



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ARAGÓN"**

IMPACTO DEL PSILIDO (*Glycaspis brimblecombei* Moore) EN EL
ARBOLADO DE EUCALIPTO DEL VIVERO NEZAHUALCÓYOTL Y SU
CONTROL BIOLÓGICO CON *Psyllaephagus bliteus*

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO

DE

PLANIFICADOR PARA EL DESARROLLO AGROPECUARIO

P R E S E N T A

PEDRO FELIPE PÉREZ GONZÁLEZ

**DIRIGIDA POR:
M. en C. RAMIRO RÍOS GÓMEZ**

EDO. MEX.

JUNIO DE 2008.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTO

GRACIAS.

A DIOS.

A mis padres

José Pérez



Gracias Padre, por tu gran apoyo y cariño que me diste todo el tiempo que te tuve y te dedico este trabajo con todo mi amor.

Ma. Guadalupe González López

A ti que eres una gran Madre y compañera que con tu fe, fortaleza y amor eres un ejemplo a seguir el resto de mi vida.

A mis Hermanos.

Jesús Pérez González



Hermano, Gracias por haberme tomado en cuenta en tus últimos momentos, te dedico este trabajo.

A todos ustedes, que me conocen y me aceptan tal como soy, y que comparten este momento con mucha alegría

A la UNAM por darme mi profesión

A mí director de tesis, M. en C. Ramiro Ríos Gómez por su asesoramiento, apoyo y atención en la culminación de este proyecto, pero sobre todo por su gran dedicación para que nuestra carrera engrandezca más a nuestra UNIVERSIDAD.

A Wendy García Pérez Gallardo: por tu gran y oportuno apoyo

“HAY ÁRBOLES EN ESTA TIERRA QUE SE LLAMAN NOPALLÍ QUE QUIERE DECIR TUNAL O ÁRBOL QUE LLEVA TUNAS, ES MONSTRUOSO ESTE ÁRBOL, EL TRONCO SE COMPONE DE LAS HOJAS Y LAS RAMAS SE HACEN DE LAS MISMAS HOJAS”

FRAY BERNARDINO DE SAHÚN

HUEHUETLAHTOLLI

(PLÁTICA DE LOS VIEJOS PARA LOS JÓVENES)

TEN CUIDADO CON LAS COSAS DE LA TIERRA
HAZ ALGO, CORTA LEÑA, LABRA LA TIERRA,
PLANTA NOPALES, PLANTA MAGUEYES.
CON ESO ESTARÁS EN PIE, SERÁS VERDADERO.
TENDRÁS QUE BEBER, QUE COMER, QUE VESTIR,
CON ESO ANDARÁS.
CON ESO SE HABLARÁ DE TI, SE TE ALABARÁ,
CON ESO TE DARÁS A CONOCER.

AKUMI SUUN

Nakumi jun yañi yuku
Nakumi jun yañi yuku
Nakumi sii-ndo yañi tdango
Uu xiko tga'vi ago si zutumañigo
“ra savi”
vachi sa'd ra tinde'e nuu si kasiyo
ta ku'va koo-yo

Mixteco de la Costa
San Agustín Chayuco, Oaxaca

SALUDOS

SALUDOS A TI HERMANO, CERRO
SALUDOS A TI HERMANO, ÁRBOL
SALUDOS A USTEDES HERMANOS
DAMOS GRACIAS A NUESTRO PADRE
LLUVIA”
PORQUE NOS DA TODO PARA COMER
Y NUESTRA FORMA DE VIVIR

NICOLÁS SÁNCHEZ ONOFRE, DE
LA FACULTAD DE ECONOMÍA

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVOS	5
General.....	5
Particulares.....	5
HIPÓTESIS	6
I. ANTECEDENTES	7
II. REVISIÓN DE LITERATURA	10
2.1 Antecedentes históricos del <i>Eucalyptus camaldulensis</i> , en México.....	10
2.2 Características de <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.....	11
2.2.1 Ubicación taxonómica.....	12
2.2.2 Descripción botánica.....	12
2.2.3 Especies afines al <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.....	15
2.3 Características de <i>Glycaspis brimblecombei</i> Moore.....	18
2.3.1 Ubicación taxonómica.....	18
2.3.2 Morfología.....	18
2.3.3 Ciclo biológico.....	21
2.3.4 Daños.....	23
2.3.5 Importancia.....	23
2.4 Métodos de control.....	24
2.4.1 Control cultural.....	24
2.4.2 Control químico.....	25
2.4.3 Control biológico.....	25
2.5 Características de <i>Psyllaephagus bliteus</i>	26
2.5.1 Ubicación taxonómica.....	27
2.5.2 Morfología.....	27
2.5.3 Ciclo biológico.....	32
2.6 Beneficios de las áreas verdes urbanas a la población.....	33
2.6.1 Beneficios ambientales.....	33
2.6.1.1 Beneficios en el agua.....	33
2.6.1.2 Beneficios en el suelo.....	34
2.6.1.3 Beneficios en el aire.....	34
2.6.1.4 Funciones de las áreas verdes en el control de la contaminación.....	35
2.6.1.5 Beneficios a la flora y fauna.....	36
2.6.2 Beneficios psicosociales y culturales.....	36
2.6.2.1 Beneficios a la salud.....	36
2.6.2.2 Recreación y deporte.....	36
2.6.2.3 Fomento a la educación y cultura.....	37
2.6.2.4 Beneficios estéticos.....	37
2.6.3 Beneficios económicos.....	37
2.6.3.1 Generación de empleo.....	37
2.7 La Planificación del Desarrollo Agropecuario en el ámbito de la entomología urbana.....	38
2.8 La planificación de las áreas verdes urbanas.....	43

III. ÁREA DE ESTUDIO	45
3.1 Localización geográfica.....	45
3.2 Porcentaje de área verde.....	45
3.3 Localidades principales.....	47
3.4 Sistema orográfico.....	47
3.5 Condiciones climáticas.....	48
3.6 Condiciones edáficas.....	48
3.7 Descripción de las principales unidades de suelo existente en la delegación de Xochimilco.....	48
3.8 Corrientes de agua.....	49
3.9 Cuerpos de agua.....	49
3.10 Vivero Nezahualcóyotl.....	50
3.10.1 Ubicación.....	50
3.10.2 Clima.....	50
3.10.3 Superficie.....	51
IV. MATERIAL Y MÉTODOS	52
4.1 Monitoreo de poblaciones de <i>Glycaspis brimblecombei</i> y <i>Psyllaephagus bliteus</i> con trampas amarillas.....	52
4.1.1 Elaboración de trampas entomológicas.....	52
4.1.2 Sitio de colocación de trampas entomológicas.....	52
4.1.3 Análisis de trampas entomológicas.....	53
4.2 Análisis de follaje de eucalipto.....	54
4.2.1 Colecta de ramillas de eucalipto.....	55
4.2.2 Análisis de ramillas de eucalipto.....	55
4.3 Porcentaje de parasitismo.....	56
4.3.1 Factor de corrección.....	56
4.3.2 Metodología para determinar el factor de corrección.....	57
4.3.3 Porcentaje de parasitismo.....	57
4.4 Evaluación del nivel de infestación en el follaje de eucalipto por <i>Glycaspis brimblecombei</i>	58
4.5 Caracterización dasométrica.....	59
4.5.1 Levantamiento dasométrico.....	59
4.5.2 Instructivo para la evaluación del arbolado.....	59
4.5.3 Procedimiento.....	60
4.6 Ciclo biológico de <i>Glycaspis brimblecombei</i>	61
4.6.1 Obtención de planta de eucalipto.....	62
4.6.2 Elaboración de la caja de cría del psílido.....	62
4.6.3 Colecta de psílicos adultos.....	63
4.6.4 Infestación de la planta con el psílido.....	63
4.7 Tabla de vida.....	64
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	67
5.1 Fluctuaciones de la población por sexos de <i>Glycaspis brimblecombei</i>	67
5.1.1 Discusión sobre la fluctuación de la población, por sexos, de <i>Glycaspis brimblecombei</i>	67
5.1.2 Fluctuación del total de la población por sexos del parasitoide <i>Psyllaephagus bliteus</i> y las hembras de <i>Glycaspis brimblecombei</i>	72
5.1.3 Discusión sobre la fluctuación del total de la población, por sexo, del parasitoide <i>Psyllaephagus bliteus</i> y las hembras de <i>Glycaspis brimblecombei</i>	73
5.1.4 Fluctuación de poblaciones de <i>Glycaspis brimblecombei</i> y <i>Psyllaephagus bliteus</i>	76

del 20 de noviembre de 2001 a 28 de enero de 2003.....	
5.1.5 Evolución del comportamiento del parasitoide en los períodos comprendidos del 20 de noviembre de 2001 a 28 de enero de 2003 y 5 de mayo de 2004 a mayo de 2005.....	78
5.2 Resultados obtenidos en el análisis de follaje.....	78
5.3 porcentaje de parasitismo.....	79
5.3.1 Liberación del parasitoide en la delegación Xochimilco.....	81
5.4 Situación actual del nivel de infestación por <i>Glycaspis brimblecombei</i> en el eucalipto del vivero Nezahucóyotl.....	83
5.5 Resultados obtenidos en la evaluación dasonómica.....	84
5.5.1 Estructura del arbolado.....	84
5.5.1.1 Estructura diamétrica.....	84
5.5.1.2 Estructura altitudinal.....	85
5.5.1.3 Cobertura foliar.....	86
5.5.1.4 Estructura de condición del arbolado.....	87
5.5.1.4.1 Condición de vigor.....	88
5.5.1.4.2 Condición de seguridad.....	89
5.5.1.5 Impacto ambiental al arbolado.....	90
5.5.1.6 Tratamientos recomendados.....	90
5.6 Resultados obtenidos en la tabla de vida.....	92
VI. CONCLUSIONES	97
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100

APÉNDICE

Formato 1 Para monitoreo de poblaciones de *G. brimblecombei* y *P. bliteus* en trampas amarillas

Formato 2 Para el concentrado de datos del análisis de follaje

Formato 3 Para la toma de datos dasonómicos en campo

Especie de árbol censado en el Vivero: Cuadro 1

Función: cuadro 2

Vigor: Cuadro 3

Densidad de copa: Cuadro 4

Balance de copa: Cuadro 5

Estructura: Cuadro 6

Estado del tronco: Cuadro 7

Estado de la raíz: Cuadro 8

Diámetro normal: Cuadro 9

Diámetro de copa: Cuadro 10

Altura: Cuadro 11

Altura de copa: Cuadro 12

Impacto ambiental: Cuadro 13

Tratamientos: Cuadro 14

De poda: Cuadro 15

Razones para el derribo: Cuadro 16

Condición de los eucaliptos: Cuadro 17

Porcentaje de infestación en follaje : Cuadro 18

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1 Características morfológicas afines al <i>E. camaldulensis</i> Dehnh.....	16
Cuadro 2 Especies Australianas afines del <i>E. camaldulensis</i> Dehnh.....	17
Cuadro 3 Superficie de área verde por habitante en la delegación Xochimilco.....	47
Cuadro 4 Datos climatológicos de la delegación Xochimilco.....	50
Cuadro 5 Número de psílicos y parasitoides de mayo del 2004 a mayo del 2005.....	68
Cuadro 6 Resultados del primer semestre.....	79
Cuadro 7 Resultados del segundo semestre.....	79
Cuadro 8 Liberaciones del parasitoide en la delegación Xochimilco.....	81
Cuadro 9 Resultados obtenidos en la tabla de vida del psílido del eucalipto.....	92
Cuadro 10 Causas de muerte de <i>G. brimblecombei</i> en el vivero Nezahualcóyotl.....	94

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Descripción botánica de <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	15
Figura 2 <i>G. brimblecombei</i>	20
Figura 3 Estados inmaduros de <i>G. brimblecombei</i>	21
Figura 4 Presencia de Fumagina.....	23
Figura 5 Adultos de <i>P. bliteus</i>	28
Figura 6 Pupa y momia de <i>P. bliteus</i>	29
Figura 7 Larva de <i>P. bliteus</i>	31
Figura 8 Huevo y tubo respiratorio de <i>P. bliteus</i> dentro del cuerpo de la ninfa parasitada de <i>G. brimblecombei</i>	32
Figura 9 Área de estudio.....	46
Figura 10 Monitoreo de poblaciones de <i>G. brimblecombei</i> y <i>P. bliteus</i> en trampas amarillas.....	54
Figura 11 Análisis de follaje.....	56
Figura 12 Sitios con <i>E. camaldulensis</i>	58
Figura 13 Procedimiento para el Levantamiento dasonómico.....	61
Figura 14 Planta de <i>E. camaldulensis</i>	62
Figura 15 Caja de cría del psílido.....	63
Figura 16 Ramilla cubierta con bolsa de organza.....	64
Figura 17 Comportamiento poblacional por sexo de <i>G. brimblecombei</i> en el vivero Nezahualcóyotl a lo largo de un año.....	71
Figura 18 Comportamiento poblacional por sexo del parasitoide <i>Psyllaephagus bliteus</i> y las hembras de <i>G. brimblecombei</i> en el vivero Nezahualcóyotl a lo largo de un año.....	75
Figura 19 Fluctuación de poblaciones de <i>G. brimblecombei</i> y <i>P. bliteus</i> del 20 de noviembre de 2001 a 28 de enero de 2003.....	76
Figura 20 Porcentaje de cobertura foliar por <i>G. brimblecombei</i>	83
Figura 21 Estructura diamétrica en el arbolado de el vivero Nezahualcóyotl.....	85
Figura 22 Estructura altitudinal del arbolado de eucalipto en el vivero Nezahualcóyotl.....	86
Figura 23 Cobertura foliar del arbolado de eucalipto en el vivero Nezahualcóyotl.....	87
Figura 24 Condición de vigor de eucalipto en el vivero Nezahualcóyotl.....	88
Figura 25 Condición de seguridad del arbolado de eucalipto en el vivero Nezahualcóyotl.....	89
Figura 26 Tabla de vida de <i>G. brimblecombei</i>	94
Figura 27 León de los pulgones o mosca de alas de encaje <i>Chrysopa plorabunda</i>	96

RESUMEN

En el vivero Nezahualcóyotl, en Xochimilco D. F. se estudió el impacto que ejerce el parasitoide *Psyllaephagus bliteus* sobre el control biológico del psílido *Glycaspis brimblecombei*, plaga que ataca generalmente al eucalipto. Esta plaga se estableció desde hace cinco años ocasionando un problema debido a que durante sus etapas de desarrollo (5 instares, antes de llegar a adulto), se alimenta de la savia de las hojas de *Eucalyptus camaldulensis*, por ser éste su hospedero preferido.

Durante el desarrollo de la investigación fue necesario realizar monitoreos y análisis de las poblaciones de *G. brimblecombei* y *P. bliteus*. Asimismo se hicieron análisis de follaje para evaluar el porcentaje de parasitismo y el nivel de infestación del arbolado de eucalipto por *G. brimblecombei* para determinar la presencia y efecto del parasitoide sobre la población de la plaga.

Posteriormente se llevó acabo un levantamiento dasonómico, con el fin de evaluar las diferentes estructuras del arbolado como el diámetro, la altura, el área foliar, la condición del árbol en cuanto a vigor y de seguridad, impacto ambiental y tratamientos.

Finalmente para conocer el impacto del parasitoide y otros depredadores sobre la plaga se elaboró una tabla de vida, donde los resultados indicaron un índice de crecimiento poblacional de **30%**, lo cual permitió establecer el gran potencial de regulación poblacional de algunos factores ambientales, principalmente bióticos sobre este insecto en la zona.

Se encontró que a pesar de que el 100% del arbolado de eucalipto en el vivero está plagado el tamaño de la población y por ende la severidad del daño que esta plaga causó, está biológicamente controlado gracias a la liberación y reproducción

del parasitoide natural *P. bliteus*, de este modo, la evaluación dasonómica de *E. camaldulensis* en el sitio indicó baja defoliación, ausencia de mortalidad, bajo porcentaje de árboles en decline, buen vigor y de crecimiento, lo cual ubica al arbolado en una condición de seguridad que varía de buena a excelente.

Palabras clave: *Glycaspis brimblecombei*, *Psyllaephagus bliteus*, *Eucalyptus camaldulensis*, control biológico.

INTRODUCCIÓN

El género *Eucalyptus*, es nativo de Australia, fue introducido a México para reforestar principalmente zonas degradadas de zonas semiáridas. También fue utilizado para la creación de áreas verdes en parques y jardines, para reforestar en avenidas y calles, así como en plantaciones forestales en general. Actualmente las especies *Eucalyptus camaldulensis* y *Eucalyptus globulus* se encuentran distribuidas por casi todo el país (García, 2003).

La utilización del eucalipto ha traído diversas ventajas: su rentabilidad, una alta tasa de crecimiento y formación de biomasa, adecuación a suelos de baja calidad, alto porcentaje de supervivencia en condiciones ecológicas adversas, su papel en la conservación de suelo y captura de contaminantes del aire, además de ser valioso en la reforestación de antiguos rellenos sanitarios y formación de barreras rompevientos. Algunas desventajas que se pueden mencionar son: consume grandes cantidades de agua, a veces afectan algunas instalaciones urbanas donde son plantados, además de que permite la entrada de plagas y enfermedades exóticas al país, entre otras (Martínez y Chacalo, 1994).

Actualmente, la situación de los eucaliptos en México no es muy alentadora, ya que en esta Ciudad los daños principales a los que se enfrenta un árbol como el eucalipto son los siguientes: 1. Daños causados por vandalismo o accidentes, 2. Mala selección de las especies que se plantan, 3. Compactación o estrés por sequía o baja temperatura, 4. Daños por plagas o enfermedades, contaminantes atmosféricos y desnutrición.

Es en este último rubro lo que a causado la defoliación del eucalipto rojo (*E. camaldulensis*) ya que en los últimos años, las enfermedades y las plagas que han resultado más severos en cuanto a su forma de ataque y daños al arbolado en pie,

han sido más evidentes en las especies exóticas o introducidas, ya que al ofrecer poca resistencia son propensos a un mayor ataque y muchas veces hasta la muerte del hospedero.

Este ha sido el caso de la introducción de la conchuela del eucalipto *Glycaspis brimblecombei* (Hemíptera: Psylloidea: Spondylaspididae), que es una plaga de origen australiano y constituye una de las plagas primarias en *E. camaldulensis*; y desde su surgimiento en México por primera vez en el año 2000, causó infestaciones severas ya que no contaba con enemigos naturales, convirtiéndose en un problema ecológico de grandes dimensiones. El principal problema que ocasiona en el arbolado es la pérdida de follaje, con ello la disminución en el crecimiento, la muerte en puntas y ramas e incluso gran susceptibilidad al establecimiento de insectos y enfermedades que pueden causar finalmente la muerte al árbol (Cibrián, *et al.*, 2001a).

Por esta razón, las autoridades ambientales de la Ciudad de México decidieron introducir el parasitoide, *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) para implementar el control biológico clásico y fue la Delegación Xochimilco una de las 16 delegaciones donde se ha llevado a cabo las liberaciones de este parasitoide, desde el 2001.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar el impacto del psílido *Glycaspis brimblecombei* que se encuentra en el arbolado de *Eucalyptus camaldulensis* dentro del vivero Nezahualcóyotl, así como cuantificar la reducción de su población por su control biológico mediante el parasitoide *Psyllaephagus bliteus*.

Objetivos Particulares

- Evaluar el nivel de infestación del arbolado de *Eucalyptus camaldulensis* por *Glycaspis brimblecombei*.
- Evaluar el porcentaje de parasitismo de *Glycaspis brimblecombei* por *Psyllaephagus bliteus*.
- Describir el ciclo de vida de *Glycaspis brimblecombei* y *Psyllaephagus bliteus*.
- Determinar si *Psyllaephagus bliteus* tiene como única fuente de alimento al psílido.

HIPÓTESIS

La presencia del parasitoide *Psyllaephagus bliteus* y su incremento poblacional como resultado de la reproducción natural y de las liberaciones hechas por el Centro de Manejo Fitosanitario para las Áreas Verdes (CEMFAV), han conducido a una reducción de la población de *Glycaspis brimblecombei*

I. ANTECEDENTES

El *Glycaspis brimblecombei* es originario de Australia y constituye una de las plagas primarias en eucalipto rojo (Moore, 1964, citado por Campos 2001) Actualmente se encuentra distribuido en todo el estado de California Estados Unidos de Norteamérica.

En Tijuana, México, se reconocieron las primeras infestaciones severas en septiembre de 1999. En junio de 2000 se detectó el ataque de *G. brimblecombei* en árboles de Eucalipto en el parque “El Centinela” de la Ciudad de Guadalajara y ya para septiembre de ese mismo año se tuvieron infestaciones severas en varias partes de la misma ciudad. Para diciembre de 2002 se detectó en 24 entidades Federativas de México, desde Baja California hasta Oaxaca. En los árboles de la Ciudad de México se detectó por primera vez en abril de 2001 (Cibrián, 2002).

En la actualidad ya existe información sobre el psílido en el país, gracias a los trabajos realizados por la Universidad Autónoma de Chapingo y otras instituciones que crearon diversos programas para controlar la plaga. Mediante estos programas se logró dar a conocer la bionomía¹, los daños que ocasiona y la efectividad de un control biológico clásico mediante la utilización del parasitoide *Psyllaephagus bliteus* (Arcos, 2003; Plascencia, 2003; Sánchez, 2003).

Cibrián *et al.* (2001), realizaron inspecciones de detección y estimación de daños de *G. brimblecombei* en eucalipto en Baja California, Jalisco, Estado de México y Distrito Federal, estructurando un programa de control biológico de esta plaga por medio de la importación de *P. bliteus* en marzo del 2001, el cual ha dado resultados favorables en su establecimiento en el país.

¹ Sociedad Española de Ciencias Forestales, 2005. Disciplina que estudia los efectos recíprocos de un organismo o grupos de organismos con el universo y otros organismos. En sentido más restringido, se aplica para definir el ciclo biológico de una especie.

Para dar continuidad a las actividades de control biológico del psílido del eucalipto *G. brimblecombei* mediante su parasitoide *P. bliteus* y para evaluar la interacción entre ambas poblaciones en la Ciudad de México, el Gobierno del Distrito Federal, por parte de la Secretaría del Medio Ambiente, estableció el convenio “CONV-UACH-GDF-SMA-FA-02-2003”, con la Universidad Autónoma Chapingo, en el año 2003, en este convenio se especifican los “Términos de referencia, para la implementación de la transferencia de tecnología para el control de *Glycaspis brimblecombei*, mediante el cultivo y cría del insecto parasitoide *Psyllaephagus bliteus*”. Este convenio tubo la finalidad de capacitar al personal técnico que continuará con el control biológico del psílido del eucalipto *G. brimblecombei* por medio de su parasitoide *P. bliteus* en la Ciudad de México. Los cuatro grandes temas a cubrir en este convenio fueron:

1. Introducción y antecedentes sobre *Glycaspis brimblecombei* y de su parasitoide *Psyllaephagus bliteus*.
2. Cultivo y cría de *Glycaspis brimblecombei* y de su parasitoide *Psyllaephagus bliteus*.
3. Liberación del parasitoide *Psyllaephagus bliteus*.
4. Monitoreo de poblaciones de *Glycaspis brimblecombei* y de su parasitoide *Psyllaephagus bliteus*.

Actualmente la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, a través del Centro de Manejo Fitosanitario para las Áreas Verdes del Distrito Federal (CEMFAV), que se ubica dentro de las instalaciones del vivero Nezahualcóyotl, lleva acabo la cría y cultivo del psílido y de su parasitoide, realiza la liberación del parasitoide en las 16 delegaciones del D. F. y el monitoreo de las poblaciones del psílido y su parasitoide. La finalidad de estas acciones es lograr el

control biológico de la plaga del eucalipto a fin de mantener la calidad y diversidad de especies en las áreas verdes del D. F. y área conurbana.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes históricos del *Eucalyptus camaldulensis*, en México.

