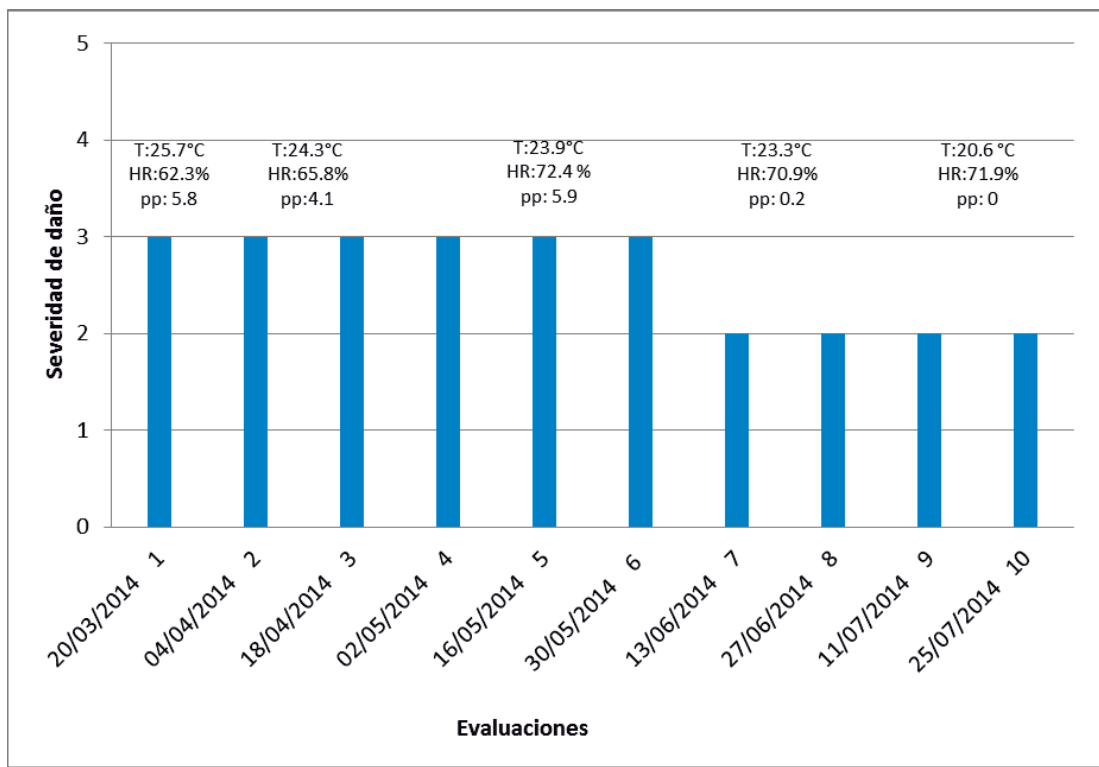


Figura 14: Severidad de daño de *Heteropsylla texana* Crawford, en brotes de “algarrobo” *Prosopis* sp. en Tongorrape-Motupe-Lambayeque, 2014

