

**“EVALUACION DE LA EFICACIA DE *Telenomus sp.* EN EL CONTROL DE
Leucolopsis parvistrigata, PLAGA DE PINO, PARROQUIA LASSO, PROVINCIA DE
COTOPAXI”**

PATRICIA ISABEL ROSERO YEPEZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA FORESTAL**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

RIOBAMBA-ECUADOR

2011

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA QUE: El trabajo de tesis titulado “EVALUACION DE LA EFICACIA DE *Telenomus sp.* EN EL CONTROL DE *Leucolopsis parvistrigata*, PLAGA DE PINO, PARROQUIA LASSO, PROVINCIA DE COTOPAXI”, de responsabilidad de la señorita egresada Patricia Isabel Rosero Yépez, ha sido prolijamente revisado, quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Armando Espinoza
DIRECTOR

Ing. Eduardo Cevallos
MIEMBRO

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

Riobamba, Diciembre del 2011

Despierto y aún estoy contigo.

Dedico este trabajo a mis padres por ser el pilar fundamental en mi vida, por hacer de mi la persona que soy. A mi Mami, por tanta paciencia, por tan enriquecidas conversaciones y por ser mi mejor ejemplo. A mi papi... vale la pena el sacrificio y el luchar por nuestros sueños.

Los amo con todo mi corazón.

A mis hermanos por su apoyo, cariño y comprensión. A mis sobrinos que han llenado de alegría nuestra familia, ustedes hacen la diferencia.

AGRADECIMIENTO

Señor, gracias por ser mi refugio y bendición en mi camino.

A mi familia por ayudarme a hacer realidad una de mis metas más importantes.

A mi estimada amiga Isabel y a su familia por su paciencia y generosidad.

A mis queridos profesores de la Escuela de Ingeniería Forestal, especialmente al Ing. Armando Espinoza y al Ing. Eduardo Cevallos por compartir sus experiencias y conocimientos, porque de alguna manera son parte de lo que hoy soy.

A la Empresa Aglomerados Cotopaxi S.A. por la brindarme la oportunidad de realizarme profesionalmente, gracias al equipo de mensura e investigación forestal.

Patricia R.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE MAPAS	viii
LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE GRÁFICOS	x
LISTA DE ANEXOS	xi

CAPÍTULO	PÁGINA
I. TEMA	1
II. INTRODUCCIÓN	1
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	30
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
VI. CONCLUSIONES	60
VII. RECOMENDACIONES	62
VIII. RESUMEN	63
IX. SUMMARY	64
X. BIBLIOGRAFÍA	65
XI. ANEXOS	68

LISTA DE TABLAS

N°	TÍTULO	Página
1.	Principales estudios para plantaciones forestales	6
2.	Consumo anual de madera y su equivalente en superficie de plantaciones forestales para satisfacer la demanda	6
3.	Plantaciones en Ecuador	7
4.	Plantaciones por región	8
5.	Consumo de madera por tipo de bosque	9
6.	Daños causados por artrópodos	12

LISTA DE FIGURAS

N°	TÍTULO	Página
1.	Efecto de las plagas en árboles individuales y los cambios que se producen en los parámetros del rodal	13

LISTA DE MAPAS

N°	TÍTULO	Página
1.	Ubicación geográfica del área de estudio	30
2.	Ubicación de parcelas	42

LISTA DE CUADROS

N°	TÍTULO	Página
1.	Especificaciones del campo experimental	32
2.	Descripción de los tratamientos	33
3.	Esquema del análisis de varianza	34
4.	Distribución de parcelas	40
5.	Porcentaje de parasitoidismo natural, rodal 207 A2	43
6.	Emergencia diaria y acumulada de <i>Telenomus sp.</i>	45
7.	Porcentaje de emergencia de <i>Telenomus sp.</i>	47
8.	Capacidad de parasitoidismo de <i>Telenomus sp.</i>	48
9.	Dimorfismo sexual de <i>Telenomus sp.</i>	49
10.	Evolución en laboratorio de larvas de <i>L. parvistrigata</i> recolectadas	50
11.	Obtención de pupas a partir de estados intermedios de <i>L. parvistrigata</i> A través del tiempo	52
12.	Tiempo y porcentaje de emergencia de adultos de <i>L. parvistrigata</i>	53
13.	Promedio de agrupaciones y oviposturas agrupadas de de <i>L. parvistrigata</i>	55
14.	Cría de <i>Telenomus sp.</i> en base a datos registrados	56
15.	Prueba de Tukey al 5% para la eficacia del parasitoidismo de <i>Telenomus sp.</i> sobre huevos de <i>L. parvistrigata</i>	57
16.	Separación de medias para las dosis aplicadas en la liberación de <i>Telenomus sp.</i>	58
17.	Separación de medias para las distancias aplicadas en la liberación de <i>Telenomus sp.</i>	59

LISTA DE GRÁFICOS

N°	TÍTULO	Página
1.	Porcentaje de parasitoidismo natural	42
2.	Tiempo vs. porcentaje de emergencia diaria de <i>Telenomus sp.</i>	45
3.	Regresión cúbica de emergencia acumulada de <i>Telenomus sp.</i>	46
4.	Porcentaje de emergencia de <i>Telenomus sp.</i>	47
5.	Capacidad de parasitoidismo de <i>Telenomus sp.</i>	48
6.	Dimorfismo sexual de <i>Telenomus sp.</i>	49
7.	Comportamiento en laboratorio de larvas de <i>L. parvistrigata</i>	51
8.	Pupas de <i>L. parvistrigata</i> obtenidas a partir de estados intermedios	52
9.	Porcentaje de emergencia de adultos de <i>L. parvistrigata</i> a través del tiempo	54
10.	Promedio de agrupaciones y oviposturas agrupadas de <i>L. parvistrigata</i>	55
11.	Eficacia de <i>Telenomus sp.</i> sobre <i>L. parvistrigata</i> por dosis de liberación	58
12.	Eficacia de <i>Telenomus sp.</i> sobre <i>L. parvistrigata</i> por distancias de liberación	59