Durante el porfiriato, las plazas mayores de todas las ciudades se convirtieron en frondosos jardines o en parques. Típicos de esa época fueron los quioscos musicales y los pabellones de los jardines. Los había orientales y moriscos, según la moda iniciada por el Pabellón Real de Brighton. Porfirio Díaz dio al castillo de Chapultepec, residencia presidencial, gran parte de la fisonomía que actualmente conserva.

El Ing. Miguel Ángel de Quevedo fue designado miembro del ayuntamiento de la Ciudad de México con el cargo de Regidor de obras Públicas en 1901 pasando en 1903 al consejo Superior de Salubridad en donde establece la sección de Ingeniería. A través de estos cargos, Quevedo empezó a influir para desarrollar con mayor celeridad y eficacia las labores de arborización.

Quevedo asiste en 1907 al 11 Congreso Internacional de Higiene y Urbanismo celebrado en Berlín, al término del Congreso, Quevedo extiende su viaje de estudios a otras regiones de Europa, interesándose sobre todo en aquéllas con condiciones semejantes al valle de México que estuvieran siendo sometidas a reforestación. Visita las entonces colonias francesas del norte de África, Argelia y Túnez, reconociendo que de donde más provecho obtiene es de Argelia por la semejanza del clima y condiciones de la altiplanicie del valle de México.

El director del servicio forestal de estas colonias, le recomienda utilizar las técnicas francesas para la repoblación del valle y además le facilita semillas de diferentes especies arbóreas entre ellas: acacias, mimosas, variedades de eucalipto hasta entonces no utilizadas en México (solo el *E. globulus*), casuarinas, *P. cembroides*, (más tarde encontraría que esta especie también es nativa de

México), *P. pinea* y *Tamarix* sp. entre otras. Luego de su recorrido por otros países más, regresa a París donde le conceden que viaje a México una comisión de personal técnico del Servicio de Aguas y Bosques para apoyarlo en los trabajos de reforestación del valle y del Puerto de Veracruz, así como para fundar la Escuela de Enseñanza Forestal. Gobierno del Distrito Federal (2000a).

2.2 Características de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh

Eucalyptus camaldulensis Dehnh, se le nombra en otras partes como “Murray red gum” ó “River red gum”, por referencia a su madera de color rojo y por pertenecer a un grupo de especies con corteza caduca. Es nativo de Australia, donde se le encuentra distribuido en grandes superficies terrestres formando masas puras a lo largo de los ríos (Holliday, 2000). Esta especie introducida en México, llega a crecer en forma espontánea en terrenos baldíos y áreas perturbadas. Actualmente es una de las especies más extendida mundialmente y una de las más comunes en la Ciudad de México, manifestando, con ello, su adaptabilidad a muy diversos climas y sustratos (Martínez y Chacalo, 1994).

E. camaldulensis es la especie huésped principal de *Glycaspis brimblecombei*, sin embargo los árboles de *E. rudis* y *E. tereticornis* son muy susceptibles, aunque son trece las especies del género *Eucalyptus* que son afectadas.

2.2.1 Ubicación taxonómica

Reino: Vegetal
Filum: Tracheophyta
Subfilum: Spermopsida
Orden: Angiospermas
Familia: Myrtaceae
Genero: *Eucalyptus*
Subgénero: Dicotiledoneae
Eucalyptus camaldulensis Dehn

2.2.2 Descripción botánica

Árbol de 20 a 50 m de altura (Figura 1A), puede alcanzar hasta 2 m de diámetro. Aislado, puede desarrollar una copa globulosa y el follaje y las ramas colgantes son permeables a la luz. Como árbol forestal, el tronco puede ser fusiforme hasta gran altura, aclarándose el follaje y permaneciendo el sotobosque relativamente claro (FAO, 1956).

Corteza: a la mitad del tronco es caduca, desprendiéndose anualmente en placas combadas mas o menos largas y extensas, la nueva corteza que queda al descubierto es de color claro con reflejos plateados, en marcado contraste con los restos de corteza del año anterior, la cual es generalmente mate con algunas vetas de color pardo rojizos. La corteza de las ramas jóvenes es francamente roja y muestra cuatro aspectos diferentes, que van desapareciendo a medida que se aclara el color general. En árboles de cierto diámetro, en la base del tronco y hasta una altura que aumenta con la edad, el ritidoma², deja de crecer, se agrieta y adquiere exteriormente un color pardo más o menos oscuro.

1

2 Sociedad Española de Ciencias Forestales, 2005. (Conjunto de tejidos muertos que cubren los troncos, ramas y raíces viejas. Es un término técnico para la corteza externa que consta de epidermis y tejido de córtex y floema ya muertos)

Puede alcanzar un espesor del orden de 5 cm, su estructura es fibrosa; su color, rosa asalmonado, con bastante contenido de tanino.

Madera Adulta: La albura son los tejidos leñosos ubicados inmediatamente por debajo de la corteza, son de color blanco amarillento y son los que se transforman en seguida en madera adulta de color rojo caoba, medianamente pesada y dura, muy pulida y con anillos anuales no muy diferenciados. La madera adulta en su estructura anatómica muestra pocos vasos, relativamente (unos 10 por mm²), aislados o en pares; los rayos medulares son unicelulares, biseriales y triseriales con lo que se diferencia notablemente de la madera del *E. tereticornis*, cuyos rayos son uniseriales. Parénquima abundante y difuso, con tendencia a agruparse a lo largo de los rayos y con múltiples células llenas de resina y de goma.

Hojas Jóvenes: hojas primordiales aparecen inmediatamente después de la germinación (Figura 1B) son opuestas, en pequeños números de pares (3 a 4), transformándose después en alternas, como las de los brotes de cepa; pecioladas, lanceoladas, glabras, verde mate, ligeramente glaucas, pasando a menudo al rojo.

Hojas Adultas: Alternas de color verde mate en ambas caras y con peciolo de 1 a 3 cm. Miden, por lo regular de 12 a 22 cm. de largo por 0.8 a 1.5 cm. de ancho. La nervadura secundaria poco o nada predominante, es oblicua, formando los nervios secundarios con el principal un ángulo de unos 30° pinnatinervia e irregularmente anastomosada. La nervadura intramarginal está notablemente separada del borde foliar (Figura 1C).

Ramas: de color rojizo, sección cuadrada, o cuando menos, angulosa, atenuándose rápidamente y haciéndose bastante flexible con los años (Figura 1D).

Inflorescencias: En umbelas axilares de 5 a 10 flores, con pedúnculo cilíndrico, de 10 a 15 mm de longitud (Figura 1E).

Yemas: Con pedicelos de 4 a 5 mm de diámetro finos y alargados; opérculo cónico más o menos rostrado y de 1 a 3 veces más largo que el receptáculo floral, pedicelo excluido (Figura 1F).

Estambres: Abundantes, plegados en 2 bajo el opérculo; llegando a la madurez, las anteras se abren en fisuras paralelas, e incluyen una pequeña glándula dorsal globulosa.

Pistilo: Anguloso y más corto que los estambres.

Frutos: El fruto formado por el desarrollo del receptáculo calicinal es leñoso, hemisférico, con pedicelo fino, o anchamente turbinado y coronado por un disco bien prominente del cual lo separa una línea bastante sutil. El conjunto puede medir de 5 a 6 mm de diámetro y 7 a 8 de altura; Al madurar, la cápsula se abre en 4 valvas, y a veces 3, francamente externas, deltoides y ligeramente incurvadas (Figuras 1G y H)

Semillas: Fértiles de color pardo claro, poliédricas, con ángulos muy marcados, y menos de 1 mm de diámetro medio. Van acompañadas de muchos granos vanos del mismo color o algo más oscuros (Figura 1I).

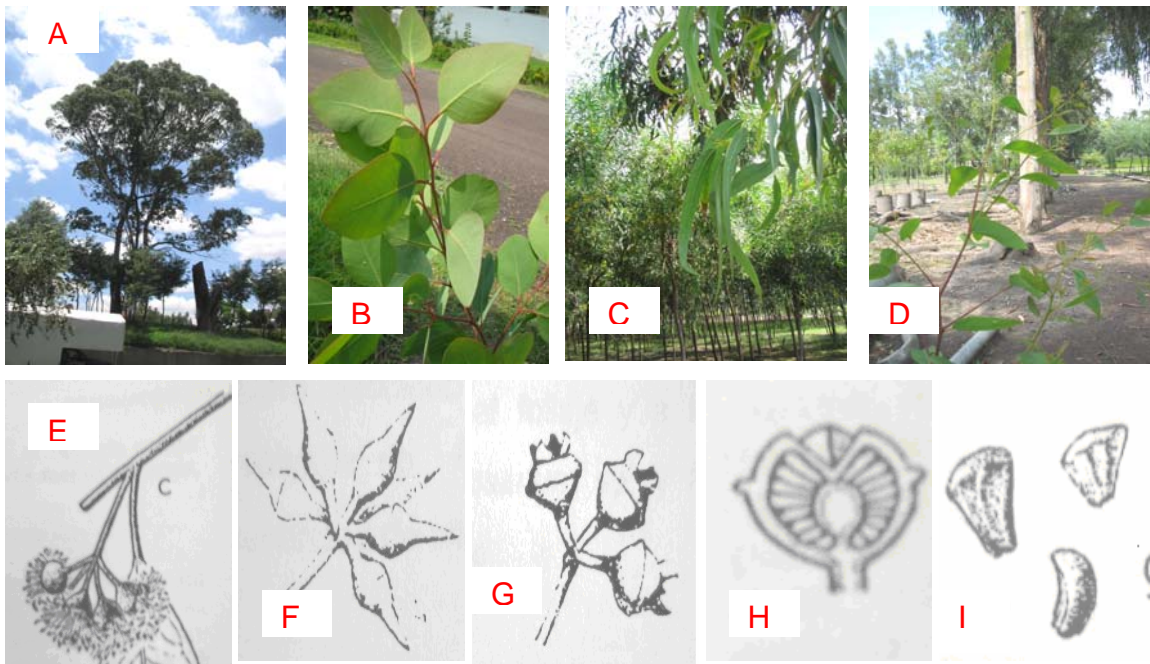


Figura 1. Descripción botánica de *E. camaldulensis* A. Árbol. B. Hojas jóvenes. C. Hojas adultas. D. Ramas. E*. Inflorescencia. F**. G**. Frutos. H*. Corte de un fruto. I*. Semillas.

Nota * Figuras tomadas de Mangieri *et al*

** Figuras tomadas de Metro, 1981.

2.2.3 Especies afines al *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh

En el grupo de las especies afines de eucaliptos (Cuadro 2) que se presentan con la misma morfología general e igual follaje que el *Eucalyptus camaldulensis* cabe citar las siguientes: *E. amplifolia* Naudin, *E. blakelyi* Maiden y sus variedades, *E. dealbata* A. Cunn, *E. exserta* F. v. M., *E. oviformis* Maiden y Blakely, *E. rudis* Endl., *E. tereticornis* Sm. y sus múltiples variedades.

El cuadro 1 agrupa las características morfológicas que pueden servir para distinguir e identificar estas especies. Entre estas características, las que parecen más típicas han servido para establecer la siguiente clave de identificación:

Cuadro 1. Características morfológicas afines al *E. camaldulensis* Dehnh

Características	Especie
Corteza caduca	
Yema con opérculo rostrado	<i>E. camaldulensis</i>
Yema con opérculo cónico	
Inflorescencias en umbela axilares con muchas flores (7-20)	<i>E. amplifolia</i>
Inflorescencias en umbelas axilares y 4 a 12 flores	
Hojas jóvenes ligeramente glaucas	<i>E. blakelyi</i>
Hojas jóvenes verdes	
Hojas adultas lanceoladas, largas	<i>E. oviformis</i>
Hojas maduras lanceoladas, estrechas	<i>E. tereticornis</i>
Corteza persistente	
Fruto ancho, muy poco copulado	<i>E. rudis</i>
Fruto hemisférico, cupulado	
Yema con opérculo glauco	<i>E. dealbata</i>
Yema con opérculo cónico no glauco	<i>E. exserta</i>

Cuadro 2. Especies Australianas afines del *E. camaldulensis* Dehnh

Características/ Especie	<i>E. exserta</i>	<i>E. oviformis</i>	<i>E. tereticornis</i>	<i>E. amplifolia</i>	<i>E. blakelyi</i>	<i>E. rudis</i>	<i>E. dealbata</i>
Porte	muy erecto, poco ramoso en estado joven	erecto	erecto	erecto	erecto	bastante erecto	torcido, árbol pequeño
corteza	persistente	caduca	caduca	caduca	caduca	persistente a bastante altura del tronco	persistente a bastante altura del tronco
hojas juvenes	estrechas	bastante anchas	bastante anchas, verde oscuro	ovales a orbiculares	ovales a orbiculares, ligeramente glaucas	ovales, ligeramente glaucas	ovales, glaucas
hojas maduras	muy estrechas a menudo lineales	lanceoladas, anchas	lanceoladas, estrechas	lanceoladas	lanceoladas	lanceoladas	lanceoladas, más o menos glaucas
inflorescencias	axilares, de 5 a 8 flores	axilares, de 5 a 7 flores	axilares, de 5 a 12 flores	axiales, de 7 a 20 flores	axilares, de 7 a 20 flores	axilares, de 4 a 10 flores	axilares, de 5 a 8 flores
yemas y opérculos	pediceleadas, cónicos	pedicelos cilíndricos con opérculo cónico obtuso y tan largo como el receptáculo	opérculo cónico y más o menos alargado, de 2 a 3 veces más largo que el receptáculo	opérculo cónico 3 veces más largo que el receptáculo	opérculo cónico, 1 ½ veces más largo que el receptáculo	opérculo cónico, corto y ancho	muy glaucas, opérculo cónico obtuso
estambres	cónicos	cónicos	erectos bajo el opérculo de la yema	cónicos	cónicos	cónicos	cónicos
fruto	muy cupulado, con valvas exertas	ovoide, valvas ligeramente exertas	hemisférico, cupulado, con valvas marcadamente exertas	hemisferia, cupulado, con valvas marcadamente exertas	hemisférico, ligeramente cupulado, con valvas exertas y subuladas	ancho, con disco casi plano (muy poco cupulado)	pedicelos cortos, ligeramente glaucos cupulados, con valvas pequeñas y exertas
madera	parda	rojiza	roja	roja	roja	parda claro a pálido	roja

2.3 Características de *Glycaspis brimblecombei* Moore

La conchuela del eucalipto es un insecto originario del sur de Australia, además de ser un psílido asociado a los eucaliptos en México, los psílicos son insectos pequeños, que en su forma superficialmente se parecen a las cigarras. Tienen algunas similitudes con los pulgones, pero presentan patas saltadoras fuertes y antenas relativamente largas. Muchas especies producen grandes cantidades de secreciones cerosas que recuerdan a los pulgones laníferos y algunos producen agallas en el follaje. Se alimentan de la savia de las plantas.

2.3.1 Ubicación taxonómica

Clase: Insecta
Orden: Hemiptera
Superfamilia: psylloidea
Familia: Spondyliaspidae
Género: *Glycaspis*
Glycaspis brimblecombei Moore

2.3.2 Morfología

De acuerdo con Don Juan (2003, com. pers), *Glycaspis brimblecombei* presenta las siguientes características morfológicas:

Adultos. Los adultos presentan conos genales y existe dimorfismo sexual. La hembra presenta coloraciones variadas que van desde verde turquesa a rojo, antenas filiformes de 10 segmentos, donde el último segmento antenal presenta una uña, tarsos de 2 segmentos, alas membranosas, hialinas y con terminación en punta, la parte terminal del abdomen es redondeada con una pequeña protuberancia que es por donde salen los huevecillos. El macho presenta coloración variada, verde, café, rojo; antenas filiformes, de 10 segmentos, presentan una uña en el último segmento antenal; es de menor tamaño que la hembra; tarso de 2 segmentos, alas membranosas, abdomen reducido de la parte

media a la parte posterior con 8 tergitos, con dos proyecciones dirigidas hacia arriba llamadas forceps los cuales utiliza para sujetar la hembra a la hora de copular. Sánchez (2003) reporta que las hembras son ligeramente más grandes que los machos (Figura 2A y 2B); miden entre 2.7 y 4.5 mm de longitud y los machos de 2.7 hasta 3.95 mm; el abdomen de las hembras pueden medir de 0.55 a 0.85 mm y el de los machos de 0.45 hasta 0.7 mm.

Ninfas. Presenta cinco instares ninfales. La característica que se toma en cuenta para diferenciar de un instar a otro es el número de segmentos antenales (Figura 3). Las ninfas de primer instar son aplanadas dorsoventralmente, de color amarillo, con 3 segmentos antenales donde el último segmento es más largo y delgado comparado con la ninfa de segundo instar, presenta tarsos con una uña. La ninfa de segundo instar es aplanada dorsoventralmente, de color amarillo, con tres segmentos antenales donde a diferencia de las ninfas de primer instar, el último segmento antenal es más corto y robusto, además presenta tarsos con dos uñas. La ninfa de tercer instar es aplanada dorsoventralmente, de color amarillo, antena con cinco segmentos y los paquetes alares de color amarillo y poco notables, tarsos de 2 uñas. La ninfa de cuarto instar es aplanada dorsoventralmente, color variable de naranja, amarillo y verde, paquetes alares de color café oscuro, tarso con dos uñas y antenas de siete segmentos de color café. La ninfa de quinto instar es aplanado dorsoventralmente, color variable de naranja, amarillo y verde, paquetes alares de color café, tarso con dos uñas y antenas de nueve segmentos.

Sánchez (2003) reporta que la ninfa (Figura 2C y 2E), forma una cubierta protectora llamada concha (lerp) de color blanco que se asemeja a una escama, está formada por ceras y azúcares y tiene una textura cristalina, con escasas proyecciones a manera de hilos de azúcar. En las ninfas viejas tiene la apariencia de una concha de color oscuro, debido a que se cubre del hongo fumagina. Las

conchuelas que forma el quinto instar, miden en promedio 3 mm de ancho y 2 mm de alto.

Huevo. Los huevecillos son piriformes, de color blanco perla recién depositados y amarillo claro a naranja a punto de eclosionar (Figura 2D), miden de 0.32 a 0.38 mm de largo y 0.12 a 0.16 mm de ancho.

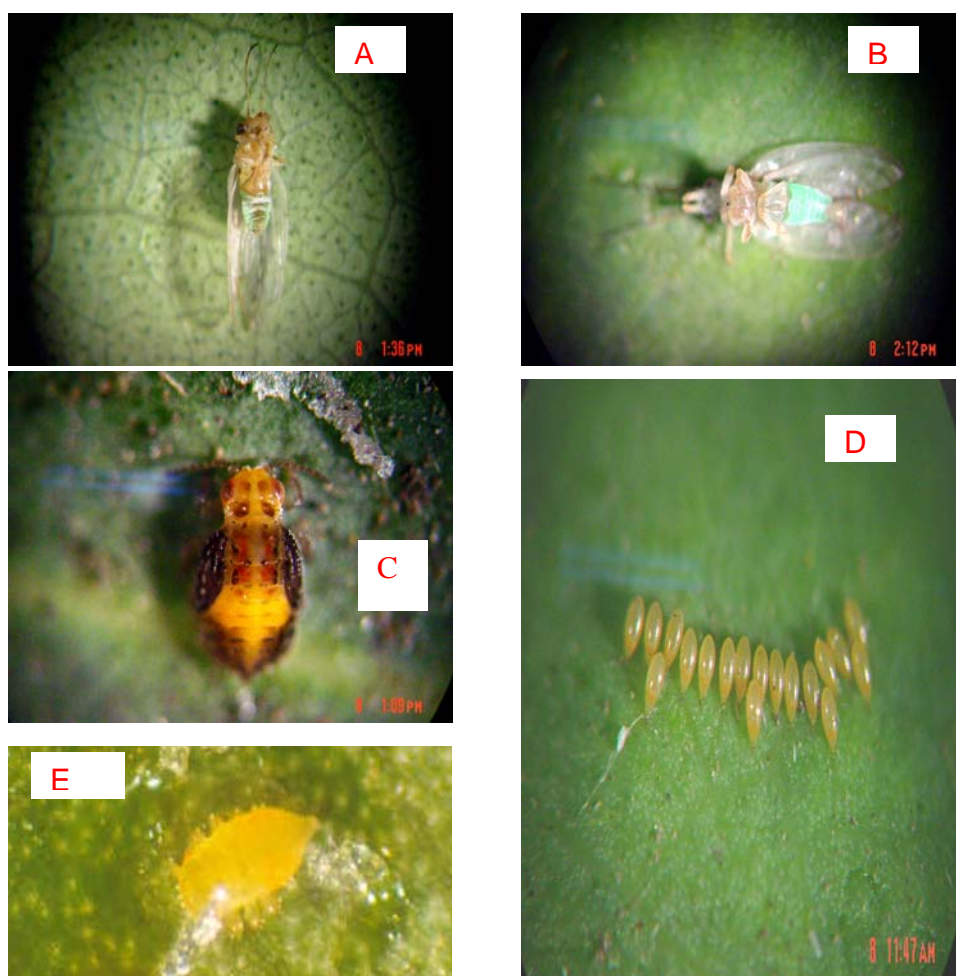


Figura 2. *G. brimblecombei*. A. Hembra. B. Macho. C. Ninfa madura. D. Huevecillos. E*. Ninfa emergida del huevecillo
*Nota Figura tomada de (Arcos, 2003).



Figura 3. Estados inmaduros de *G. brimblecombei*. A y a, Ninfa de primer instar con tres segmentos antenales. B y b, Ninfa de segundo instar con tres segmentos antenales. C y c*. Ninfa de tercer instar con cinco segmentos antenales. D y d, Ninfa de cuarto instar con siete segmentos antenales. E, F y e, Ninfa de quinto instar con nueve segmentos antenales

* Nota Figuras tomadas de (Sánchez, 2003)

2.3.3 Ciclo biológico

Las hembras depositan sus huevos en hileras o en grupos dispersos preferentemente en las hojas jóvenes y en brotes nuevos de los eucaliptos, pero en infestaciones severas pueden ovipositar en hojas maduras. En crías confinadas se encontró que las hembras ponen en promedio 119 huevos (mínimo 46 y máximo 280). El huevecillo se adhiere a la hoja mediante un pedicelo y madura en un periodo de 11 a 15 días. Después de emerger los huevos, las ninfas de primer

instar se desplazan sobre la hoja de eucalipto hasta encontrar un sitio para fijarse; pero una parte de la población se desplaza hacia otras hojas (Sánchez, 2003).

Después de establecerse, la ninfa del primer instar empieza a formar su concha protectora, la cual es formada por la secreción de hilos de ceras y azúcares que salen por la parte distal del abdomen. Con la punta del abdomen hace movimientos en forma de arco para generar los soportes de la conchuela y posteriormente con movimientos semicirculares horizontales recubre con cera las paredes de la conchuela. Cuando por alguna razón la conchuela es removida, la ninfa inicia inmediatamente una nueva, la cual le puede llevar hasta una hora. Las ninfas pasan todos sus instares cubiertos por la concha de azúcar cristalizada, hasta que llegan a adultos. Al pasar de un estado ninfal a otro, la ninfa construye una nueva conchuela desplazando hacia arriba a las conchuelas vacías e integrando la exuvia a la nueva. Cuando las ninfas han completado su desarrollo, los adultos alados dejan la concha protectora y vuelan a nuevas hojas en los árboles de eucalipto para copular y alimentarse. La cópula puede durar desde segundos hasta casi dos horas. Una hembra llega a copular con varios machos antes y después de ovipositar. Los adultos se alimentan principalmente de brotes y hojas recientes, agitando vigorosamente sus tarsos y antenas. (Sánchez, 2003).