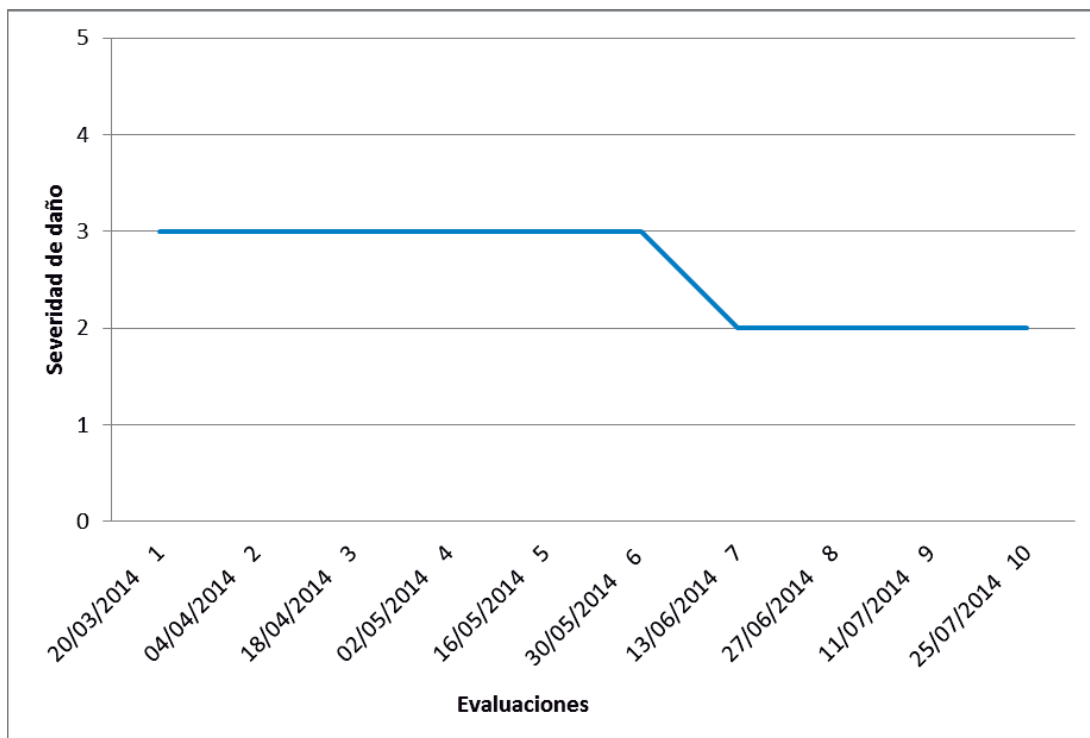


Figura 15: Tendencia de Severidad de daño de *Heteropsylla texana* Crawford, en brotes de “algarrobo” *Prosopis* sp. en Tongorrape- Motupe-Lambayeque, 2014



Figura 16: Árbol de “algarrobo” *Prosopis* sp. con severidad de daño grado 2 en Tongorrape- Motupe- Lambayeque, 2014

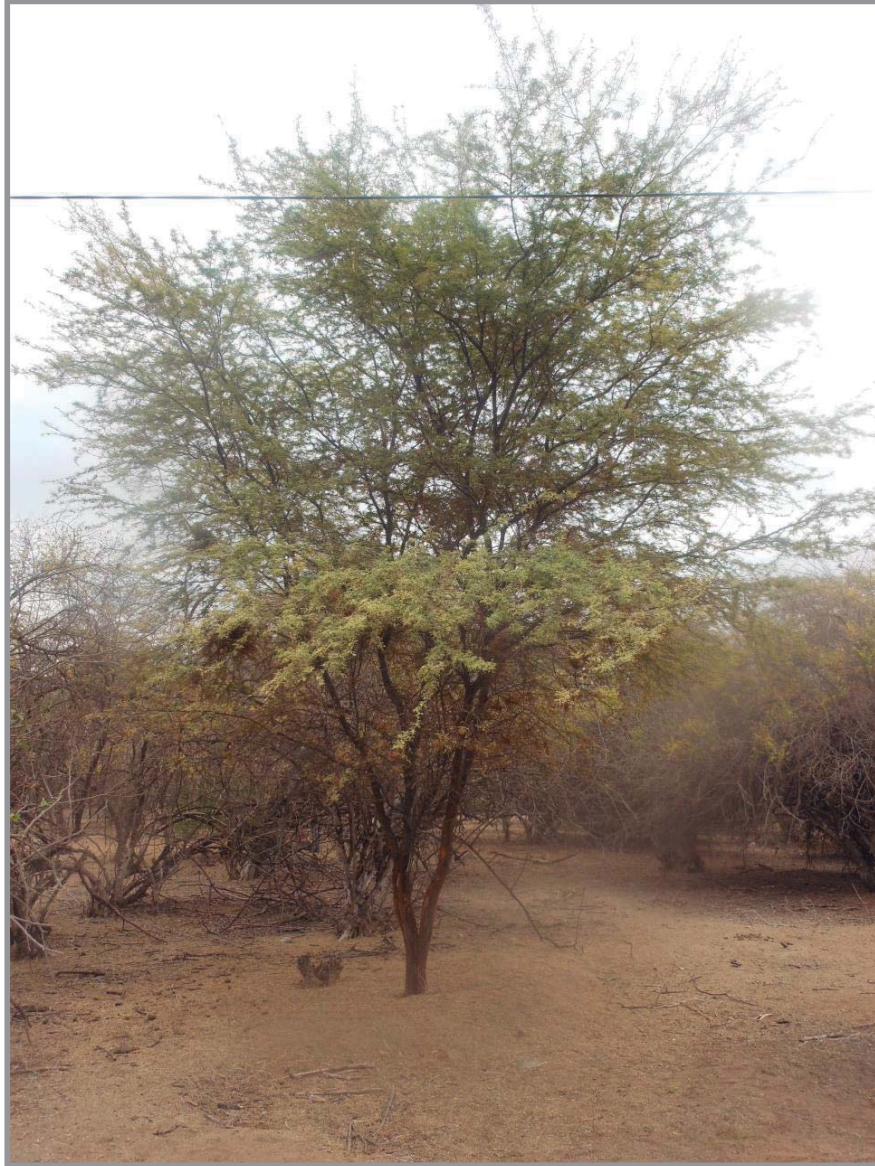


Figura 17: Árbol de “algarrobo” *Prosopis* sp. con severidad de daño en grado 3 en Tongorrape Motupe- Lambayeque, 2014