LISTA DE ANEXOS

N°	TÍTULO	Página
1.	Equipos empleados en la investigación	68
2.	Larvas recolectadas en campo	69
3.	Clasificación de larvas recolectadas según el tamaño	69
4.	Jaulas de cría del hospedero a partir de estados intermedios	70
5.	Obtención de pupas	70
6.	Adultos de <i>Leucolopsis parvistrigata</i> y obtención de huevecillos	71
7.	<i>Telenomus sp.</i> parasitando huevos de <i>L. parvistrigata</i>	72
8.	Aspecto de huevos parasitados y no parasitados	72
9.	Liberación de <i>Telenomus sp.</i>	73
10.	Datos de humedad y temperatura registrados con Hobo en laboratorio durante el proceso de cría de <i>Telenomus sp.</i>	74
11.	Interacción Plaga-Clima durante los años 2009 y 2010	76

I. EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE *Telenomus sp.* EN EL CONTROL DE *Leucolopsis parvistrigata*, PLAGA DE PINO, PARROQUIA LASSO, PROVINCIA DE COTOPAXI

II. INTRODUCCIÓN

Con el fin de evitar la erosión de los suelos, disminuir la deforestación del bosque nativo y utilizar suelos no aptos para la agricultura, en la región andina del Ecuador se realizaron campañas de forestación masiva con especies exóticas utilizando en su mayoría *Pinus radiata*.

Sin embargo, la baja calidad de los suelos y las condiciones ambientales favorables acompañadas de extensivas plantaciones en monocultivo, han contribuido a la creación de un medio propicio para el apareamiento y propagación de las plagas. En países con una avanzada investigación forestal las pérdidas económicas producidas por los insectos plagas en cultivos forestales son muy altas y sus consecuencias se aprecian a largo plazo como resultado de las altas poblaciones que sobreviven cuando las condiciones ambientales favorecen el aumento de estas, o no existen factores de regulación de los mismos en el medio.

Según Jijón (1984), en Ecuador, la plaga que ha ocasionado serios daños en las plantaciones de pino de nuestro país, se le conoce con el nombre de “Gusano medidor de las acículas de Pino”, cuya clasificación científica es *Leucolopsis parvistrigata*, Familia Geometridae, Subfamilia Ennominae. Se observó por primera vez atacando en forma masiva, en las plantaciones de pino del Parque Forestal del Cotopaxi a fines de 1980; se la ubicó también en la provincias del Chimborazo, Pichincha e Imbabura.

Manifiesta, además, que paralelamente al apareamiento de esta plaga se observó la presencia del parasitoide del estado larvario *Casinarina cavigena* y un micro himenoptero de la Súper-familia Proctotrupeoidea, que parasita los huevos; este último ha sido el responsable de la baja de la población de *L. parvistrigata*.

A. JUSTIFICACIÓN

Uno de los aspectos que más afectan la producción de los cultivos a nivel mundial es sin duda la presencia cada vez más creciente de los ataques de plagas, lo que ha traído como consecuencia una merma mundial de los cultivos, por otra parte se hace notable la disminución de la efectividad de los productos químicos para combatirlos y su difícil aplicación en plantaciones forestales, en este sentido el presente trabajo va dirigido a resaltar la utilidad del control biológico como una estrategia en el Manejo Integrado de Plagas; este método se refiere a la represión de las plagas mediante parásitos predadores y patógenos. Muchos elementos pueden intervenir en la toma de decisiones al establecer un programa de control fitosanitario en un cultivo. Entre los más comunes se encuentran: los aspectos económicos, las restricciones fitosanitarias, la disponibilidad de medios y productos, el alcance de la plaga y/o enfermedad a combatir y el destino de la producción, entre otros.

Se brinda poca importancia a los aspectos bioecológicos que en definitiva determinarán el éxito de las medidas adoptadas y que están íntimamente relacionadas con el sistema Planta - Plaga - Enfermedad - Medio donde el hombre como ente modificador actúa favoreciendo o impidiendo el desarrollo de las distintas enfermedades o plagas y de sus enemigos naturales.

En el patrimonio forestal de Aglomerados Cotopaxi S. A. se han registrado severos ataques de *Leucolopsis parvistrigata*, lepidóptero defoliador de pino, por esta razón la Empresa ha considerado realizar esta investigación en el control biológico de dicha plaga empleando el parasitoide de huevos *Telenomus sp.*

B. OBJETIVOS

1. Objetivo General

Evaluar la eficacia de *Telenomus sp.* en el control de *Leucolopsis parvistrigata*, plaga de pino en la parroquia Lasso, provincia de Cotopaxi.

2. Objetivos Específicos

- a. Determinar el porcentaje de parasitoidismo natural de *Telenomus sp.*
- b. Diseñar un sistema de cría para el parasitoide *Telenomus sp.*
- c. Estimar la eficacia del parasitoide *Telenomus sp.* para el control de *Leucolopsis parvistrigata*.

C. HIPÓTESIS

1. Hipótesis Nula

La presencia de *Telenomus sp.* no disminuye la población de la plaga de pino *Leucolopsis parvistrigata*.

2. Hipótesis Alternante

La presencia de *Telenomus sp.* disminuye la población de la plaga de pino *Leucolopsis parvistrigata*.

III. REVISION DE LITERATURA

A. SITUACION ACTUAL DEL SECTOR FORESTAL EN ECUADOR

El Ecuador es un país de alta vocación forestal y de una enorme riqueza en biodiversidad que se debe conservar, esto gracias a la variedad de ecosistemas que se ubican en diferentes áreas geográficas, estas cualidades singulares que posee, han permitido calificarle como un país diverso en el planeta.