En Chapingo. Plascencia (2003) observó en condiciones de invernadero en el mes de junio, que se requiere de 4 semanas para obtener una generación nueva de psílicos adultos. También, Sánchez (2003), observó en los meses de octubre de 2002 a enero de 2003 el ciclo biológico bajo condiciones de invernadero a diferentes condiciones de temperatura y determinó que este puede durar desde 25 hasta 45 días. En conclusión se asume que en Chapingo y el Distrito Federal se pueden presentar más de 6 generaciones por año. Un adulto en cautiverio puede llegar a vivir de 9 a 11 días.

2.3.4 Daños

Los adultos se alimentan principalmente de brotes y hojas recientes, agitando vigorosamente sus tarsos y antenas. La alimentación intensiva de los psílidos en el follaje, ocasiona una disminución de la clorofila y de la captación de luz por la hoja. Posteriormente un hongo denominado vulgarmente fumagina (Figura 4), formado por colonias de distintas especies de hongos (*Capnodium*, *Cladosporium*, *Aureobasidium*, *Fumago*, *Limacinia*, *Antennaria*, etc), se empieza su desarrollo, favorecido por las secreciones azucaradas de insectos como pulgones, chanchitos blancos, conchuelas, etc., su micelio tiene el aspecto de una ceniza o polvo negro.

Este hongo externo al cubrir las hojas y troncos impide las funciones normales vegetativas como son la transpiración y la función clorofílica (Clemente *et al.*, 2002; Curiel, 2003 y Sánchez, 2003).



Figura 4. Presencia de Fumagina

2.3.5 Importancia

Debido a que en México existe una gran cantidad de eucaliptos y que la plaga introducida representa un daño de importancia económica, ya que no tiene

enemigos naturales que realicen un control eficiente, se ha procurado su manejo y control para lograr bajar las poblaciones de la misma a niveles aceptables.

En enero del 2002, la SEMARNAT publicó en el Diario Oficial de la Federación la Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-002-RECNAT-2002 (Diario Oficial de la Federación, 2002), y posteriormente en el 2003 publica la Norma Oficial Mexicana NOM-142-SEMARNAT-2003 (SEMARNAT, 2005), que establece los lineamientos técnicos para el combate y control del psílido del eucalipto *Glycaspis brimblecombei* Moore.

2.4 Métodos de control

2.4.1 Control cultural

Este tipo de control consiste en modificar al ambiente para hacerlo desfavorable al desarrollo de la plaga y disminuir su daño. El único requisito es conocer la biología y hábitos de la plaga. Se utilizará cuando exista riesgo de infestación y como medida para disminuir el debilitamiento del arbolado. Se recomienda:

- a).- Aplicar riegos abundantes una vez al mes en la época de estiaje.
- b).- No aplicar fertilizantes nitrogenados.
- c).- Inducir podas en ramas y derribo de árboles de alto riesgo durante el periodo comprendido entre los meses de noviembre a marzo, e incineración de las ramas y follaje podado.
- d).- Evitar el daño mecánico al árbol.

2.4.2 Control químico

Este tipo de control se utilizará cuando se detecten infestaciones activas del psílido del eucalipto, para ello se emplean los siguientes productos.

a).- Imidacloprid 30% suspensión concentrada (número CAS 138261-41-3):

En dosis de 200 mililitros por 1 litro de agua, inyectando 1 mililitro cada 10 centímetros de perímetro del árbol con jeringa de alta presión al fuste a una altura no mayor de 60 centímetros; cada 3 meses sin exceder 3 veces en un año, o en dosis de 20 mililitros en 100 litros de agua, asperjar al follaje hasta punto de rocío.

b).- Acefate 50% polvo soluble, en dosis de 120 gramos por 100 litros de agua (número CAS 305660-19-1):

Aplicar en aspersion a punto de rocío al follaje, una aspersion cada 20 días, preferentemente en época de secas, o aplicar en riego al suelo únicamente 2 aplicaciones con intervalos de 30 días cada una, posteriormente dar un riego abundante para mejorar la infiltración del producto.

c).- Abamectina al 1.8% concentrado emulsionable, en dosis de 120 mililitros por 100 litros de agua (número CAS 71751-41-2).

Asperjar al follaje hasta punto de rocío.

2.4.3 Control biológico

Coulson y Witter (1990) define el control biológico como el uso de enemigos naturales, ya sean nativos o introducidos, para regular las poblaciones de plagas de insectos, hacerla menos abundante y menos dañina. Los enemigos naturales incluyen depredadores, parásitos o patógenos de insectos.

Cuando una plaga exótica invade un ambiente en donde no existen enemigos naturales específicos y los nativos no son capaces de efectuar control, se busca la utilización del control biológico clásico, que consiste en la búsqueda de enemigos naturales en el lugar de origen de la plaga e introducirlos al ambiente donde llegó la plaga sin ellos, su cría, multiplicación y liberación en donde la plaga ha invadido (García, 2003).

Por lo que, el control biológico debe limitarse sólo a uno de los siguientes mecanismos:

a). El uso de la avispa parasitoide *Psyllaephagus bliteus* (Encyrtidae), o

Al uso de una especie de distribución natural en el territorio nacional que de acuerdo con estudios realizados por una institución de investigación demuestre su potencial benéfico, sin efectos colaterales negativos que pudieran surgir por la zonificación de especies de un hábitat a otro (SEMARNAT, 2005).

b). La liberación del control biológico sólo se considerará como medida correctiva de control y no como medida preventiva.

2.5 Características de *Psyllaephagus bliteus*

Originario de Australia, perteneciente a una familia de las más numerosas y diversas que se encuentran distribuidas en todas las regiones zoogeográficas del mundo. Con aproximadamente 3,200 especies y agrupados, son de gran valor en el control biológico de plagas, principalmente de homópteros (Plascencia, 2003)

2.5.1 Ubicación taxonómica

Clase: Insecta
Subclase: Pterygota
Orden: Hymenoptera
Suborden: Apócrita
Superfamilia: Chalcidoidea
Familia: Encyrtidae
Subfamilia: Encyrtinae
Tribu: Trechnitini
Género: *Psyllaephagus*
Especie: *Psyllaephagus bliteus*

2.5.2 Morfología

Adulto. La mayoría de las hembras (Figura 5A) miden de 1.88 a 2.36 mm de longitud y los machos (Figura 5C) de 1.63 a 1.97 mm, presentan un color verde metálico, las patas son color crema. Las antenas son geniculadas de 12 segmentos en las hembras (Figura 5B) y 10 en los machos (Figura 5D); con fuerte dimorfismo sexual, la hembra presenta antenas con coloración oscura y con mayor pubescencia en comparación con los machos los cuales poseen antenas de color claro. En la hembra, el segundo segmento antenal (pedicelo) es largo y ahusado, los últimos tres segmentos forman una clava pequeña y oval, los primeros siete segmentos del flagelo son similares en forma. En el macho, el pedicelo es corto y dilatado, los primeros cinco segmentos del flagelo son cortos, el primero es cónico y los siguientes cuatro son anulares y pequeños; los últimos tres segmentos son grandes y forman una clava obviamente distinta. Otra característica importante es el aparato ovipositor de la hembra, este es muy evidente lo cual permite diferenciarla del macho.

Las alas son hialinas (Figura 5E), con setas, presenta unas setas más gruesas (Figura 5G y 5H) las cuales varían en número en hembras y machos, siendo

mayor en hembras. Existe una vena marginal (Figura 5F) y el estigma en forma de gancho y presenta órganos sensoriales aparentemente campaniformes (Figura 3I).

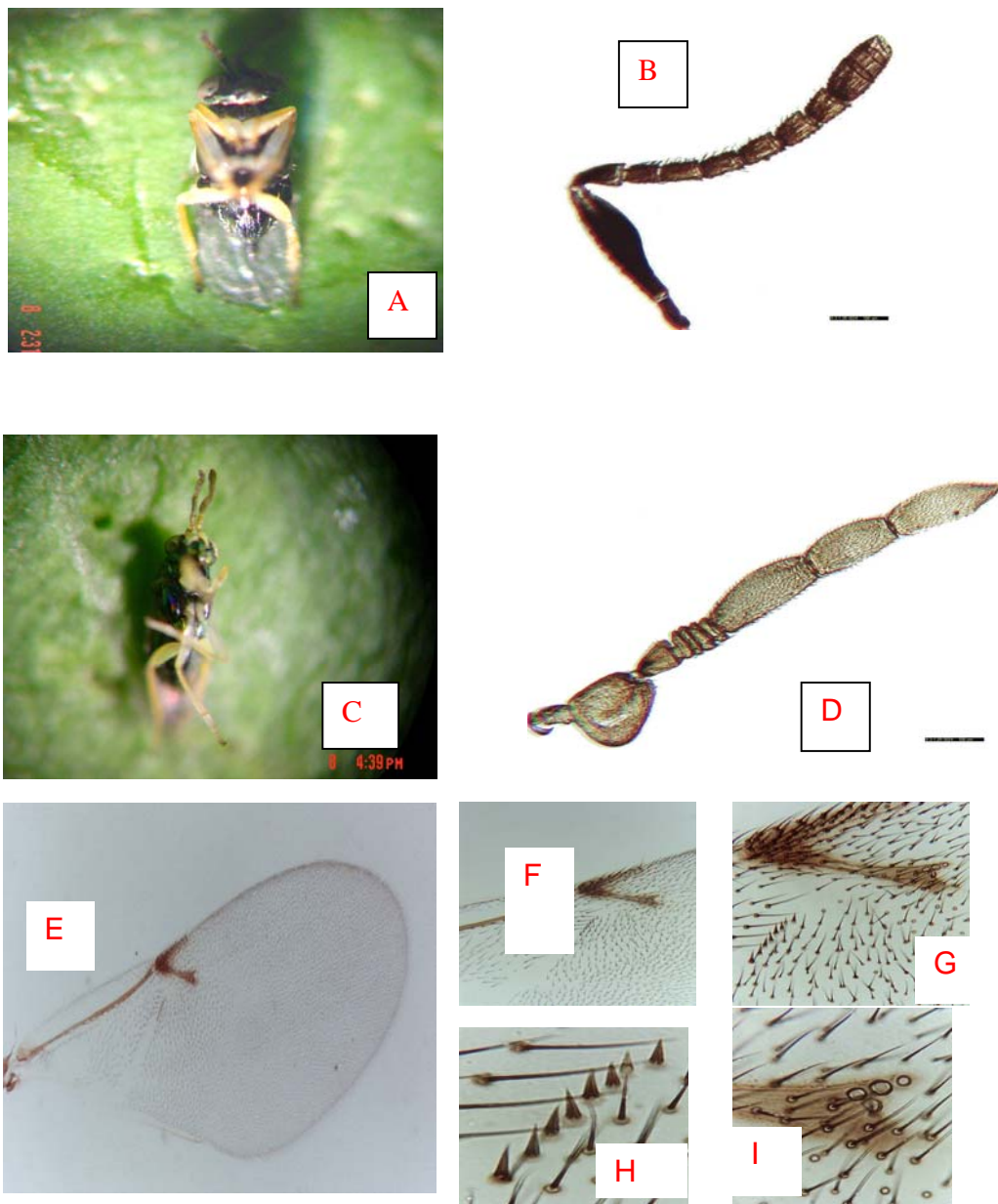


Figura 5. Adultos de *P. bliteus*. A. Hembra. B*. Antena de hembra. C. Macho. D*. Antena de macho. E*. Ala anterior. F* y G*. Vena marginal del ala anterior. H*. Espinas características de las alas. I*. Poros presentes en el estigma del ala anterior
*Figuras tomadas de (Plascencia, 2003).

Pupa y momia. La pupa es exarata, de color negro, tiene forma ahusada y se encuentra dentro de la ninfa; Se puede reconocer el sexo por las antenas en desarrollo y la forma del cuerpo el cuál en la hembra termina en forma aguda (Figura 6A y 6D) y en el macho es más redondeada (Figura 6B y 6E). La pupa tiene la cabeza orientada hacia la porción posterior del abdomen. Cuando el nuevo adulto emerge de la ninfa (momia) (Figura 6C), con sus mandíbulas hace un orificio en la porción posterior del abdomen y otro en la parte lateral de la conchuela (Figura 6F). Este orificio ocupa la tercera parte del cuerpo de la momia.

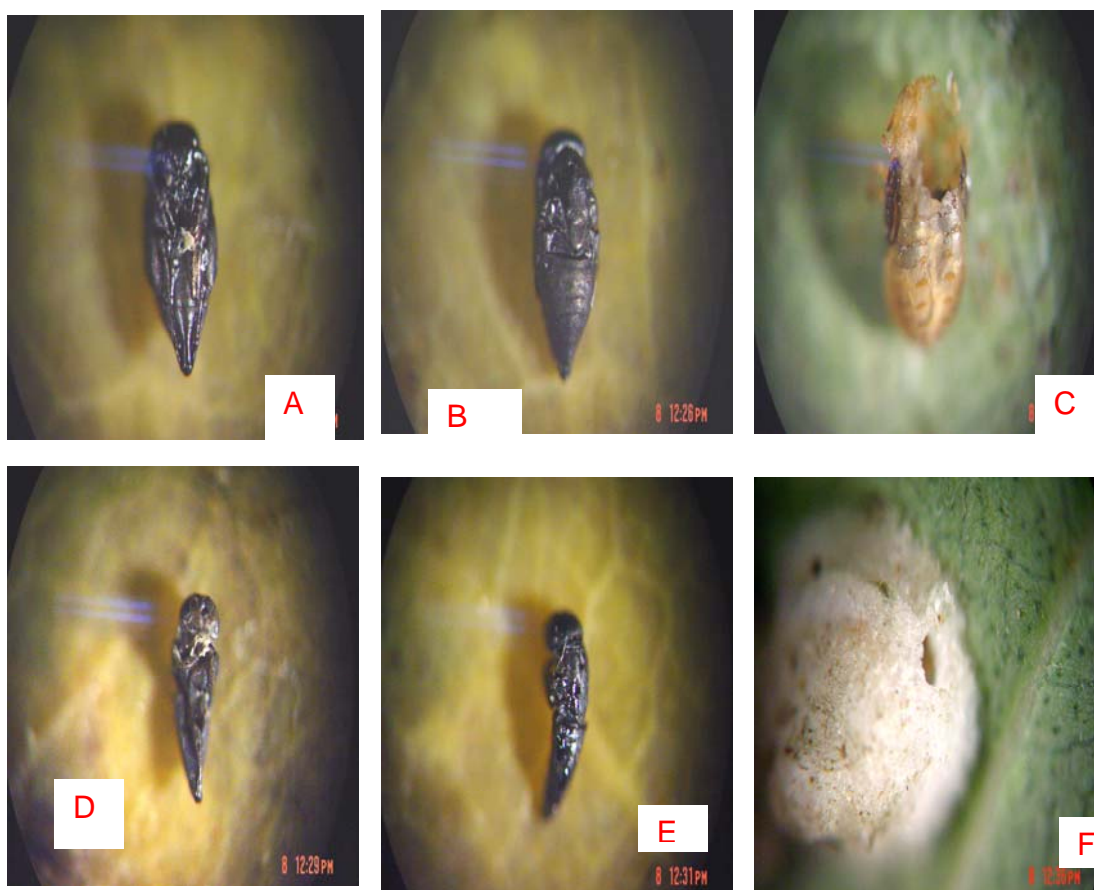


Figura 6. Pupa y momia de *P. bliteus*. A. Vista ventral de pupa hembra de *P. bliteus*. B. Vista ventral de pupa macho de *P. bliteus*. C. Momia de *G. brimblecombei*. D. Vista dorsal de pupa hembra de *P. bliteus*. E. Vista dorsal de pupa macho de *P. bliteus*. F. Orificios de salida de *P. bliteus*

Larva. La larva vive en la cavidad abdominal, pero después consume todos los órganos internos; la ninfa parasitada (Figuras 7A, 7B y 7C) a la cual se le llama “momia” se muestra con el cuerpo dilatado e inmóvil, bajo la luz intensa es posible observar a las larvas maduras a través del integumento de la ninfa. La larva es vermiforme, pero tiene cabeza diferenciada, sus mandíbulas son las únicas estructuras esclerosadas (Figuras 7F y 7G), son pequeñas, en forma de gancho y sin dientes marginales. El cuerpo de la larva es blando, ligeramente segmentado, con superficie lisa y coloraciones blanquecinas, cremosas o ligeramente rosáceas en la parte ventral y dorsal del abdomen (Figuras 7D y 7E). Los tres segmentos torácicos dilatados más anchos que los segmentos abdominales, estos se hacen angostos hacia la parte posterior del cuerpo el cual termina en punta. En larvas de este tipo de *Encyrtidae* se reconocen dos instares, pero en *P. bliteus* no se logró identificar este número.



Figura 7. Larva de *P. bliteus*. A. Vista lateral de ninfa de *G. brimblecombei* parasitada. B. Y C. Vista dorsal de ninfa de *G. brimblecombei* con larva de *P. bliteus* dentro de su cuerpo. D. Y E. Larva de *P. bliteus*. F. Vista ventral de mandíbulas de larva de *P. bliteus*. G. Prepupa de *P. bliteus* (Plascencia, 2003).

Huevo. El huevo se encuentra alojado en la cavidad abdominal de la ninfa (Figura 8A y 8B) de segundo o tercer instar; tiene forma oval, pero posee un tubo respiratorio largo, casi del 60% de su longitud. Este tubo se conecta al exterior por los últimos segmentos abdominales; la pared del cuerpo es blanda e incolora; aunque en ninfas de *G. brimblecombei* transparentadas, se reconoce con cierta facilidad (Plascencia, 2003).

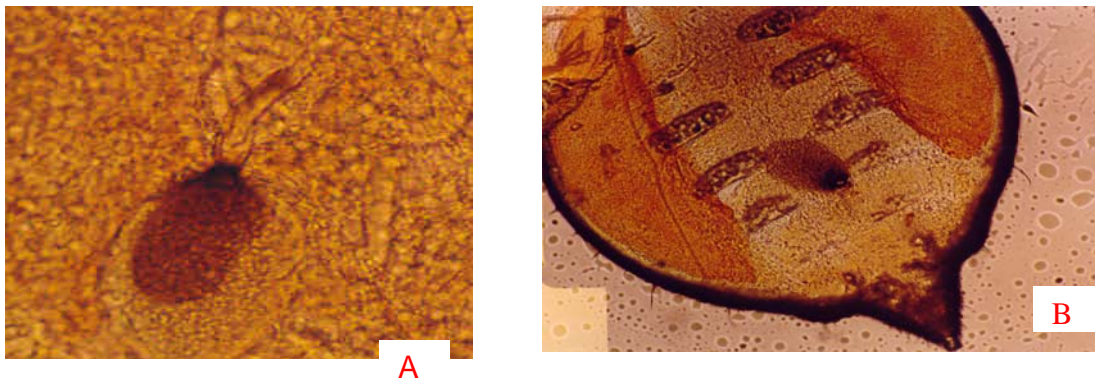


Figura 8. Huevo y tubo respiratorio de *P. bliteus* dentro del cuerpo de la ninfa parasitada de *G. brimblecombei*. A. Huevo. B. Huevo en la parte posterior del abdomen de la ninfa de *G. brimblecombei* (Plascencia, 2003)

2.5.3 Ciclo biológico

El ciclo de vida es similar al de *G. brimblecombei* y puede tener varias generaciones por año, en estudios realizados en la Universidad Autónoma de Chapingo, se ha demostrado que se requieren de tres a cinco semanas para la conclusión de ciclos, dependiendo de la época del año. Lo anterior permite concluir que su ciclo biológico está muy ajustado al de su hospedero. Una hembra puede producir alrededor de 46 individuos (Plascencia, 2003). Existe partenogénesis arrenothokia, es decir, las hembras sin copular pueden ovipositar en ninfas y dar origen a machos. El parasitoide busca las conchuelas para ovipositar dentro de la ninfa del psílido, el huevo del parasitoide se ha observado en ninfas del tercer y cuarto ínstar; en etapa de larva, ésta consume al psílido hasta que deja únicamente el exoesqueleto; a la ninfa parasitada se le llama “momia”. La pupa se encuentra en ninfas de quinto ínstar y cuando llega a la etapa de adulto, deja un orificio de salida que se ubica en la parte lateral de la conchuela y en la parte posterior de la ninfa (Plascencia, 2003).

2.6 Beneficios de las áreas verdes urbanas a la población

Las áreas verdes urbanas proveen numerosos beneficios ecológicos, ambientales, psicosociales, culturales y económicos invaluable, en comparación a los costos de plantación y mantenimiento requeridos para estas. La magnitud de estos beneficios está influenciada por las características de la especie a plantar como: tamaño, forma, retención de partículas en las hojas, patrones de enraizamiento, así como, su localización, espacio y arreglo en una zona determinada y entorno social: el clima, la infraestructura urbana, pavimentación y la estética deben ser tomadas en cuenta adecuadamente en la planeación y desarrollo de las áreas verdes urbanas. Las áreas verdes urbanas proporcionan múltiples beneficios ambientales a la población en agua, suelo, aire, flora, fauna y a la estructura misma de la población.

2.6.1 Beneficios ambientales

Las áreas verdes urbanas proporcionan múltiples beneficios ambientales a la población en agua, suelo, aire, flora, fauna y a la estructura misma de la población.

2.6.1.1 Beneficios en el agua

Los árboles y arbustos son importantes en el ciclo hidrológico. Ellos interceptan la precipitación y lentamente hacen que descienda bajo la superficie del suelo. Esto incrementa la infiltración y hace que decrezcan los cursos de agua superficiales y la erosión del suelo, favoreciendo la captación del agua de lluvia hacia los mantos acuíferos.

Los árboles y arbustos no sólo interceptan la precipitación, sino que la incrementan.

Además previenen la pérdida de la humedad del suelo por evaporación; sin embargo, la transpiración es un mecanismo biológico por el cual también se elimina agua del suelo a través de las plantas. La pérdida de agua de un suelo a la atmósfera es la combinación de la evaporación y de la transpiración, llamado evapo-transpiración, La humedad que existe en un suelo lleno de árboles se conserva más tiempo que la humedad existente en un suelo desnudo.

Para incrementar estos beneficios a corto plazo, se recomienda la plantación de árboles de copa extendida y de crecimiento rápido.

2.6.1.2 Beneficios en el suelo

La vegetación reduce la erosión del suelo por viento y el agua, ya que el follaje amortigua el golpe directo de la lluvia en el suelo evitando la erosión. Asimismo, las raíces estabilizan el suelo, evitando que se desmorone y pulverice. Por otro lado, las hojas y las ramas disminuyen la velocidad de los vientos erosivos. Por estas razones, los árboles, arbustos, plantas herbáceas, pastos y en general la cubierta vegetal, deben usarse para controlar la erosión del suelo. Las plantas más adecuadas para controlar la erosión por vientos son las que tienen un sistema radicular fibroso ya que pueden cubrir amplias extensiones de suelo debido a que se enraízan fuertemente en el suelo y aquellas de follaje denso y flexible. La combinación de varias especies da mejor resultado que la utilización de una sola.

2.6.1.3 Beneficios en el aire

La vegetación modifica parámetros ambientales importantes como el régimen térmico, la humedad del aire, así como la velocidad y dirección del viento. Por ejemplo, una especie de follaje denso, además de captar grandes cantidades de partículas suspendidas que flotan en el ambiente, bloquean la luz y ayuda a amortiguar la velocidad de los vientos; mientras que una especie con follaje poco

densa permite la penetración de la luz y corrientes de aire. Ambos tipos de especies son benéficos por lo que su selección dependerá de los objetivos de la plantación.

La alta humedad relativa y el bajo promedio de evaporación actúan para estabilizar la temperatura, manteniéndola más baja que la del aire circundante durante el día, así como, evitando que disminuya abruptamente durante la noche.