Cabe agregar que los 20 árboles evaluados tuvieron daño con valores de severidad de daño que fluctuaron entre el grado 1 y grado 5, tal como se aprecia en el anexo 2. Este hecho nos presenta de manera objetiva la severidad con la que *Heteropsylla texana* Crawford efectuó daños en árboles de algarrobo, los psílidos se encontraron succionando la savia de brotes tiernos de preferencia, aunque no dejaron de infestar hojas maduras. Tanto los adultos y las ninfas del psílido en mención causaron daños en el follaje del algarrobo, sin embargo son las ninfas las que provocaron mayor daño en las hojas, tal como lo menciona Bravo (2003) quien afirma que las ninfas se incrustan entre los folíolos y se mantienen en permanente actividad alimenticia, de igual Hodkinson (1974), citado por Donnelly (2001), afirma que son las ninfas las que causan mayores daños, modo por su parte CONAF (1997) indica que *Heteropsylla texana* Crawford, causa daños considerables en todas sus etapas de desarrollo, ubicándose en los brotes nuevos, folíolos, inflorescencias y frutos tiernos de *Prosopis pallida*, sin embargo en el periodo de evaluación los árboles, pese que según su fenología deberían presentar floración y frutos, en el estudio en los árboles evaluados no se encontró floración y mucho menos fructificación, por lo que los daños fueron solo observados en brotes, claro está que al causar daño sobre estos, generan un daño indirecto sobre los eventos fenológicos mencionados, además la especie es muy susceptible a cambios meteorológicos, otro factor para no encontrar floración y fructificación.

Los daños encontrados durante las evaluaciones se caracterizaron por la presencia de brotes dañados por picaduras del insecto plaga, con pérdida de folíolos (Figura 18) y muchas veces completamente secos (Figura 19); algunas veces pequeños brotes se ven invadidos por el hongo fumagina (Figura 20), esto debido a la secreción azucarada o “mielecilla” producida por el “psílido del algarrobo” (Figura 21); también se observó pérdida de turgencia en el follaje y clorosis, lo que se manifestó con coloración amarillenta de folíolos y caída prematura de los mimos (Figura 22) y muchas veces con la muerte temprana de las ramas más jóvenes (Figura 23); en árboles con daños considerables se formaron cúmulos de hojas secas (Figura 24), las cuales muchas veces cubrieron área foliar sana y evidentemente, impidieron el desarrollo de la fotosíntesis.



Figura 18: Brotes de “algarrobo” *Prosopis* sp. con severidad de daño en grado 4 en Tongorrape- Motupe-Lambayeque, 2014



Figura 19: Brotes de “algarrobo” *Prosopis* sp con severidad de daño en grado 5 en Tongorrape- Motupe-Lambayeque, 2014



Figura 20: Brotes de “algarrobo” *Prosopis* sp. con daños ocasionados por *Heteropsylla texana* Crawford y con presencia de fumagina en Tongorrape-Motupe-Lambayeque, 2014



Figura 21: Daños ocasionados por *Heteropsylla texana* Crawford en brotes de “algarrobo” *Prosopis* sp. en Tongorrape- Motupe-Lambayeque, 2014



Figura 22: Brote de “algarrobo” *Prosopis* sp. con daños por *Heteropsylla texana* Crawford, con clorosis y ausencia de folíolos en Tongorrape- Motupe- Lambayeque, 2014



Figura 23: Brote de “algarrobo” *Prosopis* sp. con daños por *Heteropsylla texana* Crawford, con muerte temprana y generalizada en Tongorrape- Motupe- Lambayeque, 2014



Figura 24: Parte del follaje de un árbol de “algarrobo” *Prosopis* sp. con daños de *Heteropsylla texana* Crawford, con cúmulos de hojas secas en Tongorrape-Motupe-Lambayeque, 2014