Esta riqueza natural del Ecuador radica más en su diversidad que en su magnitud, razón por la cuál es necesario preservarla, reproducirla y su utilización debe estar orientada para revertir los procesos de degradación, generar riqueza, contribuir a la equidad y al mejoramiento de la calidad de vida de las generaciones actuales y futuras y además es fundamental asegurar su inserción eficiente en el mercado de bienes y servicios ambientales.

Ecuador es signatario de varios convenios internacionales, que concentran los esfuerzos para el desarrollo sustentable de los recursos forestales del país, esto significa que todos los tratados, convenciones, convenios, protocolos y acuerdos que han sido ratificados por el Ecuador, forman parte del marco legal vigente para la conservación y uso sustentable de los recursos naturales renovables.

Los recursos forestales existentes en el país, permite analizar su importancia en tres escalas ambiental, económica y social.

Se estima que la industria forestal aporta aproximadamente con 235.000 empleos directos e indirectos, que representan más del 8% de la población económicamente activa (PEA), sin tomar en cuenta los empleos generados en otros sectores debido al encadenamiento productivo que proporciona la industria forestal. Es evidente la importancia del bosque como fuente de generación de empleo y el riesgo asociado que implica la reducción sistemática de la cobertura forestal.

Una alta proporción de estos empleos está conformada por personas de bajos ingresos económicos y que es la población más vulnerable del país, entonces se hace imperativo la necesidad de fortalecer las estrategias de manejo sostenible del bosque, para garantizar estabilidad laboral en el sector forestal y consecuentemente disminuir la vulnerabilidad socio económica de la población de bajos ingresos (Vinueza, M. 2001).

El movimiento económico de \$611.44 millones podría representar un aporte significativo importante para las finanzas fiscales del país, varios especialistas sostienen que esto permitiría al Estado el fortalecimiento de programas sociales básicos como: salud, infraestructura y educación

1. Plantaciones forestales

En los últimos años el desarrollo forestal en el país ha sido limitado, de acuerdo a la información el mayor énfasis se realizó en la década de 1960, existe tendencia en el incremento de las plantaciones forestales sin lograr cumplir las aspiraciones y peor aún estas no han logrado reemplazar al bosque nativo para el suministro de la madera que satisfaga la demanda nacional e internacional.

De la información oficial en el país se estima que existe aproximadamente 160.000 has de plantaciones, cuya demanda de los sectores vinculados a esta actividad cada vez es creciente, para atender necesidades industriales y energéticas.

En el país a través de varios estudios, se ha generado herramientas que coadyuven la concreción de planes y manejo de plantaciones forestales en áreas con vocación forestal, la información referida a este particular se indica a continuación:

Tabla 1. Principales estudios para plantaciones Forestales

Proyecto / Estudio	Año
Dinaren/ ORSTOM. Uso actual y Potencial del suelo, para 3 regiones del país	1986
INEFAN –ITTO PD25/93. Determinación de áreas de aptitud forestal para el establecimiento de plantaciones del Litoral Ecuatoriano	1995
ITTO PPD 7 / 94. Factibilidad para las plantaciones forestales	1994
CORMADERA, ITTO PPD 8/94. Diagnóstico a planes de Reforestación	1994
CORMADERA, ITTO PD 17-97. Reforestación y Rehabilitación de Tierras Forestales Degradadas en el Ecuador	1997
GCP / RLA/133/EC. Estado actual del manejo forestal	2001

Fuente: PROAÑO, D. 2005

La Dirección Nacional Forestal del Ministerio del Ambiente señala que el consumo de madera y su equivalente en la superficie de plantaciones forestales, para satisfacer la demanda es variable según el producto, como se indica en el cuadro siguiente:

Tabla 2. Consumo anual de madera y su equivalente en superficie de plantaciones forestales para satisfacer la demanda

Producto	Consumo anual (m³)	Plantación anual requerida (ha)
Madera aserrada	4'600.000	16.000
Tableros	300.000	2.000
Astillas	400.000	2.000
Papel y Cartón (426000TM) ₃	1'554.900	6.000
Totales	6'854.900	26.000

Fuente: INEFAN/ITTO/PD 137/CENSOS/Investigación propia

Además señalan que la mayor superficie de plantaciones forestales corresponde a reforestaciones privadas, empresarios, campesinos y comunitarios, los cuáles han aplicado diversas tecnologías.

En suma el sector forestal no ha generado significativas masas forestales como consecuencia de la reforestación, al contrario se ha aprovechado la madera del bosque nativo, para el abastecimiento de la industria con limitada capacidad instalada.

Según el Ministerio del Ambiente los datos registrados respecto a la tasa de deforestación se estima en el orden de 100.000 hás/año, la tasa de forestación se sitúa en 5.000 hás/ año. Además se conoce que solamente el 32% de la superficie del país tiene cobertura vegetal nativa y que apenas el 0,6% de la superficie del país tiene plantaciones forestales frente al 63% de aptitud forestal del país. (Proaño, D. 2005)

En 1993 el área estimada de plantaciones forestales en el país fue de 125 mil ha, formadas por *Eucalyptus sp.* (43%), *Pinus sp.* (30%), y por otras especies nativas y exóticas (27%). El 90% de las plantaciones están localizadas en la región interandina, el 8% en la Costa y el 2% en el Oriente Ecuatoriano.

Tabla 3. Plantaciones Ecuador.

Especie	Área en ha	%
<i>Eucalyptus sp.</i>	61,490	43
<i>Pinus sp.</i>	42,900	30
Otras	38,610	27
TOTAL	143,000	100

Se calcula que en el Ecuador existen unas 143.000 hectáreas de plantaciones forestales, 120.000 son plantaciones de pino y eucalipto en la Sierra, 23.000 serían de teca y pachaco en la Costa. Existe la propuesta de Mitsubishi Paper Mills de invertir 48 millones de dólares para

plantar 10.000 ha de eucalipto en la Provincia de Esmeraldas en la Costa del Ecuador. Esa misma compañía importa 20 millones de dólares en astillas de eucalipto del país, plantados en la década del 70 como parte de los proyectos de Desarrollo Rural Integral.