Los árboles, arbustos y hierbas mejoran la temperatura del aire en el medio urbano, debido a que controlan la radiación solar mediante sus hojas que la interceptan, reflejan, absorben y transmiten. También los árboles en las áreas verdes urbanas pueden ayudar a evitar el deslumbramiento y a controlar la reflexión solar.

Las superficies desprovistas de vegetación incrementan la temperatura, debido a que son altamente reflectivas ya que absorben y liberan el calor muy rápidamente. Ello ocasiona un sobrecalentamiento del ambiente.

2.6.1.4 Funciones de las áreas verdes en el control de la contaminación

Es bien conocido que la vegetación produce oxígeno en el proceso de fotosíntesis. Las plantas son importantes por el efecto que producen en la reducción de la contaminación del aire a través de la introducción de oxígeno a la atmósfera y la dilución de la mezcla de contaminantes. Los árboles también mitigan la contaminación interceptando partículas transportadas por el aire como la arena, polvo, cenizas volátiles, polen y humo. Las hojas, ramas, tallos y otras estructuras superficiales asociadas (como la pubescencias en las hojas) tienden a atrapar partículas, estas subsecuentemente, pueden volver a estar suspendidas en la atmósfera, lavadas por la lluvia o caer al suelo con las hojas.

2.6.1.5 Beneficios a la flora y fauna

Las áreas verdes urbanas propician el desarrollo de la fauna, al generar espacios adecuados para su alimentación, reproducción, protección y refugio. La utilización de especies adecuadas para atraer pequeños mamíferos y aves, así como, insectos, principalmente polinizadores, contribuyen a la conservación de la biodiversidad animal.

2.6.2 Beneficios psicosociales y culturales

La mayor parte de la Ciudad de México está aislada de los bosques que la rodean y prácticamente la mitad de su superficie está cubierta de asfalto o concreto en sus calles y construcciones. Los árboles y arbustos de la ciudad dan la oportunidad a la comunidad de un reencuentro con la naturaleza a los niños y jóvenes a familiarizarse con ellos. El valor educativo, ambiental y cultural que poseen las áreas verdes es innegable, pues constituyen el único contacto del habitante de la ciudad con el medio natural

2.6.2.1 Beneficios a la salud

Es difícil cuantificar los beneficios a la salud, sin embargo, los efectos en el mejoramiento de las condiciones respiratorias, reducción del estrés y vinculación efectiva de la gente con la naturaleza, además de la sensación de confort y de protección contra la insolación, son evidentes

2.6.2.2 Recreación y deporte

Las áreas verdes urbanas son uno de los sitios preferidos por la comunidad para el desarrollo de la recreación y el deporte. Los parques y otros espacios verdes

son utilizados por la gente de todos los estratos sociales para diferentes actividades recreativas y deportivas, dando lugar a una serie de servicios y actividades complementarias que disfruta la comunidad

2.6.2.3 Fomento a la educación y cultura

Los parques y cualquier área verde se convierte en una experiencia educativa y formativa ya sea mediante el fomento formal de espacios como los jardines botánicos, zoológicos, senderos y parques ecológicos, arboretos o centros de información para visitantes; así como espacios informales donde la guía de profesores o de monitores, adecuadamente capacitados, contribuyen a un enriquecimiento personal y a una vinculación de los habitantes de la ciudad con la naturaleza.

2.6.2.4 Beneficios estéticos

La vegetación contribuye a mejorar las características arquitectónicas haciendo más atractivo los espacios, lo que contribuye a la atracción de inversiones o incremento del valor de los predios. También, apoya el mejoramiento de paisaje creando ambientes más saludables para la convivencia

2.6.3 Beneficios económicos.

2.6.3.1 Generación de empleo

Si bien el mantenimiento de las áreas verdes tienen un costo en la administración de la ciudad, éstas a su vez generan beneficios económicos a la población mediante:

1). Los proyectos de áreas verdes urbanas requieren de la contratación de personal especializado y no especializado para su diseño, ejecución, mantenimiento y vigilancia, lo que conlleva al desarrollo de programas intensivos de contratación de mano de obra en cada una de sus etapas.

2). El establecimiento de exenciones o disminuciones de impuestos prediales a los habitantes que contribuyan a la conservación de áreas verdes públicas

3).La existencia de calles arboladas y de áreas verdes urbanas en las colonias se traduce en un incremento del valor inmobiliario de terrenos y casas situadas en su proximidad

4). Las áreas verdes urbanas son sitios propicios para concesionar espacios comerciales, de alimentos y bebidas, así como de servicios que se traducen en un beneficio económico para la población; y a su vez, los recursos generados de la renta de estos espacios pueden ser utilizados en su mantenimiento, permitiendo un ahorro en el gasto público. Gobierno del Distrito Federal (2000a).

2.7 La Planificación del Desarrollo Agropecuario en el ámbito de la entomología urbana

BID (1979), define la Planificación como el proceso generalizado que no depende del campo de acción al cual se aplica. Se utiliza tanto para la adopción de decisiones que envuelven pocas variables y opciones de fácil identificación, como también para el análisis de sistemas complejos, a nivel nacional o internacional.

La planificación es uno de los medios que se propone, la distribución de los recursos disponibles y su utilización de manera progresiva y organizada, con sujeción a una línea de acción determinada, para alcanzar un objetivo dado. El

objetivo escogido debe de ser objeto de análisis y comparación con otros objetivos y luego determinadas consideraciones debe asignarles una prioridad con relación a los intereses de desarrollo y bienestar de la colectividad involucrada. El proceso de planificación consiste en una secuencia determinada de actividades que conducen a la previsión de las acciones que deberán ejecutarse en un periodo futuro.

UNESCO (1992), expresa la existencia de tendencias completamente nuevas u otras tendencias del desarrollo no identificadas adecuadamente, que pueden provocar una predicción errónea y en consecuencia, de una planeación equívoca basada en estos planes. Por lo tanto, una cierta incertidumbre es inherente a cada planeación y ésta incertidumbre será mayor mientras más lejos en el futuro sea proyectado el horizonte de la planeación, por ende siempre será necesario evaluar los prerrequisitos fundamentales e implementación de los planes.

González *et al.* (1986), mencionan que la planificación agropecuaria es considerada una subdivisión de la planificación del desarrollo nacional y es definida como la actividad deliberada de los gobiernos que realizada de una manera sistemática, tiene el propósito de preparar, facilitar y racionalizar las decisiones que se adoptan al nivel estatal, controlar y evaluar su posterior ejecución con el fin de acelerar el desarrollo agropecuario en el contexto del desarrollo nacional y lograr que el sistema agropecuario alcance los objetivos que les son asignados.

La definición adoptada presenta tres notas esenciales:

a).- Es una actividad realizada a nivel estatal y de la cual es responsable el gobierno en representación de la comunidad. Esto no excluye que para asegurar

su éxito sea necesaria la mayor participación de todas las fuerzas sociales de esta manera se inserta en el proceso político de conducción del desarrollo y transformación de una sociedad.

b).- No es una actividad ocasional debe tener suficiente continuidad administrativa como para poder ser considerada una actividad más de los organismos públicos agrícolas.

c).- Es una actividad sumamente compleja, pues deben tomarse en cada momento decisiones referentes al futuro en una realidad tan contingente y poco conocida como la agropecuaria en la cual entran en relación además numerosos factores físicos, socioeconómicos, administrativos y políticos de gran inestabilidad. En consecuencia, la planificación agropecuaria debe ser realizada en forma sumamente metódica aprovechando el avance de las ciencias agrícolas y sociales y una serie de disciplinas que han surgido en los últimos veinticinco años, como la investigación operativa, la informática, la teoría de las decisiones y en particular, diversos elementos del enfoque y la teoría de sistemas.

El mismo autor señala que la evaluación permite apreciar las debilidades de la diagnosis, poniendo en evidencia aquellos aspectos que deben ser objeto de corrección o de un estudio mayor lo cual permitirá incorporar nuevas ideas y ganar valiosas experiencias que contribuirán a enriquecer la marcha posterior del proceso, seleccionando mejor los instrumentos y cambiando aspectos parciales de la organización.

Ramos (1982), define la Planificación física o territorial que en esencia consiste en el estudio de una región o de un territorio, orientada a conseguir una mejor utilización de los recursos.

Hacia 1930 y bajo la bandera de la conservación y planificación de los recursos naturales, se inició un plan para la localización y cuantificación de una amplia lista de recursos individuales y un estudio de su desarrollo aproximadamente en 1950, se consideró que estos estudios basados en un factor único eran insuficientes para el análisis de los recursos naturales y comenzó a desarrollarse el uso de sistemas complejos que añaden a la cuantificación un análisis de la calidad y capacidad de dichos recursos.

Adoptamos aquí la expresión “planificación física con base ecológica”, *planificación*, porque supone un estudio racional de diagnóstico, predicción, evaluación y definición de soluciones. *Física*, porque se aplica a unos recursos territoriales con expresión espacial. *Con base ecológica*, porque el material que utiliza lleva consigo toda la problemática de sistemas originado a través de relaciones bióticas y abióticas.

Estas ideas de principio pueden quedar justificadas y sintetizadas en los puntos 2, 3, 4, y 14, de los 26 principios de la “Declaración del Medio Ambiente” de las Naciones Unidas, que se enuncian de la forma siguiente:

2).- Los recursos naturales de la tierra, incluyendo el aire, el agua, el suelo, la flora, la fauna y especialmente las reliquias de ecosistemas naturales, deben ser protegidos para el beneficio de presentes y futuras generaciones a través de una cuidadosa planificación u ordenación del territorio.

3).- La capacidad del suelo para producir recursos renovables debe ser mantenida y donde sea posible, restaurada o mejorada.

4).- El hombre tiene una responsabilidad especial de salvaguardar y utilizar inteligentemente la herencia de vida natural que ahora se encuentra afectada por

una combinación de factores adversos. La conservación de la naturaleza debe recibir la importancia que merece en todos los trabajos de planificación o de desarrollo económico.

14).- Una planificación racional constituye un punto esencial en la solución de los conflictos que se presentan entre la necesidad de desarrollo y la necesidad, también acuciante, de mejorar y proteger el medio ambiente natural.

Nowak *et al.* (1997), Con la planeación, diseño y manejo efectivos, los árboles urbanos proporcionarán un amplio rango de importantes beneficios a los residentes urbanos. Incluye un ambiente más placentero, saludable y confortable para vivir, trabajar y jugar; ahorros en los costos de suministros de un amplio rango de servicios urbanos y mejoras substanciales en el bienestar individual y comunitario. Los programas de plantación y manejo de árboles deberían considerar y enfocarse hacia como la vegetación urbana puede satisfacer mejor las necesidades de la gente. Los esfuerzos pasados de planeación y manejo pudieron haber sido más efectivos si los beneficios potenciales de la vegetación urbana no hubieran sido subestimados, hubiera un mejor entendimiento de las relaciones entre los beneficios/costos y las características y manejo de la vegetación y estuvieran participando los residentes urbanos en la planeación e implantación de los programas de manejo.

Entre los componentes de la vegetación urbana en el país figura el género *Eucalyptus*. Existen 700 especies que se han adaptado a diferentes ambientes. Sin embargo, recientemente se segregó el género *Corymbia* con 113 especies, que incluyen a los eucaliptos bloodwoods y ghost gum. Se distribuyen en el Hemisferio Sur de Filipinas. El género se cultiva actualmente en todo el mundo, en países tropicales y templados. Son de gran importancia comercial en Sudáfrica, China, India, Brasil y en menor escala en el Norte y Centro de África y los países

del Mediterráneo. Sus principales productos son la madera, la pulpa para papel y aceites. Además, se utilizan como sombra o simplemente como ornamentales (Penfold y Willis, 1961; Hill y Jonson, 1995; Centre for Plant Biodiversity Research, 2003). En la Ciudad de México destaca por su abundancia *E. camaldulensis*.

2.8 La planificación de las áreas verdes urbanas.

Las áreas verdes urbanas están consideradas, de acuerdo a la Ley Ambiental del Distrito Federal (13 de enero del 2000), como toda superficie cubierta de vegetación natural o inducida que se localiza en el Distrito Federal. Éstas proveen dentro del tejido urbano la restitución del equilibrio ambiental, contrarrestando los efectos desertificadores de la urbanización, por lo que estas son el contacto más directo del ambiente ciudadano con la naturaleza, generando una calidad ambiental que de otra forma no existiría.

La vida cotidiana de los habitantes va creando los ambientes, que significativamente contribuyen a su formación integral, por lo que podemos afirmar que los usuarios de áreas verdes urbanas bien planificadas pueden encontrar en ellas los elementos más adecuados para satisfacer sus necesidades, tanto físicas, psicológicas y fisiológicas, como recreación y contemplación de la naturaleza, en un ambiente urbano. Además, contribuyen a subrayar la fisonomía urbana dándole expresividad al paisaje.

En este sentido, la estética de las áreas verdes urbanas desempeñan un importante papel en la atracción del usuario y su disfrute sensorial (visual, olfativo, táctil, auditivo); sin embargo, para superar la visión del paisaje que las ha caracterizado, es necesario enfocarlas desde el punto de vista de la ecología, considerándolas como un subsistema vivo dinámico dentro del sistema urbano, y

no, como en el mejor de los casos se les considera, un “decorado con los elementos vivos”.

La vegetación, como cualquier recurso mal manejado, puede generar impactos negativos, a pesar de sus cualidades y atribuciones benéficas. La falta de planeación y diseño del espacio público urbano provoca que la vegetación algunas veces se convierta en un elemento más que contribuya al caos visual y al deterioro de la imagen urbana, así como, a propiciar situaciones de inseguridad social.

La selección equivocada de especies, al ignorar la función del sitio donde se ubicará y el proceso de desarrollo de las mismas, contribuyen a crear espacios problemáticos dentro de la ciudad.

A fin de maximizar el valor de los proyectos de áreas verdes y minimizar sus costos, los planificadores urbanos deben considerar la integración de acciones de enverdecimiento en todo los proyectos de obras públicas urbanas. Es mucho más caro y polémico establecer un parque o área verde en zonas ya pavimentadas de la ciudad, que incorporar el manejo de áreas verdes a los proyectos en áreas sin desarrollo previo.

III. ÁREA DE ESTUDIO

3.1 Localización geográfica

El vivero Nezahualcóyotl (área de estudio) se localiza en la Delegación Xochimilco (Figura 9), ésta demarcación esta situada entre las coordenadas: al norte 19° 19', al sur 19° 09' de latitud norte; al este 99° 00'; al oeste 99° 09' de longitud oeste.

Colinda al norte con las Delegaciones Tlalpan, Coyoacán, Iztapalapa y Tláhuac; al este con las Delegaciones Tláhuac y Milpa Alta; al sur con las Delegaciones Milpa Alta y Tlalpan; al oeste con la Delegación Tlalpan. Ocupa el 7.9% de la superficie del Distrito Federal, con una superficie total de 118.42 Km², de los cuales 41.37% se destina a uso agrícola (maíz, espinaca, romerito, peral y chícharo); 2.62% es pastizal (zacate, zacatón y chíá); 3.16% es bosque (oyamel, pino-ocote, encino y madroño) y otro uso 24.29%. Además cuenta con zonas sujetas a conservación ecológica: 6.13% Parque Ecológico de la Ciudad de México y 22.43% Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco; siendo el año del decreto para estas zonas 1989 y 1992 respectivamente (INEGI. 2001).

3.2 Porcentaje de área verde

De acuerdo con el Gobierno del Distrito Federal (G. D. F. 2000a), la superficie de área verde por habitante en la delegación de Xochimilco se presenta en el cuadro

3

Cuadro 3. Superficie de área verde por habitante en la delegación Xochimilco

Delegación	Área verde (m ²) 1999	Población 1999**	m ² / hab.
Xochimilco	5 100 523	324 536	14.89

Esta delegación ocupa el segundo lugar con 14.89 m²/hab. que se explica por el Parque Ecológico Xochimilco, el lago y los canales de Xochimilco, sus áreas verdes adyacentes y sus principales avenidas arboladas. Sin embargo, dentro del tejido urbano, el espacio verde es limitado en la mayoría de los casos por las densidades de construcción, los segmentos de las banquetas, el diseño de las calles y la falta de espacios verdes de uso vecinal.

3.3 Localidades principales

De los 14 poblados rurales que comprende la delegación, cuatro se asientan en suelo de conservación (San Lucas Xochimanca, San Francisco Tlanepantla, Santa Cecilia Tepetlapa y San Andrés Ahuayucan); cuatro más se ubican a lo largo de la carretera a Tulyehualco (San Gregorio Atlapulco, San Luis Tlaxialtemalco, Santa Cruz Alcapixca y Santiago Tulyehualco); y el resto se ubican dentro de suelo urbano (Santa María Nativitas, San Juan Tepepan, Santa Cruz Xochitepec, San Lorenzo Atemoaya y Santiago Tepalcatlalpan , Xochimilco).

3.4 Sistema orográfico

Está integrado por las elevaciones: volcán Teuhtli 2 710 msnm, volcán Zompole 2 650 msnm, cerro Xochitepec 2 500 msnm y cerro Tlacualleli 2 420 msnm.

3.5 Condiciones climáticas

La Delegación Xochimilco tiene una altura promedio de 2 240 msnm. Y los tipos de clima que predominan en ésta demarcación son los siguientes: templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad $C(w_2)$ en un 26.53% de la superficie delegacional; templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media $C(w_1)$ en un 60.83%; templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad $C(w_0)$ en un 10.81% y semifrío subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad $C(E)(w_2)$ en un 1.83%.

3.6 Condiciones edáficas

En el Distrito Federal, los suelos tienen su origen en depósitos aluviales y lacustres de origen volcánico y los resultantes de la degradación de las rocas ígneas. La exposición urbana sobre el área lacustre ha influido en la modificación y evolución de los suelos, mientras que en el pie del monte y la zona montañosa los suelos conservan aún sus propiedades; para su estudio se agrupan en las siguientes unidades de suelo.

3.7 Descripción de las principales unidades de suelo existente en la delegación de Xochimilco.

Litsoles. Suelos someros con menos de 10 cm de profundidad, alta pedregosidad, contenido escaso de nutrimentos y son fácilmente susceptibles a erosionarse según la zona donde se encuentren y el manejo que se les dé.

Feozem calcárico. Suelos calcáreos, al menos entre 20 y 50 cm de profundidad, son ricos en materia orgánica, de color oscuro y gran contenido de calcio.

Regosol. Suelos sin horizontes de diagnóstico, generalmente claros, asociados a rocas y a suelos de Litosol. Son suelos que se pueden encontrar en diferentes tipos de climas y vegetación, pero normalmente se asocian a zonas rocosas, pedregosas o arenosas, son muy susceptibles a la erosión.

Feozem salino-sódico. Suelos ricos en materia orgánica, de color oscuro y con gran cantidad de sales producto de lavado y deposición de sales por el agua, acumulan gran cantidad de sodio. Parte de la Ciudad se ubica sobre los suelos salinos del ex-Lago de Texcoco y Chalco, donde el manto freático es superficial lo que limita el desarrollo de la vegetación.

Andosol. Son suelos asociados a cenizas volcánicas normalmente se presentan en las partes altas; en condiciones naturales sustentan una vegetación de coníferas, encinos y pastizales. Se caracterizan por tener una capa superficial de color negro o muy oscuro y por ser suelos esponjosos y sueltos, son muy susceptibles a la erosión (Gobierno del Distrito Federal, 2000a).

3.8 Corrientes de agua

Se encuentran los siguientes canales: Nacional, Chalco, Cuemanco, El Bordo, San Juan, Amecameca, Apatlaco, Santa Cruz, De Buenaventura, Santiago y Tepapantla.

3.9 Cuerpos de agua

Presa San Lucas, Pista Olímpica Virgilio Uribe (Cuemanco), Lago Huetzalin y Lagunas Caltongo, Xaltocan y Del Toro.

3.10 Vivero Nezahualcóyotl

3.10.1 Ubicación

El área de estudio se ubica dentro del vivero Nezahualcóyotl y este se localiza en la Avenida Leandro Valle s/n, col. Ciénega Grande, Xochimilco, delegación Xochimilco, a una altitud promedio de 2 248 msnm.

3.10.2 Clima

Los datos climatológicos se tomaron de la estación 09034, Moyoguarda, la cual se localiza en la delegación Xochimilco a una latitud de 19° 17' y 99° 06'; la elevación de la Estación es de 2 299msnm y el periodo analizado corresponde a dos intervalos: 1921–1931 y 1953–1988 (Cuadro 4).

Cuadro 4. Datos climatológicos de la delegación Xochimilco

Descripción	MES											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura máxima promedio (°C)	21	22.6	24.8	25.7	26	24.7	23.4	23.3	23	22.7	22.1	21.1
Temperatura mínima promedio (°C)	2.21	3.11	5.6	7.5	9.2	11.1	10.8	10.8	11	8.7	5.4	3.4
Precipitación (mm)	8.9	6.2	8	28.1	66.4	126	156	147	139	61.6	14.6	7.2

3.10.3 Superficie

El vivero cuenta con un total de 58 hectáreas, de las cuales actualmente utiliza para la producción de planta 27 hectáreas. El vivero se encuentra totalmente cercado con malla ciclónica y cortinas con arbolado vivo que delimita perfectamente el predio (Gobierno del Distrito Federal, 2000b).

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en las instalaciones del vivero Nezahualcóyotl

Para determinar la fluctuación poblacional del psílido y su parasitoide, se llevaron a cabo los siguientes monitoreos:

4.1 Monitoreo de poblaciones de *Glycaspis brimblecombei* y *Psyllaephagus bliteus* con trampas amarillas

Se instaló una trampa de color amarillo en cada uno de 10 árboles de *Eucalyptus camaldulensis*. Las trampas fueron reemplazadas cada semana por una nueva durante un año, dando un total de 520 trampas.

4.1.1 Elaboración de trampas entomológicas

Cada trampa está formada por dos discos de plástico de 10 cm de diámetro, el primero es el disco base, el cual siempre queda fijo y está pintado de color amarillo (color atractivo para los insectos). Las trampas se enumeraron del 1 al 10 que coincide con la numeración previamente establecida a cada árbol del sitio, sobre este disco, se coloca el segundo, al cual se le aplica una capa fina de un adherente (aceite limpio para vehículo) que le servirá para que los psílidos y los parasitoides queden atrapados y posteriormente son colocadas en campo con la ayuda de un clip metálico en el arbolado (Figura 10A).

4.1.2 Sitio de colocación de trampas entomológicas

Dentro de las instalaciones del vivero, se seleccionó un lugar donde se encuentra una barrera rompe vientos formada en su mayoría por eucaliptos adultos, en 10 árboles elegidos al azar, se colocaron entre el follaje de las

copas las 10 trampas a una altura de entre 2 a 5 metros. Cada trampa fue colocada en posición vertical según las facilidades de acceso. Cabe mencionar que los aspectos técnicos antes mencionados se basan en la Norma Oficial Mexicana (NOM-EM-002-RECNAT-2002), (Diario Oficial de la Federación. 2002), en la cual se establecen los lineamientos técnicos para el combate y control del psílido del eucalipto *G. brimblecombei* (Figura 10B).

4.1.3 Análisis de trampas entomológicas

Las trampas se cambiaron cada semana, desde el 5 de mayo del año 2004 y hasta el 4 de mayo del 2005. Al ser recolectadas, se colocaron en bolsas de plástico transparente para ser llevadas al laboratorio del Centro de Manejo Fitosanitario para las Áreas Verdes del Distrito Federal (CEMFAV), en donde fueron observadas bajo el microscopio estereoscópico donde se realizó el conteo de psílicos y parasitoides adultos, tanto hembras como machos (Cuadro 1, apéndice). En cada disco se utilizó una plantilla circular dividida en doce secciones iguales (Figura 10C), que se fija al momento del conteo en la parte inferior de la trampa con insectos con el fin de no sobreestimar o subestimar el número de psílicos y parasitoides. Del conteo total de cada trampa (Figura 10 D, E y F), se registraron los datos en el formato específico (cuadro 1 del apéndice). Posteriormente, con los datos obtenidos se construyó una gráfica de cambios de abundancia del psílido y su parasitoide durante el año registrado.