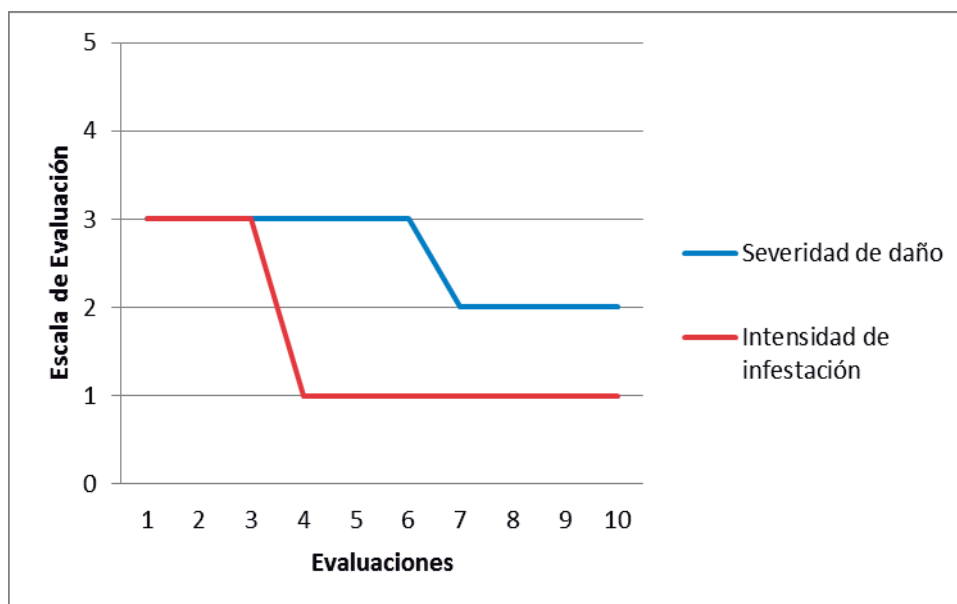


Figura 25: Severidad de daño e intensidad de infestación de *Heteropsylla texana* Crawford en árboles de “algarrobo” *Prosopis* sp. en Tongorrape- Motupe-Lambayeque, 2014

En la figura 25, se puede apreciar de manera resumida los valores de severidad de daño e intensidad de infestación para el periodo de evaluación comprendido entre los meses de marzo y julio del 2014, notando que si bien los grados de intensidad de infestación disminuyen a partir de la cuarta evaluación llegando al grado 1, lo que indica una escasa población del “psílido del algarrobo”, los daños se mantienen en grado 3 hasta la sexta evaluación, lo que representa un daño en la copa del 31 a 50%; por lo que se presume que una escasa población de psílicos puede causar daños significativos en los árboles, los cuales quedan debilitados y con daños severos en el follaje, lo que disminuye su actividad fotosintética, dificultando el proceso de recuperación del árbol y quedando susceptible al ataque de insectos fitófagos. Por otro lado la escasa y nula precipitación en las últimas evaluaciones, es un factor que no favorece la pronta recuperación del árbol y en términos generales condiciona la presencia del insecto plaga.

3. ENEMIGOS NATURALES

En la Tabla 8, se presenta un listado de especies, las cuales serían posibles enemigos naturales de *Heteropsylla texana* Crawford, colectados en el follaje de árboles de “algarrobo” *Prosopis* sp., durante los meses de Marzo a Julio del 2014 en el bosque seco de la Comunidad Campesina Tongorrape. Si bien los insectos no se observaron en su acción predatora, se conoce de ellos, su comportamiento predator, habiéndoles encontrado, entre colonias de ninfas y adultos del “psílido del algarrobo”. Cabe mencionar también que durante las evaluaciones, no se encontró otras posibles presas, por lo se estima sean posibles controladores biológicos del psílido referido.

Se identificaron un total de diez especies agrupados en cuatro órdenes: Coleoptera, Hemiptera, Neuroptera, Diptera y 6 familias: Coccinellidae, Reduviidae, Pentatomidae, Chrysopidae, Syrphidae y Cecidomyiidae; las cuales estarían actuando como predadores de huevos, ninfas y adultos *Heteropsylla texana* Crawford.

Se identificaron especies de coleópteros pertenecientes a la familia Coccinellidae, tales como: *Paraneda pallidula gutticollis* (Mulsant), *Tenuisvalvae bromelicola* y *Pentilia* sp. *Paraneda pallidula gutticollis* (Mulsant) (Figura 26) ha sido observada, en fase larval y adulto, alimentándose de ninfas y adultos de *Heteropsylla texana* Crawford. Se trata de un controlador biológico importante para la dinámica poblacional del “psílido del algarrobo”, ya que se le encontró en todos los árboles evaluados y en todas las fechas de evaluación, habiendo sido abundante en las primeras fechas, lo cual habría favorecido la disminución de la población del “psílido del algarrobo”. La importancia de *Paraneda pallidula gutticollis* (Mulsant) se ve favorecida por su distribución temporal y espacial. También se identificó el coccinéido *Tenuisvalvae bromelicola* (Figura 27), al cual se le encontró en ciertas ocasiones, aunque no se observó predatando psílicos, sin embargo, se sabe que éste se alimenta de pulgones, los cuales tienen hábitos alimentarios y de comportamiento similares al “psílido del algarrobo”, por lo que *Tenuisvalvae bromelicola* podría ser considerado un controlador biológico potencial de los estadios iniciales de las ninfas del psílido. Por su parte *Pentilia* sp (Figura 28) ha sido encontrado con poca frecuencia en las observaciones, sin embargo este coleoptero ha sido registrado en México por Rodríguez et al (2012) como

predador del psílido *Diaphorina citri* el cual tiene un aparato bucal similar a *Heteropsylla texana* Crawford, por lo que podría considerarse un posible controlador biológico.