Las plantaciones en la Sierra se ubican desde los 800 hasta los 3800 msnm. La provincia con mayor área plantada es Cotopaxi, con el 18% del total reforestado en el país. En la Costa, la especie más difundida en plantaciones es *Ochroma lagopus* (balsa), plantada en una extensión de 6 mil hectáreas. Son significativas también las plantaciones de caucho *Hevea sp.*, en una área de 2500 ha. En la Amazonía, las plantaciones forestales son incipientes y ocupan pequeñas superficies bajo sistemas integrados de producción (agroforestería).

Tabla 4. Plantaciones por región.

Especie	Área en ha	%
Costa	11,440	8
Sierra	128,700	90
Oriente	2,860	2
TOTAL	143,000	100

2. Productos forestales maderables

Es indiscutible la importancia de varios productos forestales madereros que provee el bosque nativo y las plantaciones como aporte del desarrollo socio económico del país, su diversidad ha permitido el abastecimiento sostenido a la industria nacional, aplicando las Normas Vigentes de Aprovechamiento de la Madera.

La diversificación de los productos forestales maderables para la industria por tipo de bosque se ha concentrado en los siguientes productos:

- Madera aserrada
- Tableros
- Astillas
- Papel

El Ministerio del Ambiente a través de la Dirección Nacional Forestal respecto al consumo de madera por tipo de bosque y los productos maderables, reportan lo siguiente:

Tabla 5. Consumo de madera por tipo de bosque

Producto	Bosque Natural (m3)	Plantación (m3)	Total (m3)
Madera aserrada	3'100.000	1'500.000	4'600.000
Tableros	200.00	100.00	300.000
Astillas		400.000	400.000
Consumo por tipo de bosque	3'300.000	2'000.000	5'300.000
Papel y cartón (expresado en m3 de madera)		1'554.900	1'554.900
TOTAL CONSUMO		3'554.900	6'854.900

Factor de conversión: 1 ton.papel = 3,65 m3 de madera

Elaboración a la fecha: Ing. Oswaldo Guerrero A. Subsecretaría Forestal MAE

(Proaño, D. 2005)

B. PLAGAS FORESTALES

Alrededor del mundo existe una biodiversidad maravillosa que no siempre es preservada a conciencia. En algunos de esos lugares, los bosques recorren gran parte del territorio, cruzan lagos, ríos, montañas, y hasta terminan descansando a orillas del mar. Las plagas forestales también coadyuvan a la empresa depredadora del ser humano que, desde los primeros tiempos de su historia viene talando árboles y arbustos.

Las plagas no siempre son insectos. Directamente proporcional a la diversidad y cantidad de especies arbóreas que hay en el mundo es casi también la cantidad de plagas que proliferan por los bosques. Países como Finlandia, Canadá, Argentina, Chile, Estados Unidos, etc. que tienen una importantísima riqueza forestal han visto diezmada sus reservas no sólo por las plagas forestales, sino y principalmente, por la acción irresponsable de los seres humanos. Con respecto a las variedades de plagas forestales tenemos que hasta 2002 la FAO en su programa de Manejo Integrado de Plagas registraba que un 80% de los registros de intercepciones de plagas correspondía a insectos del orden Coleóptero, seguido en importancia el orden Hymenóptera.

Son de importancia también las intercepciones de coleópteros de la familia Bostrichidae, donde se destacan las intercepciones de *Sinoxylon anale*, *Sinoxylon conigerum* y *Heterobostrichus aequalis* que se asocian por lo general a embalajes de madera que provienen de China, Malasia y otras naciones de Asia. (www.plagasydesinfeccion.com)

Podemos hablar de que determinada especie de insecto constituye una plaga, cuando los daños causados al cultivo causan unas pérdidas económicas considerables, superando un umbral de daños admisible.

Los insectos en el bosque siempre han estado, desde sus inicios, tanto los que son fitófagos, es decir, que se alimentan de plantas, como sus predadores, estableciéndose un equilibrio predador-presa que permite el correcto funcionamiento de todas las piezas implicadas. Uno de los principales problemas que pueden causar la aparición de “plagas” es la transformación de los bosques en plantaciones monoespecíficas de pinos en el mejor de los casos, o de eucaliptos en los peores, destruyendo el bosque originario y todo el ecosistema preexistente. Cuando esto ocurre, insectos defoliadores como la procesionaria del pino pueden campar a sus anchas, dejando timadas grandes extensiones de pinares, los cuales se recuperarán sin muchos problemas, ya que están preparados para ello, además, no son las únicas orugas que se alimentan de las acículas de los pinos, por poner un ejemplo, la mariposa isabelina (*Actias isabellae*), que se encuentra protegida legalmente, catalogada como de interés especial, se

alimenta en los pinares de pino silvestre y negral, y otras muchas mariposas que no se consideran plaga, se nutren también de estos mismos árboles.

(www.krispyyamaguchy.blogspot.com)

1. Agentes causales de problemas fitosanitarios en plantaciones forestales en Colombia

En ocasiones la ocurrencia de un problema biótico es consecuencia directa de problemas de tipo abiótico.

El mayor número de registros de organismos dañinos está referido al follaje de las especies, superando el 70% en el caso de insectos y el 50% para el caso de microorganismos. Los problemas insectiles ocurridos en el follaje son los que ocurren con mayor frecuencia y exceptuando los ataques de la hormiga arriera; a pesar de su frecuencia no necesariamente causan los mayores impactos económicos sobre las especies atacadas.

Así mismo las especies forestales en las cuales se conoce el mayor número de ataques, corresponde en orden de importancia a las especies *Pinus patula* y *E. grandis* que son aquellas con las cuales se cuenta con la mayor extensión plantada en el país. Seguidas por *Cupressus lusitanica*, *Tectona grandis*, *Tabebuia rosea*, *Cordia alliodora* y *Bombacopsis quinata*. Dentro de las aproximadamente 200 especies, reportadas como causantes de daño, vale la pena resaltar algunos casos más importantes, con relación al órgano atacado en la planta.