Figura 10. Monitoreo de poblaciones de *G. brimblecombei* y *P. bliteus* en trampas amarillas. A. Elaboración de trampas, trampa amarilla y blanca, aceite para vehículo con aplicador, B. Sitio de colocación de trampas, C. Plantilla circular dividida en doce secciones iguales, D. E. y F. conteo y registro de psílicos y parasitoides.

4.2 Análisis de follaje de eucalipto

La inspección en ramas, se hizo con el propósito de verificar el establecimiento del parasitoide dentro del vivero y en los lugares donde se llevaron a cabo liberaciones dentro de la demarcación de Xochimilco. Por medio de este análisis se pudo conocer la estructura de edades, ninfas parasitadas y momias

de *G. brimblecombei* (ninfas de donde emergió el parasitoide) y el porcentaje de parasitismo de *P. bliteus*.

4.2.1 Colecta de ramillas de eucalipto

Mensualmente se seleccionaron al azar 5 de los 10 árboles en los que se colocó una trampa y de cada uno de estos se colectó una ramilla de 30 cm de largo, a la altura que se encontraba la trampa, las ramillas se seleccionaron por tener brotes, hojas de mediana edad y hojas maduras (Figura 11A). Cada ramilla se colocó en bolsas individuales debidamente etiquetadas con el número de trampa y se llevaron al laboratorio.

4.2.2 Análisis de ramillas de eucalipto

El análisis se hizo con la ayuda de un microscopio estereoscópico (Figura 11B). Se analizaron seis o siete hojas seleccionadas de la ramilla, según sea el caso, brotes (si existe), tres hojas de edad media y tres hojas maduras. En dichas hojas se contó el número de huevecillos sin eclosionar, total de ninfas, momias y ninfas parasitadas. Si el árbol o la ramilla ha muerto, entonces se colectaron de un árbol o ramilla adyacente. Los datos del conteo se concentraron en el formato 2 del apéndice.

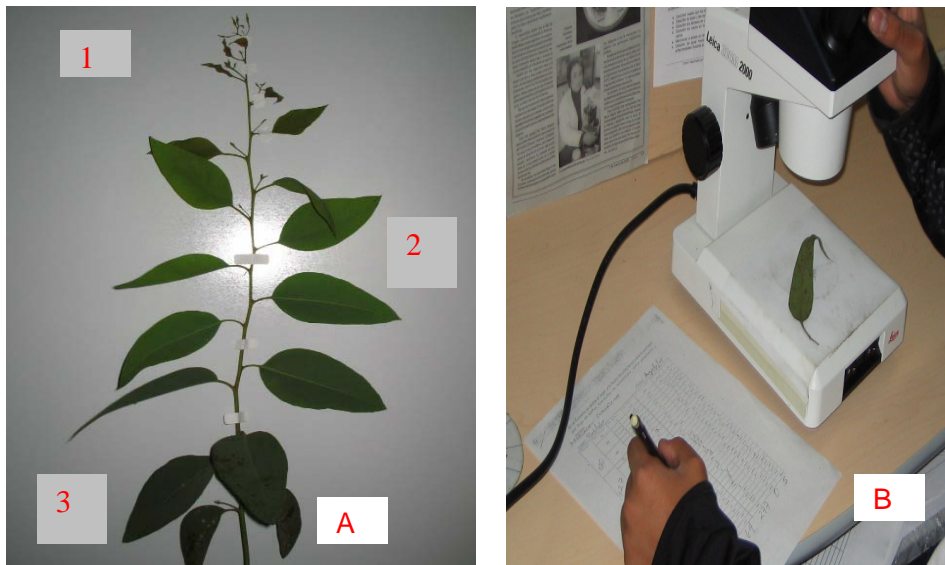


Figura 11. Análisis de follaje. A. Colecta de ramillas; 1.- brotes, 2.- hojas de mediana edad y 3.- hojas maduras, B. Análisis de ramillas.

4.3 Porcentaje de parasitismo

4.3.1 Factor de corrección

Este factor se logro en la Universidad Autónoma de Chapingo por estimaciones previas de la estructura de edades de las ninfas y en particular a la proporción que ocupa la ninfa de quinto instar en el total de ninfas; este valor de mediciones varía de 14 a 17 %, es decir por cada 100 ninfas vivas, 14 a 17 fueron de quinto instar (Cibrián, 2002. com. pers.).

En la Dirección de Reforestación Urbana por consenso de los técnicos que laboran en el CEMFAV, se determino utilizar la variable del 17% y es ésta variable la base para determinar el % de parasitismo en el Distrito Federal

4.3.2 Metodología para determinar el factor de corrección

1. Se recolectó una ramita de 5 a 10 cm de largo de cada uno de los 10 árboles que conforman el sitio
2. De esta ramita se extrajeron 5 hojas al azar y se depositaron en un frasco con alcohol al 70%, para su análisis en laboratorio, a este frasco se le etiquetó con la fecha, lugar y número de trampa
3. Es en el laboratorio, donde se evaluaron el número de huevecillos, ninfas de primero a quinto instar y se calculó la proporción de cada instar.

4.3.3 Porcentaje de parasitismo

Con los datos obtenidos en el análisis de ramillas, se determinó el porcentaje de parasitismo en el área de estudio, para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Parasitismo} = \left(\frac{\sum X_i + \sum Y_i}{\sum X_i + \sum Y_i + \sum Z_i} \right) * 100$$

Donde:

$\sum X_i$: Sumatoria de ninfas parasitadas de las tres secciones de cada ramilla.

$\sum Y_i$: Sumatoria de exuvias (momias) de las tres secciones de cada ramilla.

$\sum Z_i$: Sumatoria de las ninfas de quinto instar.

$$\sum Z_i = \sum W_i * 0.17$$

Donde:

$\sum W_i$: Sumatoria de ninfas de todos los instares de las tres secciones de cada ramilla

0.17: Factor de ninfas de quinto instar. Este valor estima la proporción de ninfas de quinto instar en cualquier hoja infestada con ninfas de *G. brimblecombei*.

4.4 Evaluación del nivel de infestación en el follaje de eucalipto por *Glycaspis brimblecombei*

Se seleccionaron dentro del vivero cinco sitios (Figura 12), que contaran con arbolado de eucalipto formando cortinas rompe viento, en cada sitio se seleccionaron diez árboles al azar (dando un total de cincuenta) y de estos sitios se colectaron cinco ramillas mensualmente dando un total de veinticinco, posteriormente se selecciono la ramilla más infestada por sitio y de esta se obtuvo la hoja con mayor infestación, y de esta se selecciono la cara de la hoja (has o enves), con mayor presencia del psílido para determinar el porcentaje de infestación por *G. brimblecombei*, y determinar si la infestación por el psílido pone en riesgo la supervivencia del eucalipto.

Por lo que se empleo una metodología que nos proporcione una medición de tipo cuantitativo (Cuadro 18 apéndice), que nos indique si el porcentaje existente se considera bajo, medio o alto

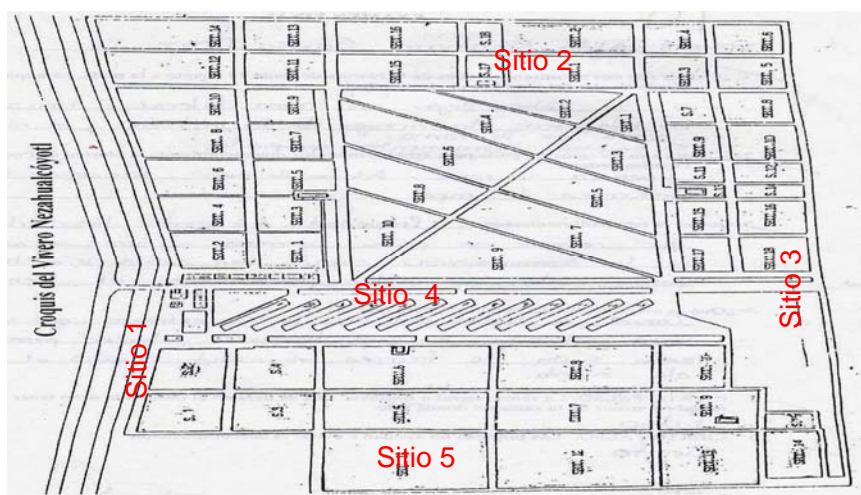


Figura 12 Sitios con *E. camaldulensis*.

4.5 Caracterización dasométrica

Dasonomía es la ciencia que trata del estudio de los bosques. Se llama urbana cuando su objeto de estudio son las áreas verdes de la ciudad. El estudio dasonómico urbano del Vivero se inicio con el marcaje de 50 árboles distribuidos dentro de las instalaciones (10 árboles en el Centro, 10 al Norte, 10 al Sur, 10 al este y 10 oeste), para así poder evaluar de manera general la condición dasonómica de los eucaliptos. Posteriormente se realizó el levantamiento de las diferentes características dendrométricas, de estabilidad estructural, impacto ambiental y los tratamientos arborícolas más recomendados.

4.5.1 Levantamiento dasonómico

Para realizar el levantamiento de datos del arbolado se empleó el formato 3 del apéndice, acompañado de cuadros explicativos para cada característica, con el fin de unificar criterios y sistematizar los datos. A continuación se mencionan los criterios empleados para la evaluación dasonómica.

4.5.2 Instructivo para la evaluación del arbolado

De acuerdo al formato 3, apéndice

LUGAR: Nombre de la Delegación Política o el nombre del lugar.

Fecha actual: Fecha con día, mes y año de la evaluación.

Evaluadores: Nombre de la persona o equipo que hizo la evaluación.

Revisó: Nombre del profesionista que participó como coordinador del trabajo de campo.

Id_Árbol: Número de la etiqueta con la cual está identificado el árbol.

Id_Especie de árbol evaluado en el vivero: Clave Id de acuerdo al Cuadro 11 apéndice

Id_Función: Número correspondiente a la función que esté desempeñando el árbol según el Cuadro 12 apéndice

Id_Vigor: Condición general del árbol con base en el Cuadro 13 apéndice

Id_Denscopa: Transparencia a la luz de la copa según el Cuadro 14 apéndice

Id_balcopa: Balance de la copa de acuerdo al Cuadro 15 apéndice

Id_Estructura: Andamiaje del árbol según el Cuadro 16 apéndice

Id_Tronco: Condición del fuste de acuerdo al Cuadro 17 apéndice

Id_Raíz: Condición del sistema de raíces de acuerdo al Cuadro 18 apéndice

Id_Diámetro normal: Diámetro normal en cm de acuerdo al Cuadro 19 apéndice

Id_Diamcopa: Cobertura de la copa y la proyección de la línea de goteo en metros de acuerdo al Cuadro 20 apéndice

Id_Altura: Altura total del árbol en metros según el Cuadro 21 apéndice

Id_Altcopa: Altura en m a la primera rama de la copa del árbol según el Cuadro 22 apéndice

Id_Impacto: Factores de mayor impacto con base en el Cuadro 23 apéndice

Id_Tratamiento: Tratamientos más recomendados con base en el Cuadro 24 apéndice

Id_Poda: Tipo de poda más apropiado por el árbol de acuerdo al Cuadro 25 apéndice

Id_Razón: Razones para el derribo de acuerdo al Cuadro 26 apéndice

Id_Condición: Evaluación de condición general de acuerdo al cuadro 27 apéndice. (Gobierno del Distrito Federal 2002).

4.5.3 Procedimiento

Previamente se dividió el área de estudio en 5 sitios y en cada uno se ubicaron 10 árboles, los árboles fueron marcados con etiquetas plásticas numerándolos progresivamente dentro de cada sitio. Las etiquetas se fijaron con dos clavos de 1.0 y 1.5 pulgadas, a 2 metros de altura dependiendo de la altura del árbol y mirando al Norte geográfico (Figura 13 A), de cada uno de los árboles

marcados se midió altura del árbol, altura de copa, diámetro del fuste, diámetro de copa con la ayuda de una cinta diamétrica y un clisimetro (Figura 13 B, C)

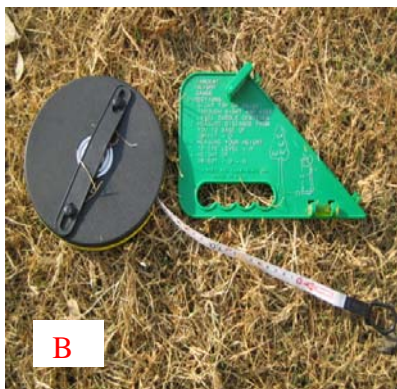


Figura 13. Procedimiento para el Levantamiento dasonómico. A. Marcaje de árboles con la etiqueta plástica, B. Cinta diamétrica y Clisimetro, C. Evaluación en campo

4.6 Ciclo biológico de *Glycaspis brimblecombei*

En el periodo comprendido del 21 de noviembre 2005 al 23 de enero 2006 se observó el ciclo biológico, para ello fue necesario:

4.6.1 Obtención de planta de eucalipto

La obtención de planta de *Eucalyptus camaldulensis* es fácil, en el vivero Nezahualcóyotl (Figura 14), se obtiene envasada en bolsa de 20 X 25 cm, con sustrato que contiene corteza de pino, la planta fue podada con la finalidad de promover la formación de brotes tiernos. La planta se regó cada tercer día, esta estuvo lista para ser infestada por el psílido cuando alcanzó los 80 cm de altura.



Figura 14. Planta de *E. camaldulensis*.

4.6.2 Elaboración de la caja de cría del psílido

La caja de cría es el espacio confinado como se muestra en la (Figura 15), en donde se ubicó la planta de eucalipto para ser infestada por huevecillos de *G. brimblecombei*, cuenta con dos orificios protegidos por mangas elaboradas con tela de algodón, que sirvieron para poder manipular a la planta y efectuar los riegos sin necesidad de abrir la puerta. En las partes delantera y superior se colocaron cristales con la finalidad de tener mejor visibilidad hacia el interior de las cajas; mientras que la parte trasera y los costados se forraron con tela de organza de algodón para tener una buena circulación de aire y así favorecer un buen desarrollo de la planta y del insecto, además de evitar la proliferación de patógenos.

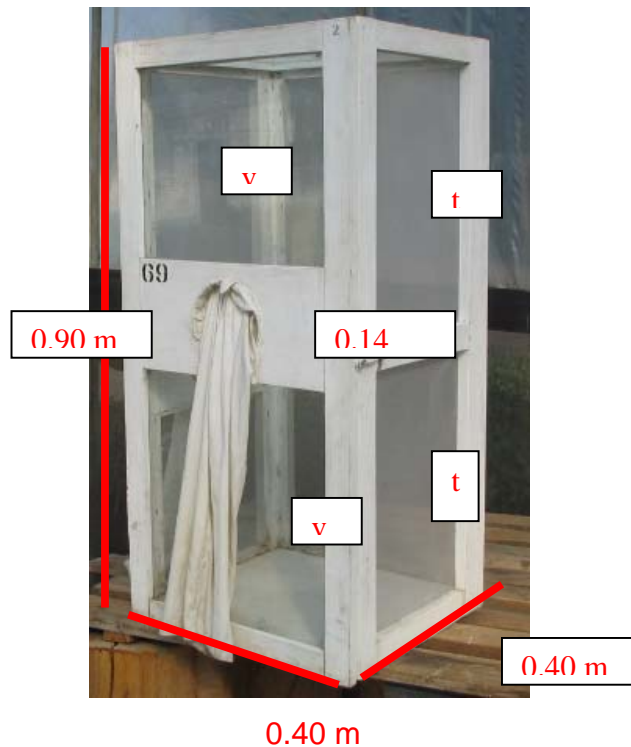


Figura 15. Caja de cría del psílido

4.6.3 Colecta de psílidos adultos

Se obtuvo follaje infestado por *G. brimblecombei* y se introdujo en una caja de cría por lo que el psílido adulto que se encontraba en el follaje quedó atrapado dentro de la caja y con ayuda de un aspirador entomológico se atrapó y se separó por sexo en frascos de vidrio.

4.6.4 Infestación de la planta con el psílido

En la caja de cría se introdujo la planta y de ésta se seleccionó una ramilla que se cubrió con una bolsa de organza donde los extremos de ésta bolsa se cerraron con alambre delgado (Figura 16), en cuyo interior se introdujo una hembra y un macho para que copularan. En el momento en que murió la

hembra se retiró la bolsa y se contaron los huevecillos; Cuando estos eclosionaron se tomaron datos cada tercer día del número de ninfas emergidas, hasta que se convirtieron en adultos



Figura 16. Ramilla cubierta con bolsa de organza.

4.7 Tabla de vida

Existen características inherentes a la población que no son aplicables a los organismos que la componen; algunas de éstas son la densidad, mortalidad, natalidad, distribución, etc., y a pesar de la importancia que tienen son incapaces de decirnos mucho por sí solas. El crecimiento poblacional por ejemplo, es el resultado del balance entre la natalidad y la mortalidad principalmente:

$$r = n - m$$

donde, r= Tasa instantánea de crecimiento
 n= Tasa instantánea de natalidad
 m= Tasa instantánea de mortalidad

En las poblaciones humanas, el balance mencionado se ve críticamente afectado ya que la supervivencia aumenta gracias a los adelantos conseguidos en medicina, servicios, alimentación, etc. y paralelamente la natalidad se incrementa.

Deevey en 1947, fue el primero que reconoció y destacó la importancia de estas tablas para el trabajo de los ecólogos. Una tabla de vida consistente en una serie de columnas, que presentan información para una edad específica de un grupo inicial de individuos; los encabezados de las columnas y su significado respectivo, son los siguientes:

x = intervalos de edad en unidades de tiempo apropiadas para cada especie

n_x = número de sobrevivientes al inicio de cada intervalo de tiempo

l_x = Proporción de sobrevivientes

$$l_x = \frac{n_x}{n_0}$$

d_x = número de muertos durante cada intervalo de edad

$$d_x = n_x - n_{x+1}$$

q_x = tasa de mortalidad específica por edad

$$q_x = \frac{d_x}{n_x}$$

L_x = Cantidad media de organismos entre dos edades sucesivas (de x a $x+1$)

$$L_x = \frac{n_x + n_{x+1}}{2} = n_{x+1} + \frac{d_x}{2}$$

T_x = número de unidades de tiempo que quedan por vivir en promedio a los sobrevivientes que han alcanzado la edad x . Se calcula como la frecuencia acumulada de L_x de abajo hacia arriba

$$T_x = \sum_m^x L_x$$

Donde m es la edad máxima alcanzada

e_x = esperanza real de vida para un individuo de edad x

$$e_x = \frac{T_x}{n_x}$$

La duración probable de vida se obtiene sumando la esperanza de vida y la edad alcanzada; puede comprobarse que se alarga a medida que aumenta la edad.

Es importante aclarar que las tablas de vida son un instrumento utilizable por los ecólogos para cualquier población animal cuando se requiere un análisis detallado de las causas específicas de mortalidad por edades, y de cualquier aspecto derivado de la estructura por edades de la población. López *et al.* (1981).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos en las trampas amarillas, durante 12 meses; comprendido éste periodo de Mayo de 2004 a Abril de 2005, se observa lo siguiente:

5.1 Fluctuaciones de la población por sexos de *Glycaspis brimblecombei*.

Entendamos por población como un grupo colectivo de organismos de la misma especie (u otros grupos en cuyo seno los individuos pueden intercambiar información genética).

La población de *G. brimblecombei* que se estudio en cuanto a su proporción por sexos (Cuadro 5), se observa que la subpoblación de machos tiene a lo largo del año un dominio importante sobre la subpoblación de hembras, ya que éstas mantuvieron su tamaño poblacional por debajo de la observada para los machos durante todo el año excepto en las semanas del 11 al 18 de agosto del 2004 y la del 26 de enero al 02 de febrero del 2005, donde los resultados obtenidos indican una superioridad de 91 contra 70 y 85 contra 74 individuos respectivamente (Figura 17).

5.1.1 Discusión sobre la fluctuación de la población, por sexos, de *G.lycaspis. brimblecombei*.

La población de machos de *G. brimblecombei* fue mayor que las hembras en casi todo el muestreo, esta diferenciación puede deberse a las características del área de estudio u otros factores como:

Cuadro 5. Número de psílidos y parasitoides de mayo del 2004 a mayo del 2005

SEMANA	Machos	Hembras	Machos	Hembras
5 AL 12 DE MAY / 04	139	74	0	1
12 AL 19 DE MAY / 04	67	8	1	1
19 AL 26 DE MAY / 04	85	14	2	4
26 DE MAY AL 2 DE JUN / 04	51	20	1	3
2 AL 9 DE JUN / 04	56	19	1	1
9 AL 16 DE JUN / 04	29	17	1	0
16 AL 23 DE JUN / 04	71	45	0	4
23 AL 30 DE JUN / 04	55	46	2	4
30 DE JUN AL 7 DE JUL / 04	42	31	1	2
7 AL 14 DE JUL / 04	48	30	1	1
14 AL 21 DE JUL / 04	49	33	1	2
21 AL 28 DE JUL / 04	40	37	1	0
28 DE JUL AL 4 DE AGO / 04	47	30	1	1
4 AL 11 DE AGO / 04	115	74	2	3
11 AL 18 DE AGO / 04	70	91	1	3
18 AL 25 DE AGO / 04	57	49	1	1
25 DE AGO AL 1 DE SEP / 04	46	23	1	1
1 AL 8 DE SEP / 04	54	22	0	2
8 AL 15 DE SEP / 04	18	9	0	1
15 AL 22 DE SEP / 04	12	6	0	0
22 AL 29 DE SEP / 04	11	4	0	0
29 DE SEP AL 6 DE OCT / 04	8	3	0	0
6 AL 13 DE OCT / 04	21	3	0	0
13 AL 20 DE OCT / 04	7	0	0	0
20 AL 27 DE OCT / 04	1	1	0	0
27 DE OCT AL 3 DE NOV / 04	3	0	0	0
3 AL 10 DE NOV / 04	20	4	0	0
10 AL 17 DE NOV / 04	5	3	1	0
17 AL 24 DE NOV / 04	5	1	0	0
24 DE NOV AL 1 DE DIC / 04	29	14	0	2
1 AL 8 DE DIC / 04	25	9	1	1
8 AL 15 DE DIC / 04	48	30	0	0
15 AL 22 DE DIC / 04	7	5	0	0
22 AL 29 DE DIC / 04	6	3	0	1
29 DE DIC / 04 AL 5 DE ENE / 05	38	30	0	0
5 AL 12 DE ENE / 05	30	15	0	1
12 AL 19 DE ENE / 05	27	10	0	1
19 AL 26 DE ENE / 05	60	34	1	3
26 DE ENE AL 2 DE FEB / 05	74	85	2	2
2 AL 9 DE FEB / 05	20	17	0	0
9 AL 16 DE FEB / 05	22	8	0	0
16 AL 23 DE FEB / 05	42	34	0	0
23 DE FEB AL 2 DE MAR / 05	25	15	1	0
2 AL 9 DE MAR / 05	100	48	1	1
9 AL 16 DE MAR / 05	8	6	0	0
16 AL 23 DE MAR / 05	4	2	0	0
23 AL 30 DE MAR / 05	3	1	0	0
30 DE MAR AL 6 DE ABR / 05	20	10	1	0
6 AL 13 DE ABR / 05	45	10	0	0
13 AL 20 DE ABR / 05	127	15	1	2
20 AL 27 DE ABR / 05	153	21	0	3
27 DE ABR AL 4 DE MAY / 05	187	26	0	2

- 1) cambios estacionales en el volumen de la población, regidos en gran parte por los cambios estacionales en los factores ambientales como temperatura, lluvia, etc. y
- 2) las fluctuaciones anuales. Para fines de análisis, estas últimas pueden examinarse bajo dos rubros, a saber a) fluctuaciones regidas principalmente por diferencias anuales en el medio físico de la población, o por factores extrínsecos (esto es, en la esfera exterior a las acciones recíprocas de la población), y b) oscilaciones dependientes en primer lugar del dinamismo de la población, o de factores intrínsecos (esto es, factores dentro de las poblaciones mismas).