En el orden Hemiptera se registraron las familias Reduviidae y Pentatomidae con las especies *Zelus* sp. (Figura 29), *Sinea* sp. (Figura 30) y *Atopozelus* sp. (Figura 31) para la primera familia y *Tylospilus* sp. (Figura 32) para la segunda familia.

Tabla 8: Posibles enemigos naturales colectados en el follaje de “algarrobo” *Prosopis* sp. en Tongorrape- Motupe-Lambayeque,2014

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE
COLEÓPTERA	COCCINELLIDAE	<i>Paraneda pallidula gutticolis</i> (Mulsant)
		<i>Tenuisvalvae bromelicola</i>
		<i>Pentilia</i> sp.
HEMÍPTERA	REDUVIIDAE	<i>Zelus</i> sp.
		<i>Atopozelus</i> sp.
		<i>Sinea</i> sp.
	PENTATOMIDAE	<i>Tylospilus</i> sp.
NEURÓPTERA	CHRYSOPIDAE	<i>Leucochrysa</i> sp.
DIPTERA	SYRPHIDAE	<i>Allograpta</i> sp.
	CECIDOMYIIDAE	<i>Enallodiplosis discordis</i>

Las especies registradas para la familia Reduviidae son insectos de tamaño mediano a grande, tamaño que no impediría que se alimenten del estado ninfal de *Heteropsylla texana* Crawford; *Zelus* sp., antes registrado por Bravo (2003) en el departamento de Lambayeque, así como también por Núñez (1993), mientras que *Atopozelus* sp. y *Sinea* sp. son nuevos registros encontrados en el follaje del algarrobo, y que posiblemente también actúan depredando ninfas del “psílido del algarrobo”, ya que tienen un amplio rango de presas. Por su parte la familia Pentatomidae con la especie *Tylospilus* sp., insecto que durante las evaluaciones fue observado pocas veces, por lo que su importancia como controlador biológico sería secundaria.

En el orden Neuróptera se identificó a la familia Chrysopidae, con la especie *Leucocrhysa* sp. (Figura 33) Si bien, en las evaluaciones no se le observó predatando al “psílido del algarrobo”, Bravo (2003) afirma que las larvas de ésta especie se alimentan del cuerpo blando de los psílicos, mientras que los adultos se alimentan de la secreción azucarada producido por ninfas del psílido.

Por otro lado en el orden Diptera, se registraron las especies *Allograpta* sp. (Figura 34) correspondiente a la familia Syrphidae y *Enalodiplosis discordis* (Figura 35) perteneciente a la familia Cecidomyiidae. *Allograpta* sp. registrada por Bravo (2003), como predador de ninfas del “psílido del algarrobo” en su estado larval. Durante la investigación su presencia no fue notable, por lo que no se observó tal comportamiento alimentario. En el caso de *Enalodiplosis discordis*, se observó larvas y adultos de ésta especie entre colonias de psílicos y en las hojas dañados por ellos. Su distribución espacial es importante, ya que se encontró larvas y adultos de ésta especie en todos los árboles evaluados; con respecto a la distribución temporal, fueron encontrados con mayor frecuencia en las primeras evaluaciones, debido posiblemente a la presencia de mayores poblaciones del “psílido del algarrobo” y mejores condiciones medioambientales. Gagné (1994) menciona que las larvas de ésta especie actúan como predadores, por lo que podría ser un controlador biológico importante, lo cual refuerza lo antes mencionado.



Figura 26: Estado adulto de *Paraneda pallidula gutticollis* (Coleoptera: Coccinellidae)



Figura 27: Estado adulto de *Tenuisvalvae bromelicola* (Coleoptera: Coccinellidae)



Figura 28: Estado adulto de *Pentilia* sp. (Coleoptera: Coccinellidae)



Figura 29: Estado adulto de *Zelus* sp. (Hemiptera: Reduviidae)



Figura 30: Estado adulto de *Sinea* sp. (Hemiptera: Reduviidae)



Figura 31: Estado adulto de *Atopozelus* sp. (Hemiptera: Reduviidae)



Figura 32: Estado adulto de *Tylospilus* sp. (Hemiptera: Pentatomidae)



Figura 33: Estado adulto de *Leucochrysa* sp. (Neuroptera: Chrysopidae)



Figura 34: Estado adulto de *Allograpta* sp. (Diptera: Syrphidae)



Figura 35: Estado adulto de *Enallodiplosis discordis* (Diptera: Cecidomyiidae)

FUENTE: Díaz (2014)

Es preciso mencionar que también se encontró una gran diversidad de arañas, las cuales construyen una especie de escondrijos con telaraña y hojas dañadas por el “psílido del algarrobo”, formando cúmulos de hojas secas. Las hormigas también son abundantes en los árboles de algarrobo, donde se alimentan de las secreciones azucaradas producidas por los psílicos, por lo que podrían estar protegiendo a éstos insectos de los depredadores.