Los problemas de más frecuente ocurrencia, hasta el momento están relacionados con la presencia e interacción con artrópodos dañinos. Dentro de la clase insecta se registran 10 órdenes como causantes de daños pero no necesariamente de perjuicios en especies forestales.

Tabla 6. Daños causados por artrópodos

ÓRGANO ATACADO	TIPO DE DAÑO	PRINCIPALES ÓRGANOS DE LA CLASE INSECTA CAUSANTES DEL DAÑO
FOLLAJE	Alimentación libre	Hymenoptera, Lepidoptera, Phasmida Coleoptera, Orthoptera
	Minas	Lepidoptera, Coleoptera, Diptera
	Succión de savia	Homoptera, Hemiptera
	Esqueletización	Lepidoptera, Coleoptera
	Formación de ventanas	Lepidoptera
	Formación de refugios: plagadores, enrollables, agrupadores	Lepidoptera
	Formación de agallas	Hymenoptera, Diptera, Hemiptera
FUSTE	Perforaciones (diseminadores)	Coleoptera
	Barrenación de xilema	Coleoptera
	Barrenación de floema	Coleoptera
	Barrenación de xilema y duramen	Coleoptera
	Barrenación de duramen	Isoptera
	Anillamiento	Coleoptera
FRUTOS Y SEMILLAS	Barrenación de frutos	Lepidoptera, Diptera
	Barrenación de semillas	Coleoptera, Hymenoptera
BROTOS, YEMAS	Barrenación	Lepidoptera
	Raspado	Thysanoptera
	Corte	Hymenoptera
RAICES	Cortes	Coleoptera
RAMITAS	Succión de savia	Hemiptera
	Formación de agallas	Diptera, Hymenoptera, Hemiptera
	Oviposición	Orthoptera, Hemiptera

Fuente: Pinzón, O. 1997

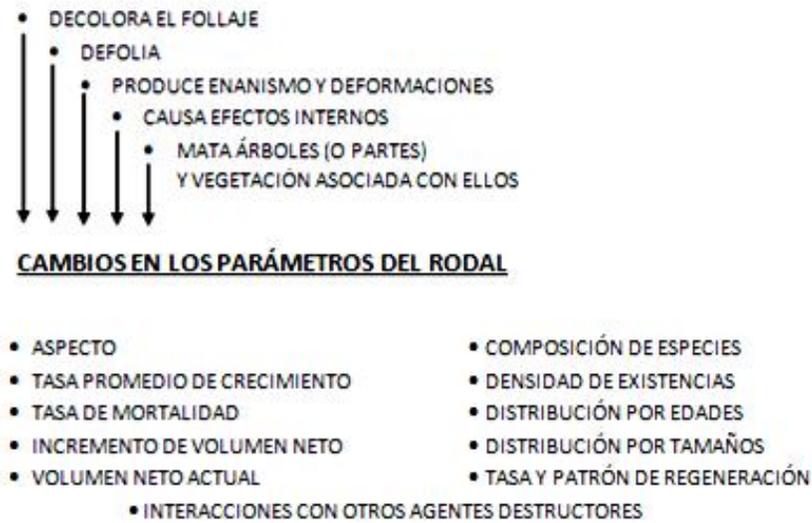


Figura 1. Efecto de las plagas en árboles individuales y los cambios que se producen en los parámetros del rodal. (Coulson, R. y Witter, J. 1990)

C. LA SANIDAD FORESTAL

La importancia de las plagas y de su repercusión negativa en los bosques a menudo es subestimada. Los brotes de plagas pueden contribuir directa o indirectamente a pérdidas económicas y medioambientales. Los insectos y las enfermedades pueden tener efectos negativos sobre el crecimiento y la supervivencia de los árboles, el rendimiento y la calidad de la madera y de los productos no madereros, el hábitat de la fauna silvestre y los valores recreativos, estéticos y culturales. Por tanto, son parte integrante de los bosques. Las especies de plantas invasivas también pueden causar daños en la competencia con las especies arbóreas nativas o en la prevención de su regeneración, planteando nuevos desafíos especialmente para la conservación in situ de la diversidad biológica forestal. La contaminación constituye también una amenaza para la salud y la vitalidad de los bosques.

Los insectos y las enfermedades influyen en la sanidad de los bosques naturales y plantados, los árboles fuera de los bosques y otras tierras boscosas. En el plano mundial, estos ecosistemas se hallan cada vez más amenazados, pues los períodos que transcurren entre los

brotos secuenciales están rápidamente disminuyendo a causa de una amplia gama de factores, entre ellos, el cambio climático y la falta de ordenación adecuada de las plantaciones y de los bosques.

El desplazamiento de insectos y enfermedades ha sido facilitado por el aumento de los viajes aéreos de larga distancia y la reducción de la duración de los viajes, el desarrollo del comercio internacional de los productos agrícolas y forestales y el intercambio de material vegetal. Las plagas de los bosques introducidas pueden ser sumamente destructivas, como se ha podido observar en los últimos años tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo. (www.fao.org/forestry)

D. PRINCIPALES PLAGAS Y EFERMEDADES DE *Pinus radiata*

El pino radiata es una especie bastante sensible a organismos fitopatógenos (fundamentalmente insectos y hongos), como la mayoría de las especies exóticas. Generalmente, los daños producidos por estos agentes se mantienen de forma natural por debajo de límites económicos tolerables, sin embargo, en determinadas circunstancias, pueden hacerse necesarios tratamientos con productos químicos (plaguicidas). Estos productos, además de ser caros, pueden ser tóxicos para el hombre y la flora y fauna silvestre.

Por ello, la lucha contra las plagas y enfermedades debe de ser fundamentalmente preventiva. En este sentido, la recomendación básica de prevención es la elección adecuada de las zonas susceptibles de ser plantadas con pino radiata, ya que una mala estación hará que la planta se desarrolle menos vigorosamente, tornándose más susceptible al ataque de organismos patógenos.