Se entiende, por supuesto, que tanto los factores extrínsecos como intrínsecos influyen sobre las fluctuaciones, así que, en un periodo corto se pueden tener alzas y bajas de población, tales variaciones también fueron observadas por Arcos (2003) y Plascencia (2003) al trabajar con *G. brimblecombei*, en donde encontraron menos densidad de hembras, el primero obtuvo el valor más alto en el Bosque San Juan de Aragón, con 33 hembras por trampa en la semana comprendida del 23 al 30 de enero del 2002; el segundo percibió, en condiciones de laboratorio, que la proporción de sexos varió de manera consistente a través del estudio, pero siempre encontrando una mayor incidencia de los machos que de hembras. En cambio en Xochitla, Tepetzotlán, Estado de México, se obtuvo el valor más alto de 17 individuos por trampa en la semana del 19 al 26 de febrero del 2003 (Bautista, 2004).

Las poblaciones totales tanto de machos como de hembras fueron máximas de abril – mayo (Figura 17), por su puesto este incremento de la población se debe a la disponibilidad de alimento, pues desde el mes de marzo, el eucalipto ha iniciado la emisión de brotes nuevos, órganos preferidos por los adultos para ovopositar y que desde luego al ser órganos tiernos, son suculentos y poco lignificados.

Son fuente ideal de alimento para los diferentes instares de *G. brimblecombei*. Estos no son sin embargo las únicas condiciones por las que la plaga inicia su reproducción, son también de particular importancia la longitud del día, temperatura y precipitación.

Durante los meses de mayo a septiembre el parasitoide del eucalipto mantiene una población intermedia, según se ve reflejado por el número de individuos capturados que se mantienen en promedio entre 30 y 40, esto guarda una buena relación con el periodo activo de crecimiento del hospedero.

Cuando la especie vegetal reduce o concluye su periodo de emisión de follaje, la población de *G. brimblecombei* reduce al máximo su tamaño poblacional, de manera que se pudieron capturar un promedio no más de 20 individuos en el periodo septiembre a febrero.

Se observa pues una fina sincronización en el ciclo de vida de *G. brimblecombei* y la fenología de *E. camaldulensis* en el vivero Nezahualcóyotl.

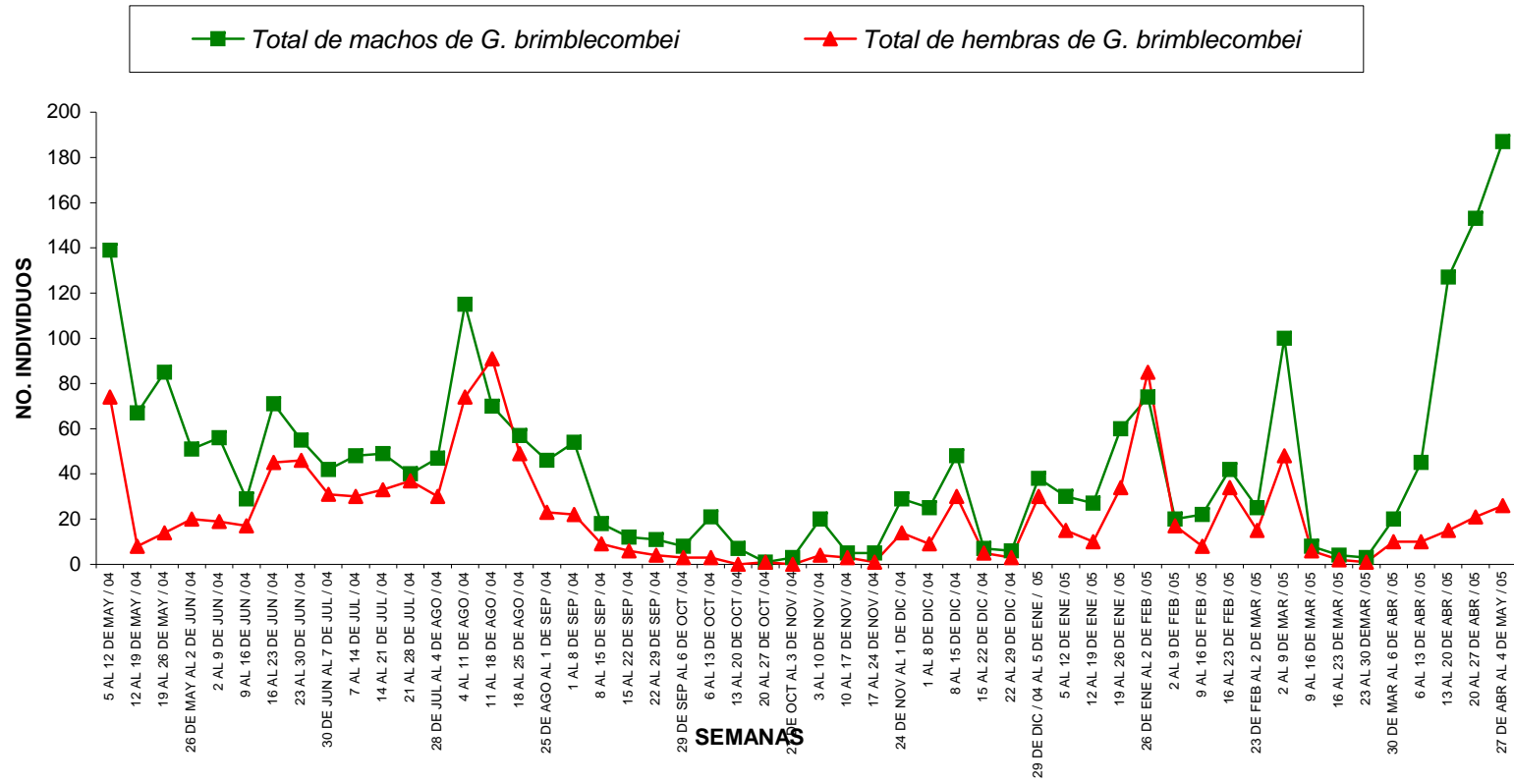


Figura 17. Comportamiento poblacional por sexo de *G. brimblecombei* en el vivero Nezahualcóyotl a lo largo de un año

5.1.2 Fluctuación del total de la población por sexos del parasitoide *Psyllaephagus bliteus* y las hembras de *Glycaspis brimblecombei*.

Se reconoció la presencia del parasitoide desde la primer semana de lectura de las trampas, como se muestra en la (Figura 18), durante las primeras 19 semanas (05 de mayo al 15 de septiembre del 2004), se tuvo una fluctuación simétrica entre las poblaciones de hembras del psílido y el total de parasitoides.

En las siguientes 10 semanas (15 de septiembre al 24 de noviembre de 2004), las hembras del psílido tienen un decaimiento por debajo de 7 individuos capturados, así mismo, esto se ve reflejado en la captura de parasitoides ya que en este período no se reporta captura, excepto en la antepenúltima con la captura de un individuo.

En las siguientes 6 semanas (24 de noviembre al 05 de enero de 2005), las hembras tienen un leve incremento de su población y aunque en este mismo período tenemos 3 semanas que no reportamos captura de parasitoides, la figura muestra que en las semanas del 15 al 29 de diciembre de 2004 las hembras del psílido tienen una baja importante.

En las siguientes 4 semanas (05 de enero al 02 de febrero del 2005), las poblaciones mencionadas tienen un comportamiento regular.

Respecto al período comprendido de las siguientes 10 semanas (02 de febrero al 13 de abril del 2005), se observa que se presentan 7 semanas donde no se reporta captura del parasitoide y de este periodo contamos con 6 semanas donde se capturaron menos de 11 hembras del psílido.

En las últimas 3 semanas (13 de abril al 04 de mayo del 2005), se observa una alza constante de hembras del psílido y también una alza irregular del parasitoide.

5.1.3 Discusión sobre la fluctuación del total de la población, por sexo, del parasitoide *Psyllaephagus bliteus* y las hembras de *Glycaspis brimblecombei*.

La dinámica de la población del insecto hembra del psílido *G. brimblecombei*, que se alimenta del follaje del árbol *E. camaldulensis*, puede ser evaluada entre otros parámetros, a través de la densidad de la población que dicho sea de paso, en este caso particular permanece normalmente estabilizada a un bajo nivel por las acciones combinadas dependientes e independientes de la densidad respectivamente, de las condiciones atmosféricas de los parásitos y los depredadores; pero ocasionalmente, la población se “escapa” de control natural e “irrumpe” a una alta densidad, lo que se traduce en una defoliación los árboles.

Para entender ésta dinámica fue necesario establecer a partir de los datos cuatro niveles, para así poder agrupar los niveles con densidades similares y así relacionarlos con la operatividad del control biológico en el período manifestado

En el nivel 1 y 2 se encuentran aquellos periodos de tiempo (semanas), en las que se obtuvieron en las trampas un número igual o inferior a 10 y 30 hembras atrapadas respectivamente.

Para el nivel 1, la semana tope es la comprendida entre el 12 al 19 de enero del 2005 y para el nivel 2, la semana tope es la comprendida entre el 8 al 15 de diciembre del 2004.

En el nivel 3 y 4 se encuentran todas aquellas semanas, en las que se obtuvieron en las trampas un número igual o inferior a 49 y 91 hembras atrapadas respectivamente. Para el nivel 3, la semana tope es la comprendida entre el 18 al 25 de agosto del 2004 y para el nivel 4, la semana tope es la comprendida entre el 11 al 18 de agosto del 2004.

Al analizar la gráfica es posible darse cuenta que en los niveles presentados, la hembra del psílido siempre esta acompañada por los parasitoides, por lo que se considera que el control biológico opera con eficacia. Las poblaciones del psílido del eucalipto y de su parasitoide mantienen un comportamiento paralelo durante el año de estudio teniendo periodos de incremento y descenso como ya se explicó con anterioridad.

Esta fluctuación poblacional de ambas especies mantiene un comportamiento semejante al de la Figura 14 y esto tiene su razón de ser, ya que cuando el eucalipto inicia la emisión de brotes nuevos en sus ramas en el mes de marzo en los meses de abril – mayo la plaga aumenta la ovoposición en el follaje nuevo y a su vez el parasitoide empieza a incrementarse. En los meses de mayo a septiembre las poblaciones vuelven a mantener una población intermedia, según se ve reflejado en el comportamiento de la gráfica, esto como ya se menciono guarda una relación con el periodo activo del desarrollo de los árboles, además de que las poblaciones se benefician por las condiciones climáticas adecuadas para su optimo desarrollo (caliente con humedad).

En los meses de septiembre a febrero se presentan el periodo más bajo de captura del parasitoides, esto se explica ya que la emisión de follaje en los eucaliptos se ve reducida o concluida, aunque se observan pequeños periodos de incremento del psílido que es acompañado por el parasitoide.

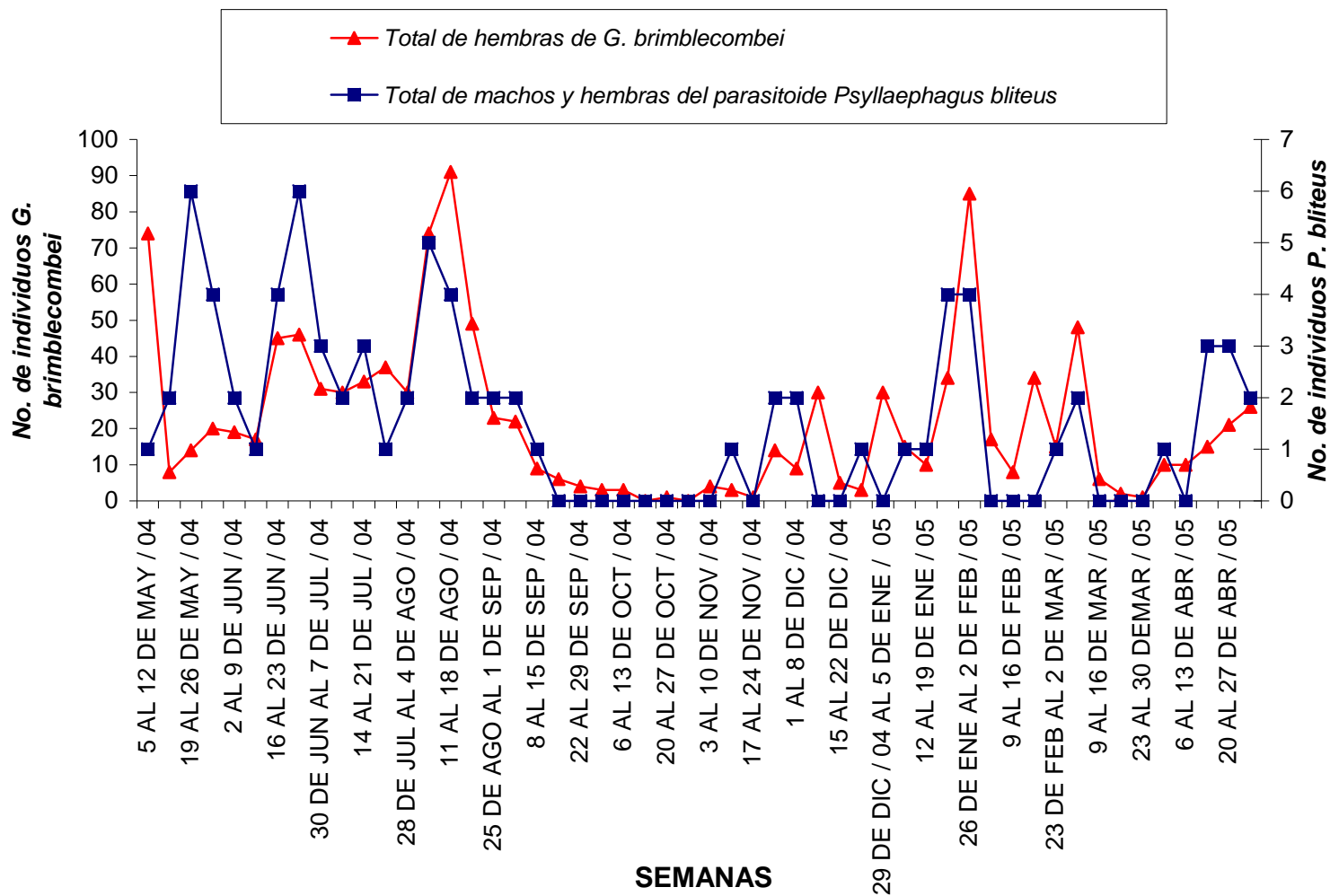


Figura 18. Comportamiento poblacional por sexo del parasitoide *P. bliteus* y las hembras de *G. brimblecombei* en el vivero Nezahualc6yotl a lo largo de un a1o

5.1.4. Fluctuación de poblaciones de *Glycaspis brimblecombei* y *Psyllaephagus bliteus* del 20 de noviembre de 2001 a 28 de enero de 2003.

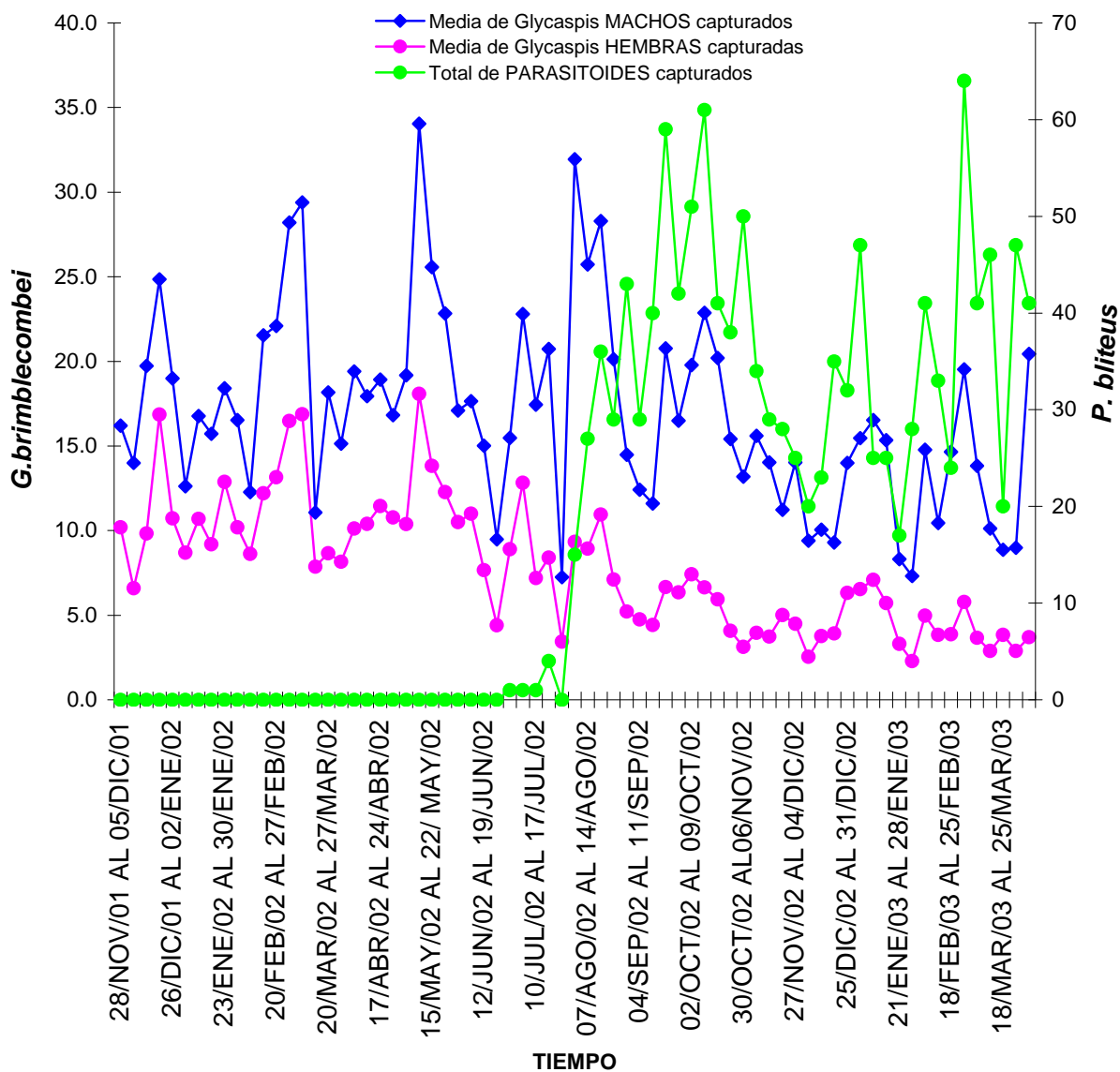


Figura 19. Fluctuación de poblaciones de *G. brimblecombei* y *P. bliteus* del 20 de noviembre de 2001 a 28 de enero de 2003.

En la figura 19 se muestran los resultados del monitoreo de las poblaciones de *G. brimblecombei* y *P. bliteus*, en la Ciudad de México, el monitoreo se realizó bajo el marco de dos convenios de cooperación entre el gobierno de la Ciudad de México y la Universidad Autónoma de Chapingo. A continuación se describe un resumen que describe la fluctuación poblacional encontrada.

Los resultados que se obtuvieron con el sistema de monitoreo (trampas amarillas, establecidas en 16 sitios, ubicados en 15 delegaciones), se observan en la figura 16, Se observa la fluctuación del psílido a lo largo del período de evaluación, presentándose siempre una mayor cantidad de población del psílido, a partir de esta fecha, la población empezó a disminuir y en la última semana del mes de julio se registró la densidad de población más baja en todo el año, debido a la presencia de fuertes lluvias en este mes. En la primera semana de octubre la población de *G. brimblecombei*, nuevamente se dio a la alza, sin embargo, en la segunda quincena del mismo mes, empezó a disminuir y se mantuvo a la baja hasta principios de noviembre, influenciada por la presencia del parasitoide y la temperatura ambiental.

Durante el trapeo, también se registró la fluctuación de *P. bliteus*. El parasitoide se registró por primera vez en el Bosque de Tetlameya (delegación Coyoacán), en la última semana de junio de 2002; la máxima captura entre hembras y machos se registró en la tercera semana de octubre; para noviembre disminuyó la captura, siguiendo a *G. brimblecombei*, probablemente por las bajas temperaturas registradas en dicho mes para el Distrito Federal (Cibrián *et al.*, 2002).

5.1.5 Evolución del comportamiento del parasitoide en los períodos comprendidos del 20 de noviembre de 2001 a 28 de enero de 2003 y 5 de mayo de 2004 a mayo de 2005

La medida de control más importante y la única que ha demostrado a mediano plazo ser la más eficiente, es el control biológico con el parasitoide *P. bliteus*; pues desde que se empezaron a llevar a cabo las liberaciones de este insecto para que se estableciera en la Ciudad y posteriormente se propagase por si solo a tenido éxito, ya que es un insecto introducido de otro país, llegó sin enemigos naturales específicos (depredadores y parasitoides), el parasitoide introducido es específico a la plaga del eucalipto y las condiciones ambientales de México, permiten su establecimiento, supervivencia y desarrollo, como se demuestra en las figuras 15 y 16, es en esta última donde nos señala que desde el 28 de noviembre del 2001, que en la última semana de junio se registra por primera vez y a partir de esta fecha el insecto a aumentado o disminuido su población de acuerdo al crecimiento poblacional de acuerdo a su hospedante.

5.2 Resultados obtenidos en el análisis de follaje

Con base en los resultados obtenidos del análisis de follaje recolectado en el vivero, se construyeron los cuadros 5 y 6, es decir se dividió el periodo comprendido de mayo del 2004 a abril del 2005 en dos semestres.

Cuadro 6. Resultados del primer semestre Cuadro 7. Resultados del segundo semestre

AÑO 2004			
Mes	No. de Ninfas	No. de Parasitadas	No. de Exuvias
Mayo	120	0	15
Junio	235	0	2
Julio	177	5	11
Agosto	140	3	4
Septiembre	49	4	16
Octubre	10	0	0
Total	731	12	48

AÑO 2004 Y 2005			
Mes	No. de Ninfas	No. de Parasitadas	No. de Exuvias
Noviembre	4	0	5
Diciembre	185	10	2
Enero	327	10	30
Febrero	312	25	74
Marzo	173	7	7
Abril	248	14	4
Total	1249	66	122

5.3 Porcentaje de parasitismo

Entendemos el parasitismo, como una acción entre dos poblaciones (población-huésped, por una población parásita), que se traduce en efecto negativo en la población parasitada, por lo que los parásitos matan y perjudican a individuos y reducen hasta cierto punto, el índice de desarrollo de la población.

En el lugar de origen las dos poblaciones (psílido y parasitoide) hasta ahora se encuentran coexistiendo en una forma equilibrada, por lo que el efecto es una autorregulación entre las dos poblaciones (Odum, 1971).

A continuación se señalan el porcentaje de parasitismo registrado en el vivero, obtenido de acuerdo con los resultados arrojados por el análisis de follaje en los dos semestres.