Mención especial merece el cecidomido *Enallodiplosis discordis*, quien según Gagné (1994) es un predator y no un fitófago como lo refiere Llontop et al (2014) en su investigación en las regiones de La Libertad, Lambayeque y Piura.

V. CONCLUSIONES

- 1) Las infestaciones y daños de *Heteropsylla texana* Crawford registrados en el algarrobo *Prosopis* sp. a lo largo del periodo de Marzo a Julio del 2014, fueron de moderados a altos
- 2) La intensidad de infestación de *Heteropsylla texana* Crawford sobre brotes de “algarrobo” *Prosopis* sp durante el periodo de Marzo a Julio del 2014, en el bosque seco de la Comunidad Campesina Tongorrape - Lambayeque, estuvieron comprendidos entre el grado 1 y 3, es decir, entre escasa y moderada población.
- 3) La severidad de daño de *Heteropsylla texana* Crawford sobre árboles de “algarrobo” *Prosopis* sp durante el periodo de Marzo a Julio del 2014, en el bosque seco de la Comunidad Campesina Tongorrape, estuvieron comprendidos entre el grado 2 y 3, es decir, un daño del 21 a 50% del follaje.
- 4) Se identificaron diez especies de posibles enemigos naturales de *Heteropsylla texana* Crawford, pertenecientes a las familias Coccinellidae, Reduviidae, Pentatomidae, Chrysopidae y Cecidomyiidae, siendo los insectos *Paraneda pallidula gutticollis* (Mulsant), *Tenuisvalvae bromelicola*, *Pentilia* sp., *Zelus* sp, *Atopozelus* sp., *Sinea* sp., *Tylospilus* sp., *Leucochrysa* sp., *Allograpta* sp. y *Enallodiplosis discordis*, siendo el enemigo natural más importante por su distribución temporal y espacial *Paraneda pallidula gutticollis* (Mulsant) de la familia Coccinellidae.
- 5) Los enemigos naturales más importantes por su distribución temporal y espacial son *Paraneda pallidula gutticollis*, *Leucochrysa* sp. y *Enallodiplosis discordis*.

VI. RECOMENDACIONES

- Continuar evaluando la intensidad de infestación y la severidad de daño de *Heteropsylla texana* Crawford en el bosque seco de Lambayeque, y así determinar los daños económicos ocasionados por el “psílido del algarrobo”
- Estudiar la biología de *Heteropsylla texana* Crawford
- Estudiar la ecología y comportamiento de los posibles enemigos naturales colectados en el follaje de *Prosopis* sp.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, S. 1993. Prevalence of an Entomopathogenic Fungus, *Hirsutella citriformis* on Leucaena Psyllid, *Heteropsylla cubana*, in Malaysia. *Pertanika Journal Tropical Agricultural Science* 16(2): 95-99.
- Ahmed, M; Ramírez, L; Solorio, F; Al-Zyoud, F; Barros, M. 2014. Panorama general sobre algunos factores bióticos y abióticos que afectan la dinámica poblacional de *Leucaena* psílido, *Heteropsylla cubana* Crawford (Homoptera: Psyllidae): factores que han contribuido para manejo de plagas. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 17: 437-446.
- Alarcón, J. 2003. Evaluación de la fenología del *Prosopis pallida* en el departamento de Lambayeque. Lambayeque, PE. INRENA -Proyecto Algarrobo. 59 p. (Documento técnico no.6)
- Almeyda, I; Sánchez, J; Garzón, J. 2008. Vectores causantes de punta morada de la papa en Coahuila y Nuevo León, México. *Agricultura técnica en México*. 34(2):141-150
- Barros, A; Wrann, J.1991. El género *Prosopis* en Chile. Instituto Forestal Chile (en línea) Consultado 02 ene. 2015. Disponible en: <http://biblioteca1.infor.cl:81/DataFiles/18531.pdf>
- Beltrán, R. 2013. Citología básica de los meristemas radicales de las semillas de *Prosopis pallida* (Humb & Bonpl. Ex Willd) “algarrobo pálido” mediante la impregnación argéntica. *Revista de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo*. Trujillo, PE. 33(1):1-12.
- Beingolea, O. 1985. El fenómeno “El Niño” 1982-83 y algunos insectos-plaga en la costa peruana. *Revista Peruana de Entomología* 28:55-57.
- Bravo, M. 2003. Evaluación de la fauna entomológica defoliadora del algarrobo en el departamento de Lambayeque. Lambayeque, PE. INRENA -Proyecto Algarrobo. 65 p. (Documento técnico No. 7)