Es también muy importante el manejo adecuado de los productos obtenidos de las cortas de madera (claras o cortas) y de otros tratamientos silvícolas como clareos o podas. En estos casos, es fundamental sacar rápidamente la madera cortada del monte y eliminar todos los restos de operaciones silvícolas con el fin de evitar ataques de perforadores de madera.

De los insectos que causan daños al pino, los defoliadores poseen una gran importancia. La defoliación causada (en época invernal), no suele causar la muerte de los árboles, pero sí los hace más susceptibles de ataques de otros organismos (fundamentalmente perforadores) y provoca una disminución de su crecimiento en grosor.

Por lo que respecta a las enfermedades, destacan por su importancia las defoliaciones debidas al hongo *Dothistroma septospora* (enfermedad de la banda roja), que inciden en la capacidad de fotosíntesis del árbol. En los últimos años está teniendo una gran incidencia el chancro del pino, enfermedad producida por el hongo *Sphaeropsis sapinea*, que penetra con gran facilidad por las heridas de poda y puede llegar a matar el árbol. Recientemente, también se han observado importantes daños en rodales jóvenes de pino insigne causados por hongos del género *Armillaria* (fundamentalmente *Armillaria ostoyae*), que penetra por la raíz y provoca un secado rápido de las plantas. (Fernandez, A. & Sarmiento, A. 2004)

En Ecuador, PROFAFOR (folleto divulgativo), señala varias plagas del pino, específicamente defoliadores como son las larvas de los lepidópteros de las siguiente especies: *Leucolopsis parvistrigata*, *Copaxa media* y *Guajonia arbosi*. En este se recomienda actividades de control como: natural, cultural y biológico; además de labores de prevención (manejo de la plantación).

Pinzón, O. señala que en Colombia los defoliadores de coníferas son la plaga insectil más antigua y estudiada dentro de la entomología forestal Colombiana, debido a la frecuencia y magnitud que pueden alcanzar sus ataques cuando están en estado avanzado. Se han registrado cerca de 15 diferentes especies de polillas principalmente de las familias Geometridae y Saturnidae, cuyas larvas se alimentan del follaje de coníferas, en especial del *P. patula* a partir de los 7 años de edad. Ocurren en complejos de varias de estas especies con predominio de alguna de ellas.

Por tratarse de especies insectiles dañinas nativas, los numerosos estudios realizados, han determinado la ocurrencia de factores de resistencia natural de tipo biológico y microbiológico

cuyo empleo en combinación con estrategias de prevención (monitoreo para detección) y controles de tipo físico y mecánico han resultado exitosas para el manejo integrado de brotes de pequeña magnitud. En este caso específico se han determinado problemas de resurgencia de plagas cuando se ha elegido la estrategia de control curativo con productos químicos de amplio espectro.

Las entresacas, quemas controladas bajo plantación, trampas pegantes y utilización de hongos entomopatógenos han sido los métodos de manejo implementados para la regulación de estas poblaciones.

1. Características generales de *Leucolopsis parvistrigata*

a. Antecedentes *Leucolopsis parvistrigata*

En el Parque Nacional Cotopaxi, ubicado en la Provincia del mismo nombre, se efectuó un estudio sobre la biología de *Leucolopsis parvistrigata*, plaga que ataca a la planta de pino. El objetivo del estudio fue aportar con datos al conocimiento de esta plaga. En el comportamiento se determinó que *L. parvistrigata* deposita los huevos en las acículas de pino formando dos o tres columnas. Después de la eclosión, las larvas dejan un corion transparente, casi intacto, son muy activas, tienen fototropismo positivo y se cuelgan de hilos de seda. En general presentan 6 estadios aunque algunos individuos cumplen cinco, siete u ocho. Los adultos tienen hábitos nocturnos, por lo que tanto la cópula y la ovoposición ocurren por la noche. Durante el día las polillas reposan entre las ramas de los árboles y ocultas de la luz. La hembra deposita entre 20 y 320 huevos, puestos en grupos de 20-40, a lo largo de varios días. Las larvas prefieren alimentarse de acículas tiernas, por lo que es usual encontrarlas en las partes terminales o distales de las ramas. En los estadios posteriores consumen toda la acícula.

El ciclo biológico se determinó en larvas alimentadas con pino afectado por hongos (*Dothistroma pini*), con pino sano y con dieta artificial a base de fréjol, obteniéndose una media de 99,17 días. De los insectos alimentados con la primera dieta, el 1,24 por ciento

completaron su ciclo; con la segunda dieta el 4,33 por ciento llegaron al estado adulto y con la dieta artificial el 10,12 por ciento. Hasta Mayo la población adulta se mantiene a niveles bajos, de junio a septiembre (estación seca) desciende a un valor mínimo; con la estación lluviosa en octubre la población crece para luego descender hasta diciembre. Biológicamente se encuentra bajo el control de enfermedades bacterianas, micóticas y por el ataque parasitario de *Telenomus* sp. y *Casinaria cavigena*. (Woolfson, A. 1987)

b. Descripción taxonómica de *Leucolopsis parvistrigata*

Orden: Lepidóptera
 Familia: Geometridae
 Subfamilia: Ennominae
 Género: *Leucolopsis*
 Especie: *parvistrigata*

c. Descripción morfológica de *Leucolopsis parvistrigata*

El adulto es una polilla de color blanco brillante con tintes plateados, especialmente en las alas anteriores. Su envergadura alar varía entre 20 y 40mm, siendo el macho generalmente mayor que la hembra. La cabeza es de color naranja con antenas color café, que en el macho son plumosas, y en la hembra filiformes.