Cabe indicar que para la obtención de estos porcentajes de parasitismo se recurrió al desarrollo de la fórmula $\left(\frac{\sum X_i + \sum Y_i}{\sum X_i + \sum Y_i + \sum Z_i} \right) * 100$ del apartado 7.3.3

Donde para el primer semestre, tenemos los siguientes resultados:

$$\sum X_i = 12$$

$$\sum Y_i = 48$$

$$\sum Z_i = 124.27 \text{ Donde:}$$

$$\sum Z_i = \sum W_i * 0.17 \text{ es igual a } \sum Z_i = 731 * 0.17 = 124.27$$

Por lo que:

$$\left(\frac{12 + 48}{12 + 48 + 124.27} \right) * 100$$

$$\left(\frac{60}{184.27} \right) * 100$$

$$\left(0.3256 \right) * 100$$

Por lo que:

- Porcentaje de parasitismo en el primer semestre **32.56**

Donde para el segundo semestre, tenemos los siguientes resultados:

$$\sum X_i = 66$$

$$\sum Y_i = 122$$

$$\sum Z_i = 212.33 \text{ Donde:}$$

$$\sum Z_i = \sum W_i * 0.17 \text{ es igual a } \sum Z_i = 1249 * 0.17 = 212.33$$

Por lo que:

$$\left(\frac{66 + 122}{66 + 122 + 212.33} \right) * 100$$

$$\left(\frac{188}{400.33} \right) * 100$$

$$(0.469612) * 100$$

Por lo que:

- Porcentaje de parasitismo en el segundo semestre **46.96**

5.3.1 Liberación del parasitoide en la delegación Xochimilco

Desde que se detectó la presencia del psílido del eucalipto en esta Ciudad, la Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno del D. F. ha venido realizando una serie de liberaciones del parasitoide en todas las delegaciones del Distrito Federal.

Con respecto a ésta delegación, se han liberado un total de 5,028 parasitoides, en diferentes partes de la demarcación como lo muestra el cuadro 8 (Cantoral, 2005 com. pers.).

Cuadro 8. Liberaciones del parasitoide en la delegación de Xochimilco

Fecha	Sitio	Machos	Hembras	TOTAL
09-VIII-02	Bosque residencial del Sur Glorieta de Vaqueritos, Museo	183	341	524
19-XI-02	Dolores Olmedo y Bosque de San Luis	871	3,064	3935
08-X-03	Bosque de Nativitas	161	170	331
18-XI-03	Camellon Canal de Chalco	4	234	238
TOTAL		1,219	3,809	5,028

Las liberaciones del parasitoide llevadas acabo dentro de la demarcación se empezaron a efectuar a un año (abril del 2001), de ser detectado el psílido en la Ciudad por lo que se puede afirmar que se llevaron acabo prácticamente en un

período corto, estas aunadas a la reproducción natural del insecto benéfico han mostrado que el control biológico ha sido eficaz, como lo observamos en el porcentaje de parasitismo obtenido en los dos períodos analizados.

Además de que el enemigo natural importado a mostrado contar con los siguientes atributos:

- Compatibilidad ecológica.- Tanto el enemigo natural como la plaga se ajustan perfectamente a las condiciones ambientales y de hábitat de la Ciudad de México.
- Sincronización de ciclos de vida.- La sincronización de los ciclos de vida entre el enemigo natural y el hospedante es a menudo esencial para un programa de importación exitosa. Muchos factores bióticos y abióticos influyen en la sincronización de los ciclos de vida, ya que este parásito sólo oviposita en una ninfa de quinto instar.
- Capacidad de búsqueda alta.- El enemigo natural a mostrado ser capaz de encontrar a su hospedero, aun en las temporadas donde ha bajado su población.
- Capacidad de dispersión alta.- La dispersión del enemigo natural ha sido igual a la de su hospedero, ya que se han registrado en las 16 delegaciones.
- Carencia de hiperparásitos u otros enemigos secundarios.- El enemigo natural cuenta en su hábitat con un hiperparásitoide (*Pachyneuron* sp.) pero hasta la fecha en ésta Ciudad no se ha detectado.

- Facilidad de cultivo.- El enemigo natural se está reproduciendo con éxito en condiciones de invernadero en las instalaciones del CEMFAV (Coulson y Witter, 1990).

5.4 Situación actual del nivel de infestación por *Glycaspis brimblecombei* en el eucalipto del vivero Nezahualcóyotl.

La totalidad del arbolado de *E. camaldulensis* en el vivero, se encuentra infestado por el psílido, pero el nivel de infestación por individuo no presenta riesgo de provocar constantes y severas defoliaciones, así como disminución del crecimiento, muerte en puntas y ramas que provoquen la muerte del individuo o lo hagan vulnerable al ataque de plagas y enfermedades oportunistas que puedan causar la muerte definitiva del árbol.

Se analizaron un total de 60 hojas infestadas por el psílido y de estas se obtuvo la siguiente grafica (Figura 20).

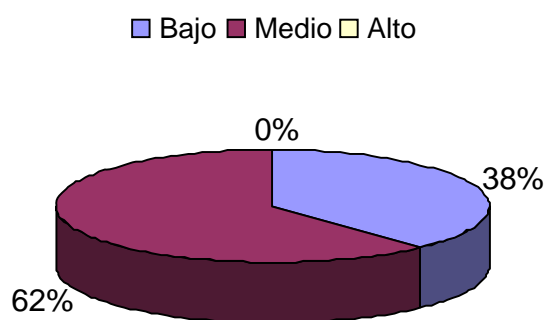


Figura 20. Porcentaje de cobertura foliar por *G. brimblecombei*

Del total de las hojas evaluadas, el 62% corresponden a un porcentaje de infestación medio y el 38% restante a una infestación baja, cabe señalar que no se encontró follaje con un nivel de infestación alto.

Por lo que se constata que la plaga del eucalipto esta biológicamente controlado gracias a la liberación y reproducción natural del parasitoide *P. bliteus*.

5.5 Resultados obtenidos en la evaluación dasonómica.

5.5.1 Estructura del arbolado

Entendemos por estructura, el arreglo de los atributos estáticos del arbolado urbano. Ejemplos de estas estructuras son la distribución espacial de las especies, biomasa, tamaño, edad y clases de condición entre otras.

5.5.1.1 Estructura diamétrica

En el vivero de acuerdo con el (cuadro 9 de apéndice), se encontró la siguiente distribución de los tamaños por diámetro de los árboles de eucalipto (Figura 21).

Donde se puede observar que del 100% de los árboles evaluados, el 64% tiene diámetros menores a 40 cm y si se relaciona el diámetro con la edad, se puede indicar que el arbolado en su mayor parte es joven.

Esta condición de los árboles permite que la formación de brotes tiernos en los ápices de las ramas sea constante y al ser así el psílido se beneficia ya que estos brotes son los favoritos para que la plaga ovoposite y por consiguiente la presencia de la plaga es mayor que en árboles adultos donde se ve reducida la formación de brotes en los ápices, pero no por esto la plaga deja de dañar a unos más que a otros.

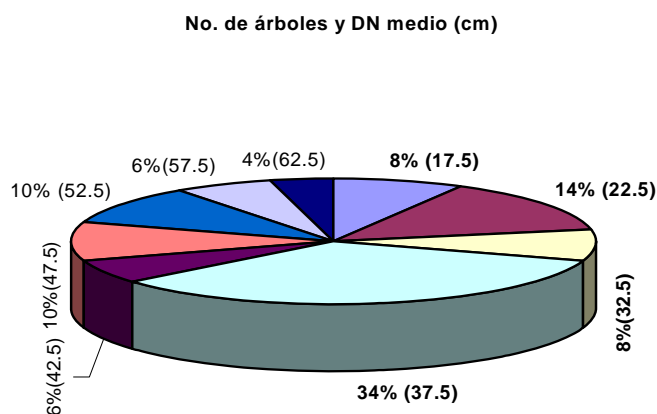


Figura 21 Estructura diámetrica en el arbolado de el vivero Nezahualcóyotl

5.5.1.2 Estructura altitudinal

Al analizar la estructura altitudinal del arbolado de eucalipto dentro del Vivero, de acuerdo con el (cuadro 11 de apéndice), mostrada en la Figura 22, se puede observar que la tendencia dominante promedio en el sitio es alrededor de los 17.5 m de altura, representada por el 34%. Conjuntamente con la familia *Myrtaceae* tenemos la *Casuarinaceae*. Por ser las de mayor población también contribuyen a la formación del estrato dominante en el área de estudio.

No. de árboles y alt. media (m)

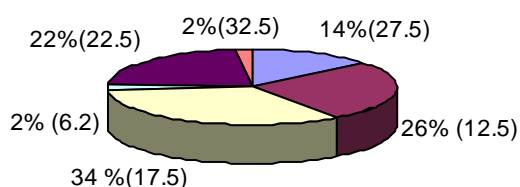


Figura 22 Estructura altitudinal del arbolado de eucalipto en el vivero Nezahualcóyotl

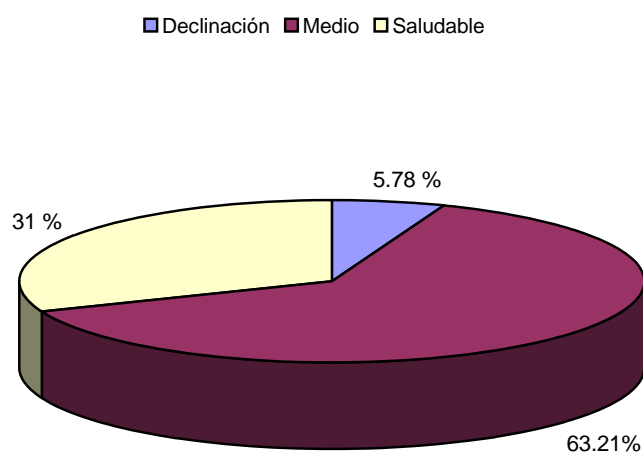
Por la observación que se realizó durante este levantamiento no se reconoció reducción en el tamaño de las copas (por muerte descendente), ya que las consecuencias de las infestaciones se traducen en reducción del crecimiento y después de sucesivas defoliaciones puede causar la muerte de puntas, ramas e incluso de los árboles.

5.5.1.3 Cobertura foliar

A partir del diámetro de la copa, de acuerdo con el (cuadro 10, de apéndice), medido en el campo para cada uno de los árboles tomando dos mediciones opuestas.

De esta manera se encontró que la cobertura de copa total de los árboles valuados en el vivero, es de 176.720 m². Sin embargo, es importante reconocer que existen árboles suprimidos y en competencia. Además, desde el punto de vista de la función ambiental y ecológica del vivero, resulta necesario conocer cómo se encuentra distribuida esta cobertura de acuerdo a la condición de vigor

del arbolado. La Figura 23, indica que los árboles de vigor medio contribuyen con un 63.21% de la cobertura foliar de los árboles evaluados en el vivero, los árboles de vigor saludable contribuye con un 31% y por último los de vigor en declinación con 5.78 %.



Fiura 23 Cobertura foliar del arbolado de eucalipto en el vivero Nezahualcóyotl

Esto indica que la pérdida del follaje en las copas de los árboles, causadas por las infestaciones del psílido, no pone en riesgo la estabilidad de los eucaliptos en el vivero ya que solo el 5.78% presenta una cobertura foliar en declinación.

5.5.1.4 Estructura de condición del arbolado

Esta parte del estudio enfatiza los aspectos relacionados con la situación de salud de los árboles en sí mismos y el análisis de los riesgos por caída del arbolado en el vivero. En este sentido, la condición del arbolado se ha analizado desde dos puntos de vista: vigor y seguridad del mismo.

5.5.1.4.1 Condición de vigor

Para conocer este aspecto de la salud de los árboles se empleó en el campo un cuadro (Cuadro 3 de apéndice), para valorar si el árbol se encontraba muerto, en declinación, con una condición media de vigor o en situación saludable.

Por otra parte, la Figura 24, permite deducir que la condición dominante de vigor, es la media con 66% de eucaliptos, seguida del 22% de la misma especie con una condición saludable, dejando en último lugar la condición de declinación con el 12% de eucaliptos, así, puede concluirse que el arbolado de eucalipto del vivero no va con tendencia hacia la declinación. Por lo que la ejecución de diferentes tratamientos de manejo integral para mejorar la condición de vigor del arbolado no son urgentes.

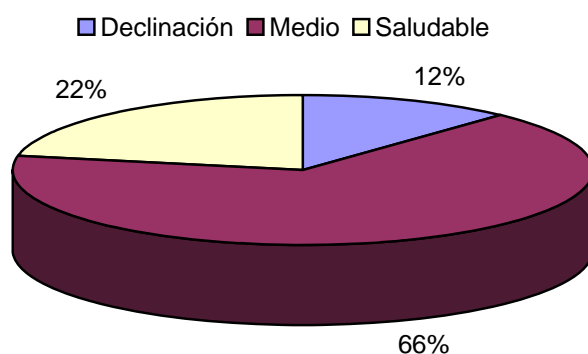


Figura 24 Condición de vigor del arbolado de eucalipto en el Vivero Nezahualcóyotl

5.5.1.4.2 Condición de seguridad

Debido a que el arbolado del Vivero en ciertos sitios es abundante, existe la constante preocupación sobre la seguridad en relación con su manejo. Seguridad entendida desde el punto de vista del riesgo de caída del árbol, o partes del mismo, y el daño que esto ocasione a trabajadores, infraestructura y otros seres vivos.

Para calificar la condición de seguridad de un árbol de una manera objetiva se evaluaron los factores del mismo que más pueden contribuir a su estabilidad estructural, como son los Id correspondientes a los indicadores de: RAÍZ, TRONCO, ESTRUCTURA, BALANCE DE COPA, DENSIDAD DE COPA Y VIGOR.

Los datos tomados en el campo para la valoración de seguridad, permiten ver que del 100% de los árboles evaluados el 92% de ellos se encuentran en los rangos de seguridad de buena a excelente (Figura 25).

Sin embargo, interesan los árboles de riesgo y éstos no se detectaron durante la evaluación efectuada en el Vivero.

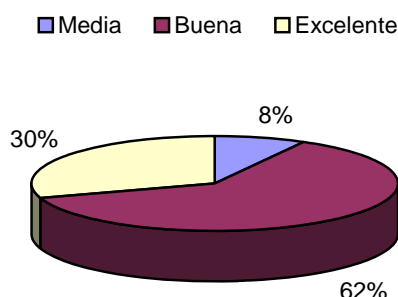


Figura 25 Condición de seguridad del arbolado de eucalipto en el Vivero Netzahualcóyotl

5.5.1.5 Impacto ambiental al arbolado

Con la ayuda del cuadro 13 de apéndice, se realizó la evaluación de los diferentes factores no vivos que afectan al arbolado urbano. Esta valoración sirvió para normar los criterios de decisión sobre él o los tratamientos más apropiados para cada árbol.

De los 50 árboles de eucalipto evaluados en el vivero que representan el 100% están afectados por la competencia que existe entre ellos, ya que como se señaló en el Cuadro 2 de Función, se encuentran formando una barrera rompevientos, por lo que la planeación en la plantación esta justificada. Así mismo este porcentaje se encuentra afectado por la plaga del eucalipto *G. brimblecombei* que actualmente se ésta controlando con su parasitoide *P. bliteus*.

5.5.1.6 Tratamientos recomendados

Para determinar él o los tratamientos más adecuados para cada árbol, de acuerdo a su condición e impacto, se realizó en el campo una inspección, individuo por individuo y con el auxilio de dos cuadros especialmente confeccionados Cuadros 15 y 16 de apéndice se elaboran las recomendaciones pertinentes

Debido a que la poda es quizá la técnica arboricultural más importante para resolver gran cantidad de situaciones de los árboles, se desglosaron los tratamientos en tres grupos: podas, derribos y otros tratamientos para los árboles.

Podas

En septiembre de 2006, S.M.A. publicó en la Gaceta Oficial del D. F. La Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-001-RNAT-2006. La poda en el ámbito urbano es el procedimiento más común de mantenimiento y en ocasiones el único que se lleva a cabo. Cuando se ejecuta en forma adecuada, pueden potenciarse los servicios ambientales y sociales que los árboles proporcionan.

Los tipos de poda permitidos son: poda de formación en individuos jóvenes (latifoliados, coníferas, palmas), poda de árboles latifoliados maduros (limpieza de copa, restauración de la copa, aclareo de copa, elevación de copa, reducción de copa o poda de despunte), poda de coníferas maduras y poda de palmas maduras.

La poda de limpieza de copa se recomendó para los 50 árboles evaluados que representa el 100% del total a podar. Debido a que esta poda se limitará a la remoción de ramas muertas moribundas, plagadas, aglomeradas, débilmente unidas y de bajo vigor, además de liberar ramas que presenten plantas parásitas, con esto se va a contribuir al mejoramiento de la condición de salud de éste y del resto del arbolado en el vivero.

El desecho de las podas antes descritas se recomienda sea triturado e incorporado como mulch a los árboles existentes. Este material triturado puede ser también utilizado en la elaboración de composta y material orgánico.

El derribo como otras recomendaciones, por el momento no son necesarias de llevar a cabo en el arbolado del vivero Nezahualcóyotl.

5.6 Resultados obtenidos en la tabla de vida

Se observó que a partir de un número inicial de 126 huevecillos sólo sobrevivieron hasta el estado adulto 21 individuos que representan el 16.7% de la población inicial de huevecillos, es decir, el 83.3% no llegó al estadio de individuo maduro (Cuadro 9).

La esperanza de vida para esta especie se reduce a medida que la edad se incrementa, de este modo un huevo tiene una alta probabilidad de transformarse en una larva de 1° instar, sin embargo las larvas de 1° instar tienen una baja esperanza de vida, de manera que estas tienen la mayor mortalidad (25 individuos) con una tasa de 0.234 de las más altas registradas, esto se explica porque si la larva de 1° instar no se instaló y sintetizó su caparazón o conchuela muere, esta situación es real para cualquiera de las etapas de instar, solo que cuando un instar pierde su conchuela, tiende a sintetizar una nueva rápidamente lo cual reduce su probabilidad de muerte por esta causa.

Cuadro 9. Resultados obtenidos en la tabla de vida del psílido del eucalipto

Intervalo de edad	No. De sobrevivientes	Proporción de sobrevivientes	No. de muertos	Tasa de mortalidad	Cantidad media de organismos	No. de unidades	Esperanza real de vida
(x)	(nx)	(l _x)	(dx)	(qx)	(L _x)	(T _x)	(e _x)
Huevos	126	1	19	0.151	116.5	434.0	3.444
1° instar	107	0.849	25	0.234	94.5	317.5	2.967
2° instar	82	0.651	10	0.122	77.0	223.0	2.719
3° instar	72	0.571	17	0.236	63.5	146.0	2.027
4° instar	55	0.437	11	0.200	49.5	82.5	1.500
5° instar	44	0.349	23	0.523	32.5	33.0	0.750
Adultos	21	0.167	21	1	10.5	10.5	0.500
	0	0	0	0	0	0	0

Un número importante de individuos de los estadios 1, 2 y 3 no alcanza a desarrollarse satisfactoriamente, murieron dentro de la conchuela, ya que como lo muestra la Figura 27, estos fueron depredados por el León de los pulgones o mosca de alas de encaje *Chrysopa plorabunda*, en estado larvario.

Los estadios de 4° y 5° instar presentaron mortalidades de 11 y 23 individuos respectivamente con tasas de mortalidad de 0.200 y 0.523 para cada caso, como puede observarse es en el 5° instar donde se presenta la más alta tasa de mortalidad para esta especie, esto se debe a un alto grado de parasitismo por parte de *P. bliteus*, principal causa de muerte de *G. brimblecombei* durante este estadio. Desde luego es en este mismo estadio de 5° instar donde se abate de manera importante (0.75) la probabilidad de sobrevivir. Se encontró fuera de la concha una exuvia muerta (seca) de 4° instar, depredada por un organismo desconocido.

Finalmente, todos los organismos de 5° instar que emergieron de la conchuela como adultos tuvieron 0.5% de probabilidad de vivir y reproducirse, en este caso se desconocen las causas específicas de muerte.

Es importante señalar que durante el desarrollo de esta tabla de vida se contó en dos ocasiones con la precipitación y vientos, lo que ocasionó desprendimiento de conchuelas y consecuentemente dejó al descubierto varias ninfas, de las cuales no todas alcanzaron a formar su nueva conchuela.

Se observaron momias y ninfas parasitadas por su principal parasitoide *P. bliteus*, Dahlsten *et al.* (2003) reporta que *G. brimblecombei* es atacado por muchos depredadores como las catarinas (*Harmonia axyridis*) y otros coccinelidos, chinche piraya (*Anthocoris spp.*), crisopas, arañas y pájaros. Estas especies contribuyeron con el control biológico de la plaga del eucalipto.

En resumen, *G. brimblecombei*, como se observa en el cuadro 10, tiene las siguientes causas de muerte según el estadio del desarrollo.

Cuadro 10. Causas de muerte de *G. brimblecombei* en el vivero Nezahualcóyotl

Estadio	Clave	Causas de muerte
Huevos	0	Infertilidad
1° instar	1	Ausencia de establecimiento y síntesis de conchuela
2° instar	2	Muerte dentro de la conchuela (León de los pulgones (<i>Chrysopa plorabumda</i>), (Figura 27)
3° instar	3	Muerte dentro de la conchuela (León de los pulgones <i>Chrysopa plorabumda</i>)
4° instar	4	Parasitismo por <i>Psyllaephagus bliteus</i> ,
5° instar	5	Parasitismo por <i>Psyllaephagus bliteus</i> ,
Adulto	6	<i>Psyllaephagus bliteus</i> , algunas aves, las catarinas (<i>Harmonia axyridis</i>) y otros coccinelidos, chinche piraya (<i>Anthocoris spp.</i>), crisopas y arañas

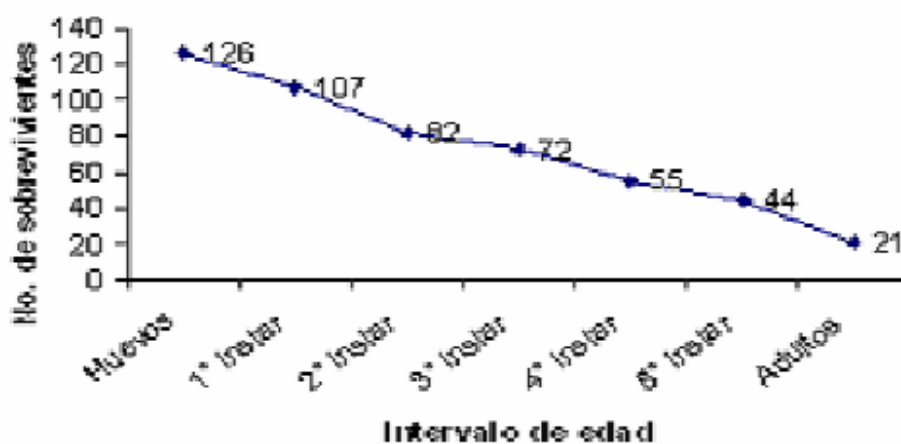


Figura 26. Tabla de vida de *G. brimblecombei*

La Figura 26 muestra el decremento poblacional de estados ninfales a partir del total de huevecillos (126), depositados en las hojas de eucalipto hasta que solamente (21) de estas ninfas alcanzan el estado adulto.

Así mismo se observo en follaje de eucalipto colectado dentro del vivero que el León de los pulgones o mosca de alas de encaje *C. plorabunda* (Figura 27 A), en su estado larvario se alimenta del psílido en cualquier instar de desarrollo y en estado adulto.

Cuando ataca al psílido en algún instar de desarrollo, es decir, cuando este se encuentra dentro de la concha protectora la larva busca un lugar disponible donde se adhiere la conchuela con la hoja para introducir sus mandíbulas y una vez que consigue introducir las con estas atrapa al insecto y así empieza a alimentarse de los jugos vitales asta ocasionarle la muerte (Figura 27 C).

También, se observo alimentándose de un adulto que quedo pegado en los azúcares que conforman la conchuela, ya que estos azúcares se encontraban disueltos por efecto del calor, por lo que al salir de la conchuela parte de su cuerpo quedo adherido a los azúcares y no pudo escapar (Figura 27 B).