- Cisneros, F.1995. Control de plagas agrícolas (en línea). Consultado 15 dic. 2015.
 Disponible en:
http://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/Aspectos_Ecologicos.pdf
- CONAF (Corporación Nacional Forestal, CL), 1997. Plan de Manejo. Reserva Nacional Pampa del Tamarugal (en línea). Tarapacá, CL. Consultado 17 nov. 2014.
 Disponible en: http://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1382468768RNPampaTamarugal.pdf
- Coscolla, R. 1980. Incidencia de los factores climatológicos en la evolución de las plagas y enfermedades de las plantas. Boletín de servicio de plagas 6: 123-129.
- Coulson, R; Witer, J. 1990. Entomología Forestal. Ecología y control. MX. 751 p.
- Daniel, P. 1982. Principios de silvicultura. MX.492 p.
- Delgado, C; Couturier, G. 2004. Manejo de insectos plagas en la Amazonía: Su aplicación en Camu Camu. IIAP-IRD, Lima, PE. 147 p.
- De Queiroz, D. 2008. Psílideos no Brasil: *Heteropsylla cubana* (Psílideo da Leucena) Hemíptera: Psyllidae. 4 p. (Comunicado técnico No. 212)
- Díaz, A. 1995. Los algarrobos, CONCYTEC, Lima, PE. 207 p.
- Díaz, W.2014. Comunicación personal. Lima, PE.SENASA
- Donnelly, G. 2002. The host range and biology of the mesquite psyllid *Heteropsylla texana*. Biocontrol 47:363-371.
- Dostert, N; Roque, J; Cano, A; La Torre, M; Weigend, M. 2012. Hoja botánica: Algarrobo. Lima, PE. 16 p.
- Ferreira, R. 1987. Estudio sistemático de los algarrobos en la costa norte del Perú. Ministerio de Agricultura. Dirección de Investigación Forestal y de Fauna. Lima, PE. 31 p.
- Gagné, R. 1994. The gall midges of the neotropical region.352 p.
- _____. 2010. A Catalog of the Cecidomyiidae (Diptera) of the world.545 p.
- Gallo, D. 2002. Entomología agrícola. Fundación de estudios agrarios Luiz de Queiroz (FEALQ). Universidad de Sao Paulo. BR. 469 p.

- Geiger, C; Gutierrez, A. 2000. Ecology of *Heteropsylla cubana* (Homoptera: Psyllidae) psyllid damage, tree phenology, thermal relations, and parasitism in the field. *Environ. Entomol.* 29(1): 76-86.
- Google Earth, 2014. Versión 6 (en línea). Consultado 10 feb. 2015.
- Hodkinson, I. 1974. The Biology of the Psylloidea (Homoptera): a review (en línea) Consultado 03 ene. 2015. Disponible en: <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=2482128&fileId=S0007485300031217>
- Hodkinson, I. 2009. Life cycle variation and adaptation in jumping plant lice (Insecta: Hemiptera: Psylloidea): a global synthesis. *Journal of Natural History* 43 (1-2): 65-179.
- Hollis, D. 1987. Department of Entomology, British Museum (en línea). Consultado 12 dic. 2014. Disponible en: <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto206.html>
- INRENA- Proyecto Algarrobo. 2003. Mapa de Bosques secos del departamento de Lambayeque. Memoria descriptiva.
- Klein, C; Campos, L.1984. Biocenosis del tamaguro (*Prosopis tamaguro philippi*) con especial referencia de los artrópodos fitófagos y sus enemigos naturales (en línea). Consultado 01 feb. 2015. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0418.1978.tb04020.x/abstract>
- Llontop, J; Chávez, D; Díaz, A. 2014. *Enallodiplosis discordis* (DIPTERA: CECIDOMYIIDAE) plaga del algarrobo asociada al cambio climático en la costa norte de Perú. LVI Convención Nacional de Entomología: Resúmenes. Sociedad Entomológica del Perú. Universidad Nacional de Tumbes (en línea). Consultado 06 feb. 2015. Disponible en: http://www.sepperu.net/resumenes_2014.pdf
- Núñez, E. 1993. Insectos del algarrobo (*Prosopis* spp.) en el Perú: costa norte (Piura) y costa central (Ica). *Revista peruana de entomología* 36: 69-83.
- Martín, H. 1997. Efectos del Fenómeno El Niño sobre la ecología y la sanidad vegetal de los cultivos de la costa peruana. *Revista peruana de entomología* 40: 1-8.
- Medina, P. 2003. Inventario Forestal del caserío el Choloque. Chiclayo, PE. 20 p.