El cuerpo es delgado y cubierto por pocos pelos, en general las hembras tienen un abdomen más grueso que el de los machos para dar cabida a los huevos. La genitalia y la venación alar son caracteres muy importantes dentro de la taxonomía de los lepidópteros para clasificarlos a nivel de especie, de acuerdo a lo cual se ha creído involucrarlos en esta investigación; comúnmente tienen 6 estadios larvarios aunque hay individuos que se transforman en pupa después de sufrir un número menor de mudas; en su última edad miden de 21-35mm, la pupa es verdosa con manchas negras de 10-15mm. (Gara y Onore, 1989)

E. CONTROL BIOLÓGICO EN AGROECOSISTEMAS MEDIANTE EL MANEJO DE INSECTOS ENTOMÓFAGOS

Para finales del siglo XX, los investigadores agrícolas deberían haber aprendido una importante lección ecológica: las comunidades de plantas que han sido modificadas para satisfacer las necesidades especiales de alimento y fibra de los seres humanos son altamente susceptibles al daño ocasionado por plagas. En general, cuanto más ha sido modificada una comunidad vegetal, más abundantes y serias son las plagas. (Altieri, 1994)

Los monocultivos extensos compuestos generalmente de plantas genéticamente similares o idénticas y que han sido seleccionadas por su mayor palatabilidad, son altamente vulnerables a herbívoros adaptados. (Price, 1981)

Es más, prácticas agrícolas comúnmente usadas en el manejo de monocultivos (pesticidas, fertilizantes químicos, etc.), tienden a alterar a las poblaciones de enemigos naturales de los herbívoros, desencadenando así frecuentemente los problemas de plagas. (Papavizas, 1981)

La estabilidad ecológica inherente y la autorregulación, características de los ecosistemas naturales, se pierden cuando el hombre simplifica las comunidades naturales a través de la ruptura del frágil tejido de las interacciones a nivel de comunidades. De todas formas, esta ruptura puede ser reparada restituyendo los elementos hemostáticos perdidos en la comunidad a través de la adición o el incremento de la biodiversidad funcional en los ecosistemas agrícolas. Una de las razones más importantes para restaurar y/o mantener la biodiversidad en la agricultura, es el que ésta presta una gran variedad de servicios ecológicos.

Uno de estos servicios es la regulación de la abundancia de organismos indeseables a través de la depredación, el parasitismo y la competencia. (Altieri, 1994)

Probablemente cada población de insectos en la naturaleza es atacada en alguna medida por uno o más enemigos naturales. Así, depredadores, parasitoides y patógenos actúan como

agentes de control natural que, cuando son adecuadamente manejados, pueden determinar la regulación de poblaciones de herbívoros en un agroecosistema particular. Esta regulación ha sido llamada control biológico y ha sido definida por De Bach (1964) como “la acción de parasitoides, depredadores o patógenos para mantener la densidad de la población de un organismo plaga a un promedio menor del que ocurriría en su ausencia.” Dependiendo de cómo se practique, el control biológico puede ser autosostenido y se diferencia de otras formas de control porque actúa dependiendo de la densidad de la población de plagas. De esta manera los enemigos naturales aumentan en intensidad y destruyen la mayor parte de la población de plagas en la medida que ésta aumenta en densidad, y viceversa. (De Bach y Rosen, 1991)

En un sentido estrictamente ecológico, la aplicación del control biológico puede ser considerada como una estrategia válida para restaurar la biodiversidad funcional en ecosistemas agrícolas, al adicionar entomófagos “ausentes” mediante las técnicas clásicas o aumentativas de control biológico, o incrementando la ocurrencia natural de depredadores y parasitoides a través de la conservación y el manejo del hábitat. En este capítulo se discute el rol que juegan los depredadores y parasitoides en los agroecosistemas, y se analizan las diferentes estrategias usadas en control biológico para emplear insectos entomófagos en la regulación de poblaciones de plagas en la agricultura. (www.agroeco.org)

1. Concepto

Es el control que sucede en las poblaciones de organismos sin intervención del hombre e incluye además de enemigos naturales la acción de los factores abióticos del medio. Por ello hay que entender el control biológico como un método artificial de control que presenta limitaciones especialmente en cuanto al conocimiento de los organismos afectados, lo que trae consigo una serie de ventajas e inconvenientes en su aplicación, sobre todo si se relaciona con los métodos químicos de control. Entre los inconvenientes más importantes se encuentran:

- Normalmente su aplicación requiere un planteamiento y manejo más complejo, mayor seguimiento de la aplicación, y es menos rápido y drástico que el control químico.

- El éxito de su aplicación requiere mayores conocimientos de la biología de los organismos implicados (tanto del agente causante del daño como de sus enemigos naturales).
- La mayoría de los enemigos naturales suelen actuar sobre una o unas pocas especies, es decir son altamente selectivos. Esto puede resultar una ventaja (como se comentará a continuación) pero en ocasiones supone una desventaja al incrementar la complejidad y los costes derivados de la necesidad de utilizar distintos programas de control.

A pesar de ello, también presenta una serie de ventajas que hace que este tipo de control se convierta en uno de los más importantes para la protección fitosanitaria. Entre ellas se pueden destacar:

- Poco o ningún efecto nocivo colateral de los enemigos naturales hacia otros organismos, incluso el hombre.
- La resistencia de las plagas al control biológico es muy rara.
- El control es relativamente a largo término, con frecuencia permanente.
- El tratamiento con insecticidas es eliminado por completo o de manera sustancial.
- La relación costo/beneficio es muy favorable.
- Evita plagas secundarias.
- No existen problemas de intoxicaciones.
- Se le puede usar dentro del Manejo integrado de plagas (MIP).

2. Parásito

Es aquel que nunca o casi nunca mata a su hospedante. En el sentido zoológico es un animal que puede ser endo o ectoparásito, o sean dentro o fuera del animal conocido como su hospedante de que extrae el parásito su alimento, por lo menos en algún estadio de su historial de vida.