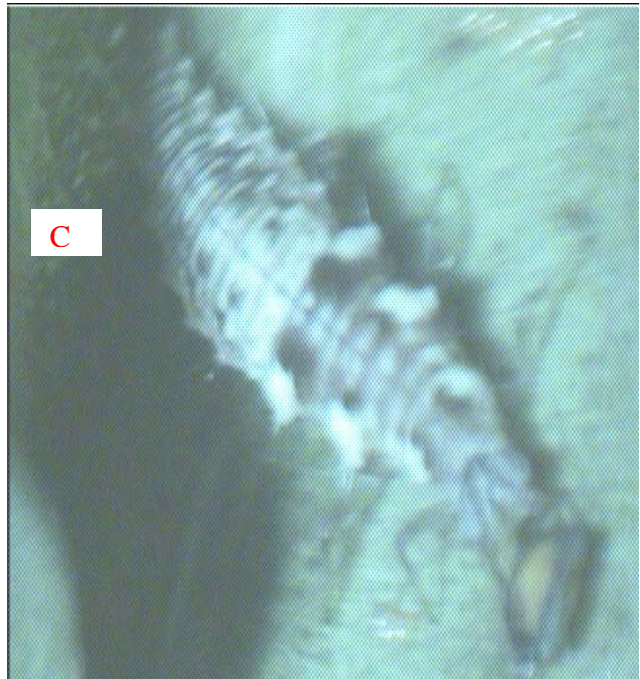


Figura 27 León de los pulgones o mosca de alas de encaje *C. plorabunda*. A. Larva. B. Alimentándose de adulto de *G. brimblecombei*. C. Alimentándose de ninfa de *G. brimblecombei*.

VI. CONCLUSIONES

- Todos los individuos de *Eucalyptus camaldulensis* en el vivero Nezahualcóyotl se encuentran plagados con *Glycaspis brimblecombei*, teniendo una infestación donde sobresale el nivel medio seguido del bajo, no se encontró un nivel alto
- La plaga del eucalipto *G. brimblecombei* en el vivero Nezahualcóyotl tiende a controlarse, gracias a las liberaciones de su parasitoide (*Psyllaephagus bliteus*).
- *G. brimblecombei* en cuanto a su distribución por sexo, se observó que la cantidad de machos fue siempre mayor que las de las hembras en el periodo de estudio.
- La proporción de sexos en la población de *P. bliteus* favoreció siempre a las hembras respecto a los machos en el periodo estudiado.
- Existe una sincronización entre el crecimiento de renuevos de eucalipto en los meses de marzo – abril con el máximo poblacional de *G. brimblecombei* en abril – mayo y entre este y el máximo de población de *P. bliteus* en mayo – junio.
- Durante el periodo de estudio se reportaron ninfas parasitadas y exoesqueletos (momias), lo que indica que el parasitoide está bien establecido en los eucaliptos del vivero.
- El control biológico de *G. brimblecombei* por el parasitoide natural *P. bliteus* ha sido eficaz en el vivero Nezahualcóyotl lo cual se traduce en el arbolado

de eucalipto por: baja defoliación, ausencia de mortalidad, buen vigor y tasa de crecimiento, bajo porcentaje de arbolado en decline.

- Las condiciones ambientales de México, permiten el establecimiento del parasitoide *P. bliteus*, lo cual ha permitido su establecimiento, supervivencia y desarrollo.
- La condición de seguridad del arbolado de *E. camaldulensis* en el vivero Nezahualcóyotl varía de buena a excelente.
- La máxima tasa de mortalidad de *G. brimblecombei* se presentó durante el primer instar de desarrollo.
- La etapa de 3, 4 y 5 instar de desarrollo de *G. brimblecombei* (5 semana), son las más vulnerables a ser parasitadas por *P. bliteus*.
- *G. brimblecombei* tiene también como depredador a catarinas (*Harmonia axyridis*) y otros coccinélidos, chinche piraya (*Anthocoris spp.*), crisopas (León de los pulgones o mosca de alas de encaje *Chrysopa plorabunda*), arañas y pájaros. Estas especies contribuyeron con el control biológico de la plaga del eucalipto, además durante el desarrollo de los individuos están expuestos a otros factores de mortalidad como, lluvia ácida
- *P. bliteus* es altamente específico para el psílido del eucalipto rojo *G. brimblecombei*, es un parasitoide que en estadio de larva parasita a las ninfas de *G. brimblecombei* y como adulto es de vida libre. Los adultos de *P. bliteus* son avispas pequeñas que miden de 1.63 a 2.36 mm de longitud y de color oscuro metálico. Las hembras depositan sus huevecillos dentro del cuerpo de las ninfas del psílido y las larvas se alimentan del interior,

dejando solamente el exosqueleto (momia), pupan y después emergen perforando el exosqueleto y la conchuela para salir al exterior y continuar una nueva generación

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arcos R. J. 2003.** Fluctuaciones Poblacionales de los psílicos del eucalipto, *Glycaspis brimblecombei* y *Blastopsylla occidentalis* Taylor en el valle de México. Tesis de Maestría. UACH. División de Ciencias Forestales. 81 p.
- Bautista G. G. 2004.** Fluctuación Poblacional de, *Glycaspis brimblecombei* Morore y su parasitoide (*Psyllaephagus bliteus*, en Xochitla, Tepetzotlán Estado de México. Tesis de Licenciatura. F. E. S. Iztacala, UNAM. 53 p.
- BID. 1979.** Planificación, Implementación y Control de Proyectos de Desarrollo. Escuela Interamericana de Administración Pública. Vol. 1 Ed. Limusa.
- Campos, B. R. 2001.** Psílido de “escama” del eucalipto: una nueva plaga introducida a México. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 2 p.
- Cantoral H. M. T. 2005.** Comunicación personal. Dirección de Reforestación Urbana, CEMFAV. Av. Leandro Valle s/n. Col. Cienega Grande, Del. Xochimilco. C. P.
- Centre for Plant Biodiversity Research. 2003.** Images of Eucalypts. URL <http://www.anbg.gov.au/projects/eucalypts/images/images.html>.
- Cibrían T. D. 2002.** Conchuela del eucalipto *Glycaspis brimblecombei* Moore (Homoptera: Psylloidea; Spondyliapididae) Una nueva plaga del eucalipto introducida a México. Memoria del XXVIII Simposio Nacional de Parasitología Agrícola (1): 179-181 pp.
- Cibrían T. D; Arriola P. V; Arcos R. J; López P. I; Don Juan M. B; Curiel G. A M y Sánchez M; W. 2002.** Manual Técnico operativo Tema 1 Introducción y Antecedentes sobre *Glycaspis brimblecombei* y de su Parasitoide *Psyllaephagus bliteus*.
- Cibrían T. D; Méndez M. T; y Campos B. R. 2001.** Conchuela del eucalipto *Glycaspis brimblecombei* Moore (Homóptera: Psylloidea:

- Spondyliaspidae) una nueva plaga del eucalipto introducida a México. DiCiFo. UACH. 5 p.
- Cibrían T. D, 2002.** Comunicación personal. Universidad Autónoma de Chapingo. DICIFO. Km. 38.5 Carretera México – Texcoco, Texcoco, Estado de México. C.P. 56230.
- Clemente M. K; Iomelí F. J; Equihua M. A. 2002.** Fluctuación Poblacional del Psílido del Eucalipto *Glycaspis brimblecombei* Moore (Homóptera: Psylloidea: Spondyliaspidae) en el bosque de Aragón, Ciudad de México. Entomología Mexicana. 433-436 pp.
- Coulson, N. R; Witter A. J. 1990.** Entomología Forestal Ecología y control; Ortega J. J. 1990. versión española. Ed. Limusa. México D. F.
- Curiel, G. A. 2003.** Evaluación del deterioro de *Eucalyptus camaldulensis* DEHNH. Infestados por el psílido *Glycaspis brimblecombei* Moore, en Chapingo, Texcoco, estado de México. Tesis profesional. UACH. División de Ciencias forestales. 86 p.
- Dahlsten, D., S. H., Dreistadt R. W., Garrison and Gill R. J. 2003.** UC Pest Management Guidelines. Eucalyptus Red Gum Lerp Syllid.
<http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/selectnewpest.home.htm>
- Diario Oficial de la Federación. Miércoles 30 de Enero, 2002.** Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-002-RECNAT-2002, Que establece los lineamientos técnicos para el combate y control del psílido del eucalipto *Glycaspis brimblecombei*. México. 60-70 pp.
- Don Juan M. B. 2003.** Comunicación personal. Universidad Autónoma de Chapingo. DICIFO. Km. 38.5 Carretera México – Texcoco, Texcoco, Estado de México. C.P. 56230.
- FAO. 1956.** El eucalipto en la repoblación forestal. Estudios de silvicultura y productos forestales No. 11. Roma. 215-218 pp.
- Gaceta Oficial del Distrito Federal. 08 de septiembre, 2006.** Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-001-RNAT-2006, que establece los requisitos

y especificaciones técnicas que deberán cumplir las autoridades, empresas privadas y particulares que realicen poda, derribo, transplante y restitución de árboles en el Distrito Federal. 137-140 pp.

García J. J. 2003. Análisis Económico del control biológico del Psílido del Eucalipto en la Ciudad de México. Tesis de Maestría. UACH. División de Ciencias Forestales. 84 p.

Gobierno del Distrito Federal. 2000a. Manual técnico para el establecimiento y manejo integral de las áreas verdes urbanas del Distrito Federal, Tomo 1, Impreso por: Impresora Deseret. 21-22, 38-41, 52 y 73-80 pp.

Gobierno del Distrito Federal. 2000b. Estudio para la reorientación de tres viveros de la Comisión de Recursos Naturales del Distrito Federal.

Gobierno del Distrito Federal. 2002. Elaboración del proyecto ejecutivo para las construcción de las áreas verdes en el zoológico de San Juan de Aragón primera etapa, delegación Gustavo A, Madero “Transferencia de tecnología, memorias” . 41-51 pp.

González M. J; Pérez G. A; León D. F; Olivares D. J; Calderón L. H; Figueroa T. S; Terence R. L. 1986. La Planificación del Desarrollo Agropecuario. Vol. 1. Ed. Siglo XXI. 5 edición. 89,90 y 101 pp.

Hill, K. D. y Johnson L. A. S. 1995. Systematic studies in the eucalypts. 7. A revision of the bloodwoods, genus *Corymbia* (Myrtaceae). Telopea 6: 185 – 504 pp.

Holliday, I. 2000. A Field Guide To Australian Trees. Edit. Reed New Holland. Australia. 84 p.

INEGI. 2001. Cuaderno estadístico delegacional Xochimilco. INEGI-GDF MÉXICO.

López F. S.; Gómez C. A.; Martínez F. G.; Miranda K. E.; Salgado N. N.; Ramírez R. A.; Colón S. S.; Sánchez B. C. 1981. Manual de practicas de ecología, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, (UNAM). 46-52 pp.

- Martínez, G. L. y Chacalo H. A. 1994.** los árboles de la ciudad de México. Universidad Autónoma metropolitana. 2ª edición. México. 351 p.
- Nowak D. J; Dwyer J. F. y Childs G. 1997.** Los beneficios y costos del enverdecimiento urbano. Banco Interamericano de Desarrollo. México. 19-18 pp.
- Odum E. P. 1971.** Ecología. Ed. Nueva Editorial Interamericana. 3^{era} edición. Capitulo 7. México.
- Penfold, A. R. y Willis J. L. 1961.** The eucalypts: botany, cultivation, Chemistry and utilization. Interscience Publishers. E. U. A. 551 p.
- Plascencia G. A. 2003.** Aspectos bionómicos del parasitoide *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) y su interacción con su hospedante *Glycaspis brimblecombei* (Psylloidea: Spondylaspididae). Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, Texcoco, Edo. de México. 60 p.
- Ramos F. A. 1982.** Planificación Física y Ecología. Ed. E. M. E. S. A. Madrid. 13-15 pp.
- Sánchez B. S. 2003.** Aspectos bionómicos del psílido del eucalipto *Glycaspis brimblecombei* Moore (Homoptera: Psylloidea: Spondylaspididae). Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, Texcoco, Edo. de México. 76 p.
- SEMARNAT.2005.**
<http://portal.semarnat.gob.mx/semarnat/portal!/ut/p/kcxml/04>
- Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2005.** Diccionario Forestal. Ed. Mundi Prensa. Madrid. 137 y 949 p.
- UNESCO. 1992.** Planeación y Diseño de Proyectos, Programas de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

APÉNDICE

Formato 2. Para el concentrado de datos del análisis de follaje.

Delegación

Lugar:

Fecha:

Trampa	Tipo de hoja	N. de hoja	N. de ninfas	N. de huevecillos	Parasitada	Momia	
	P1	1					
	P2	1					
		2					
		3					
	P3	1					
		2					
		3					
		P1	1				
		P2	1				
2							
3							
P3		1					
		2					
		3					
		P1	1				
		P2	1				
	2						
	3						
	P3	1					
		2					
		3					
		P1	1				
		P2	1				
2							
3							
P3		1					
		2					
		3					
		P1	1				
		P2	1				
	2						
	3						
	P3	1					
		2					
		3					

P1: Brotes, considerado como la unidad; P2: Hojas de mediana edad (3); P3: Hojas maduras (3).

Cuadro 1 Especie de árbol censado en el vivero

Especie_Id	Nombre común	Género	Especie	Familia
1	Eucalipto	<i>Eucalyptus</i>	<i>E. camaldulensis</i>	Myrtaceae

Cuadro 2 Función

Id_ Función	Ubicación	Función
1	Barrera rompevientos, reductor de ruidos, luces, polvo	Ambiental
2	Estacionamiento, ánden	Sombra
3	Vía principal, alineación, camellón	Alineación
4	Interior del parque, jardín	Ornamental
5	Árbol histórico, especie única	Cultural

Cuadro 3 Vigor

Id_ Vigor	Descripción	Vigor
1	Árbol muerto o muerte inminente por hongos u otras causas	Muerto
2	Estado de declinación general. Puntiseco, follaje escaso amarillento. Pueden mostrar daños mecánicos severos, por plagas o enfermedades, pero la muerte no es inminente	Declinación
3	Condición media de vigor, con daños menores de insectos o enfermedades, o por problemas fisiológicos. Hojas chicas. Pueden ser auxiliados con podas o fertilización	Medio
4	Saludablemente vigoroso. Follaje denso y verde intenso. Sin señales aparentes de insectos, enfermedades o daño mecánico	Saludable

Cuadro 4 Densidad de copa

Id_ Denscopa	% Claridad	Denscopa
1	Más del 75%	Muy rala
2	51 - 75%	Rala
3	26 - 50%	Poco rala
4	0 - 25%	Densa

Cuadro 5 Balance de copa

Id_ Balcopa	Descripción	Balance de copa
1	Serriamente desequilibrada. Se aleja más de 30° con relación a la vertical. Grandes conglomerados sobresalientes e inclinados	Serio desbalance
2	Ligeramente desequilibrada. Menos de 30° con relación a la vertical	Ligero desbalance
3	Equilibrada, vertical	Buen balance

La estructura del árbol implica el desarrollo y la ubicación de los tallos primarios y secundarios. En la horticultura a este factor se le denomina "andamio". El rango se establece empleando tres características: la ubicación radial y longitudinal de las ramas; ramas muertas rotas o ausentes y brazos ahorquillados estrechamente (ramas codominantes). Lógicamente este índice se ajusta para árboles que desarrollan naturalmente horquetas angostas (por ejemplo, el ahuejote).

Cuadro 6 Estructura

Id_ EEstructura	Descripción	Estructura
1	Ramas principales codominantes, una pobre distribución radial longitudinal de las ramas, dos o más primarias o rotas o ausentes	Pobre
2	Una horqueta estrecha, una principal muerta, rota o ausente, que destruye así la simetría radial y longitudinal de la estructura	Media
3	Una buena distribución radial y longitudinal de las ramas, una rama demasiado extendida	Buena
4	Ninguna rama principal muerta, o rota o ausente; ninguna orqueta estrecha; buena distribución radial y longitudinal de las ramas	Excelente

Cuadro 7 Estado del tronco

Id_Tronco	Descripción	Tronco
1	Descomposición avanzada, presencia de tumores, extensas secciones de corteza ausentes; tronco hueco, corte transversal semicircular.	Descomposición alta
2	Una combinación de características indicadoras de una descomposición avanzada, cavidad y secciones de corteza ausentes; daños al cambium pero con el tronco en forma de cilindro íntegro	Descomposición media
3	Indicios de descomposición y/o presencia de perforaciones y exudaciones por plagas y enfermedades; con daños a la corteza o al cambium por automóviles, maquinas segadoras o por obras de construcción (clavos, varillas, andamios)	Descomposición leve
4	Daño leve al cambium en un tronco sólido y fuerte	Poco daño
5	Un tronco sólido y fuerte sin deterioro visible ni lesiones; sin daño al cambium o a la corteza	Sin daño

Cuadro 8 Estado de la raíz

Id_Raíz	Descripción	Raíz
1	Raíces estranguladoras; expuestas por cambios de nivel por construcciones; cajeteo, secciones con cortes sin técnica; presencia de hongos	Con daño
2	Raíces que levantan el piso; estorban el tránsito	Levantar piso
3	Área de influencia de las raíces cubiertas de escombros o cemento; con solamente un cajete alrededor del tronco y sin infraestructura para la cepa; aporque	Cubierta
4	Área de influencia de las raíces sin pavimento y sin alteraciones aparentes. Si tiene cemento, con infraestructura para la cepa	Sin daño

Cuadro 9 Diámetro normal

Id_ DN	Clase DN	DN Medio	Id_ DN	Clase DN	DN Medio
0	0-0	0	16	75-79.9	77.5
1	0-4.9	2.5	17	80-84.9	82.5
2	5-9.9	7.5	18	85-89.9	87.5
3	10-14.9	12.5	19	90-94.9	92.5
4	15-19.9	17.5	20	95-94.9	97.5
5	20-24.9	22.5	21	100-104.9	102.5
6	25-29.9	27.5	22	105-109.9	107.5
7	30-34.9	32.5	23	110-114.9	112.5
8	35-39.9	37.5	24	115-119.9	117.5
9	40-44.9	42.5	25	120-124.9	122.5
10	45-49.9	47.5	26	125-129.9	127.5
11	50-54.9	52.5	27	130-134.9	132.5
12	55-59.9	57.5	28	135-139.9	137.5
13	60-64.9	62.5	29	140-144.9	142.5
14	65-69.9	67.5	30	145-149.9	147.5
15	70-74.9	72.5			

Cuadro 10 Diámetro de copa

Id_ Diámetro de copa	Clase Diamétrica de la copa	Diámetro de copa Media
0	0-0	0
1	0.0-2.4	1.2
2	2.5-4.9	3.7
3	5.0-7.4	6.2
4	7.5-9.9	8.7
5	10.0-12.4	11.2
6	12.5-14.9	13.7
7	15.0-17.4	16.2
8	17.5-19.9	18.7
9	20.0-22.4	21.2
10	22.5-24.9	23.7
11	25.0-27.4	26.2
12	27.5-29.9	28.7
13	30.0-32.4	31.2
14	32.5-34.9	33.7
15	35.0-37.4	36.2
16	37.5-39.9	38.7

Cuadro 11 Altura

Id_ Altura	Clase Altura	Altura Media
0	0- 0	0
1	0.0-2.4	1.2
2	2.5-4.9	3.7
3	5.0-7.4	6.2
4	7.5-9.9	8.7
5	10.0-14.9	12.5
6	15.0-19.9	17.5
7	20.0-24.9	22.5
8	25.0-29.9	27.5
9	30.0-34.9	32.5
10	35.0-39.9	37.5

Cuadro 12 Altura de copa

Id_ Altcopa	Clase Altcopa	Altcopa Media
0	0-0	0
1	0.0-0.9	0.5
2	1.0-1.9	1.5
3	2.0-2.9	2.5
4	3.0-3.9	3.5
5	4.0-4.9	4.5
6	5.0-7.4	6.2
7	7.5-9.9	8.7
8	10.0-14.9	12.5
9	15.0-19.9	17.5
10	20.0-24.9	22.5

Cuadro 13 Impacto ambiental

Id_ Impacto	Descripción	Impacto
0	No se observa impacto ambiental	Ninguno
1	Obras de construcción, pavimentación y paso de ductos sin proteger al árbol.	Construcciones
2	Obstrucciones aéreas: edificios, cables, anuncios, otras plantas.	Obstrucciones aéreas
3	Problemas de suelos: contaminantes, compactación, pavimentación, excavaciones, alteración y escombros debajo de la copa.	Suelos
4	Densidad excesiva con otras plantas.	Competencia
5	Vandalismo: incendios, cortes en la corteza, impacto de vehículos, anuncios, clavos, alambres, pintura, cinchamiento, etc.	Vandalismo
6	Plagas y / o Enfermedades.	Plagas
7	Cortas irracionales, sin técnica.	Desmoche
8	Pintura con cal o de otro tipo en el tronco y ramas	Cal
9	Otros problemas	Otros

Cuadro 14 Tratamientos

Id_ Tratamiento	Descripción	Tratamiento
0	Ningún tratamiento.	Ninguno
1	Aireación y drenaje del sistema de raíces.	Aireación
2	Sistema de riego.	Riego
3	Fertilización y mulching.	Mulching
4	Control de plagas y/o enfermedades.	MIP
5	Colocación de cables, puntales y/o pasadores.	Refuerzos
6	Remoción obstáculos: andamios, clavos, anuncios, alambres, escombros bajo la copa, cemento del tronco y ramas, etc.	Obstáculos
7	Eliminación competencia con otras plantas.	Aclareo
8	Tratamiento de raíces.	Raíces
9	Transplante.	Transplante
10	Tratamiento de heridas y cavidades.	Cirugía
11	Derribo con aparejo.	Derribo
12	Instalación de pararrayos.	Pararrayos
13	Colocación de tutores en el caso de árboles Chicos.	Tutores
14	Otros tratamientos.	Otros

La poda es la principal actividad cultural a realizar que permite resolver una gran cantidad de situaciones con los árboles. Un examen detenido podrá determinar el tipo de poda más recomendable a realizar con el árbol

Cuadro 15 De poda

Id_ Poda	Descripción	Poda
0	No se requiere poda.	Ninguna
1	Aclareo y despunte de ramas secas, enfermas y plagadas	Sanitaria
2	Aclareo de ramas secas, chupones, alambres, anuncios y plantas parásitas.	Limpieza
3	Aclareo de ramas bajas para dar visibilidad, permitir el tránsito o para mejorar la estructura.	Elevación
4	Aclareo de ramas dentro de la copa para permitir el paso de la luz.	Aclareo
5	Despunte de ramas para controlar altura, en aquellas demasiado extendidas y para liberar el cableado o edificios	Reducción
6	Restauración de la copa después de un desmoche	Restauración
7	Poda de formación o entrenamiento para árboles jóvenes	Formación

Cuadro 16 Razones para el derribo

Id_ Razón	Razón	Descripción
0	Ninguna	No se requiere derribo.
1	Muerto	Completamente seco.
2	Estructura de riesgo	Ramas principales codominantes con corteza incluida.
3	Raíces sin soporte	Raíces expuestas en un pedestal.
4	Inclinación severa	Inclinación mayor de 30°.
5	Descomposición en la base del tronco	Cavidad o inicio de la misma en la base del tronco.
6	Densidad excesiva	Para mejorar la condición del resto del arbolado
7	Plagado/Enfermo	Si el MIP recomienda esta práctica de control.
8	Requerimientos del proyecto	Porque así lo recomienda el diseño.

Para evaluar la condición general de un árbol se requiere sumar los **Id** correspondiente a los indicadores de RAÍZ, TRONCO, ESTRUCTURA, BALCOPA, DENSCOPA y VIGOR.

Cuadro 17 Condición de los eucaliptos

Id_Condición	Rango	Condición
1	6 - 10	Riesgo
2	11 - 15	Media
3	16 - 20	Buena
4	21 - 24	Excelente

Cuadro 18 Porcentaje de infestación en follaje

% de infestación	Daño
Más del 60%	Alto
31 - 60%	Medio
0 - 30%	Bajo