- Martos, A. 2015. *Heteropsylla texana* Crawford “psílido del algarrobo” (comunicación personal). Lima, PE. UNALM.
- Martos, A. 2014. Fotografías de *Heteropsylla texana* (Comunicación personal). Lima, PE. UNALM.
- Muddiman, S; Hodkinson, I; Hollis, D. 1992. Legume- feeding psyllids of the genus *Heteropsylla* (Homoptera: Psylloidea). *Bulletin of Entomological Research* 82: 73-117.
- Nakahara, L; Funasaki, G. 1986. Natural enemies of the *Leucaena* psyllid. *Heteropsylla cubana* Crawford (Homoptera). *Leucaena Research Reports* 7: 9-12. (en línea). Consultado 16 nov 2014. Disponible en <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=catalco.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mf=032012>
- Pérez, T. 1999. La especialización en los insectos fitófagos: una regla más que una excepción. *Evolución y Filogenia de Arthropoda. Sección V: Ecología Evolutiva* 26: 759-776.
- Pineda, M; Venegas, K. 2006. Ciclo Biológico del Psílido *Heteropsylla cubana* Crawford, en Guaje Blanco Bajo Condiciones De Invernadero. Tesis Ing. For. Estado de México, MX. Universidad Autónoma Chapingo. 48 p.
- Rodríguez, M; Cambero, J; Robles, A; Carvajal, C. 2012. Enemigos naturales asociados a *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) en Nayarit, México. *Acta Zoológica Mexicana* 28(3): 625-629.
- Rosero, J. 2011. Análisis Dendrocronológico de tres especies forestales del bosque seco ecuatorial. Tesis Ing. For. Lima, PE. UNALM. 124 p.
- Schultze, R. 1994. El “Psyllid” de *Leucaena* también puede ser un problema en América central. *Pasturas tropicales* 16(2):48-50.
- SENAMHI (en línea). Consultado 15 ene. 2015. Disponible en: http://www.senamhi.gob.pe/main_mapa.php?t=dHi
- Shivankar, V; Rao, C. 2010. Psyllids and their management. *Pest Management in Horticultural Ecosystems* 16 (1): 1- 4.

- Thomas, D.2011. Host plants of Psyllids in south Texas (en línea). Consultado 09 feb. 2015. Disponible en: http://www.plantmanagementnetwork.org/proceedings/irchlb/2011/presentations/IRCHLB_2011_3.15.pdf
- Triplehorn, C; Johnson, N. 2005. Borror and delong's introduction to the study of insects. 7th Edition. 864 p.
- Tuthill, L. 1959. Los Psyllidae del Perú Central (Insecta: Homoptera). Revista Peruana de Entomología Agrícola 2(2):1-27.
- Villacarlos, L; Robin, R; Paglinawan,R. 1988.Population trend of Heteropsylla cubana Crawford in Baybay and Villaba. Leucaena Research Reports 9:21-24.
- White, T. 1969. An Index to Measure Weather-Induced Stress of Trees Associated With Outbreaks of Psyllids in Australia. Ecology (en línea). Consultado 20 ene. 2015. Disponible en: <http://www.esajournals.org/doi/abs/10.2307/1933707>

ANEXOS

ANEXO 1

INTENSIDAD DE INFESTACIÓN EN GRADOS, DE *HETEROPSYLLA TEXANA* CRAWFORD, EN BROTES DE “ALGARROBO” *PROSOPIS* SP. EN TONGORRAPE- MOTUPE-LAMBAYEQUE-2014

N° árbo l	1ra Eval.	2da Eval.	3ra Eval.	4ta Eval.	5ta Eval.	6ta Eval.	7ma Eval.	8va Eval.	9na Eval.	10ma Eval.
1	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1
2	3	3	3	2	1	1	1	1	1	1
3	2	3	3	2	2	1	1	1	1	1
4	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
5	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1
6	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1
7	3	3	3	1	2	1	1	1	1	1
8	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1
9	4	3	3	1	2	1	1	1	1	1
10	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1
11	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1
12	4	3	3	1	1	1	1	1	1	1
13	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1
14	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1
15	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1
16	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1
17	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1
18	3	2	2	3	3	2	1	1	1	1
19	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
20	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 2

SEVERIDAD DE DAÑO EN GRADOS, DE *HETEROPSYLLA TEXANA* CRAWFORD, EN BROTES DE “ALGARROBO” *PROSOPIS* SP. EN TONGORRAPE- MOTUPE-LAMBAYEQUE-2014

N° árbo I	1ra Eval.	2da Eval.	3ra Eval.	4ta Eval.	5ta Eval.	6ta Eval.	7ma Eval.	8va Eval.	9na Eval.	10ma Eval.
1	4	4	4	3	3	3	3	2	2	2
2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2
4	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
5	4	3	3	2	2	2	2	2	2	2
6	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3
7	4	4	4	3	3	3	2	2	2	2
8	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3
9	5	5	4	4	3	3	3	3	3	3
10	5	5	4	3	3	3	3	2	2	2
11	5	5	5	3	3	3	3	3	2	2
12	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3
13	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1
14	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3
15	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1
16	2	2	3	3	2	2	2	3	3	2
17	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3
18	3	3	3	3	4	4	2	2	2	2
19	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2

FUENTE: Elaboración propia