Los parásitos ponen huevecillos sobre el huésped, los cuales eclosionan y se desarrollan a expensas de este. Eventualmente el huésped muere conforme el parásito va consumiendo sus

órganos o fluidos corporales. Hay 2 tipos comunes de parásitos de insectos: Avispas sin aguijón y ciertas moscas. Las avispas son pequeñas (la mayoría de menos de 6 mm.), usualmente negras ó rojas y no le pican a la gente (sin aguijón). Las moscas parásitas con frecuencia se asemejan a la mosca común. Como las avispas parásitas, estas moscas son inofensivas para la gente porque atacan solamente a su huésped.

a. Parasitoide

Es un parásito que siempre mata a su hospedante, y completan su ciclo de vida en asociación íntima con el hospedante. Es parasítico en su estadio inmaduro, pero vive libre o fuera del huésped cuando es adulto. Este último estadio es el más resistente.

b. Depredadores

Son insectos que incluyen tanto, animales vertebrados (pájaros, sapos, lagartijas, etc.) como invertebrados (Insectos, arañas, etc). Generalmente se piensa que los vertebrados no funcionan en el control biológico porque su tasa de reproducción es menor que la de un insecto. No obstante los depredadores más importantes en el control biológico son los invertebrados, específicamente otros insectos. Por ejemplo, la mayoría de las mariquitas o vaquitas (Coccinellidae) son depredadores, con los cuales se han demostrado muchos éxitos en el control de escamas y áfido.

c. Parásito gregario

Es un parasitoide que se desarrolla simultáneamente en un hospedero con otros individuos de su misma madre.

d. Hiperparásito

Es aquel parásito que ataca a otro parásito.

3. Estrategias de control biológico

El control biológico puede llevarse a cabo a través de manera intencional, directa por parte del hombre o bien a través de acciones indirectas mediante el manejo de las interacciones existentes en el agroecosistema.

Caben distinguir 3 estrategias básicas de aplicación del control biológico: *importación e incremento*, como resultado de la intervención directa del hombre y *conservación* como resultado de acciones indirectas. Algunos autores definen dos estrategias adicionales al considerar al mismo nivel que las anteriores las estrategias de inoculación e inundación; sin embargo en este caso se va a seguir el esquema clásico, por lo que se considerarán estas dos últimas como tipos especiales dentro de la estrategia de incremento.

a. **Importación**

Se puede decir que el control biológico inicia su desarrollo con el éxito obtenido en 1880 tras la importación a EE. UU. desde Australia del coccinélido *Rodolia cardinalis* para el control de una plaga exótica en América, la cochinilla acanalada *Icerya purchasi*. De esta forma se plantea la estrategia de importación como la introducción de un enemigo natural para el control de un agente exótico productor de daños. A pesar de la aparente sencillez del planteamiento, su puesta en práctica requiere una serie de pasos, en ocasiones sumamente especializados.

Desde entonces, ha sido la técnica más frecuentemente utilizada contra plagas introducidas en nuevas áreas y establecidas de forma permanente sin un complejo de enemigos naturales asociado; habiéndose introducido tanto invertebrados como vertebrados, así como también microorganismos en áreas agrícolas, naturales y urbanas.

La principal ventaja de esta estrategia de control biológico es la posibilidad de obtener niveles de control permanentes, resultando, a pesar de la inversión inicial, una relación costo/eficacia

muy favorable, que algunos autores estiman en una proporción de 30:1, la más alta obtenida en cualquier sistema de control de organismos perjudiciales.

Recientemente, se está sugiriendo e incluso aplicando esta estrategia para el control de organismos perjudiciales nativos que no presentan enemigos naturales eficaces o cuando el control natural no es capaz de limitar las poblaciones a las densidades requeridas por la agricultura intensiva. Sin embargo en la actualidad se discute la inconveniencia ecológica de introducir especies en lugares donde antes no existían. Por ello, la técnica clásica de importación sólo debe aplicarse para el control de organismos nocivos foráneos habiendo realizado previamente serios estudios ecológicos con objeto de evitar desplazamientos de los enemigos naturales autóctonos.

b. Incremento

La estrategia de incremento consiste en aumentar artificialmente la población de enemigos naturales con objeto de producir una mayor tasa de ataque y con ello una disminución de la población del agente productor de daños; esta estrategia tiende a ser utilizada en situaciones donde el control natural está ausente o se encuentra a niveles demasiado bajos para ser efectivos.

Tradicionalmente, ha sido una técnica considerada prohibitiva en la mayor parte de las aplicaciones debido al elevado costo de producción y aplicación de las liberaciones de enemigos naturales; sin embargo, cada vez más aparecen empresas especializadas o administraciones públicas que ofrecen el material dispuesto para su liberación o aplicación a un costo que lo hace perfectamente viable. El gran éxito de esta técnica surge con los cultivos protegidos debido a que son sistemas cerrados, con problemas constantes, ambiente controlado y producción elevada tanto en cantidad como en valor económico.

En función de las características de aplicación y planteamiento del control es posible diferenciar dos tipos fundamentales: inoculación, con finalidad preventiva; e inundación, con finalidad curativa.

1) Inoculación

Es una estrategia utilizada cuando es posible una cierta permanencia del enemigo natural en el cultivo pero que es incapaz de vivir sobre él de forma permanente. Las liberaciones inoculativas se hacen al establecimiento del cultivo para colonizar el área durante el tiempo de permanencia del cultivo (o estación climatológica) y de esta forma prevenir los incrementos de la densidad del agente perjudicial.

2) Inundación

Consiste en liberaciones de un número muy elevado de enemigos naturales nativos o introducidos, generalmente patógenos, para la reducción de la población del agente dañino a corto plazo cuando la densidad alcanza niveles de daño económico. Esta estrategia es muy similar a la aplicación de productos fitosanitarios tanto en sus objetivos como en su formulación y aplicación.

c. Conservación

La estrategia de conservación de enemigos naturales es la menos estudiada y la más compleja de las estrategias de control biológico, fundamentalmente debido a que, a diferencia de las anteriores, su aplicación se lleva a cabo a través del manejo de las interacciones del agroecosistema para potenciar la eficacia de los enemigos naturales autóctonos y de esta forma prevenir el ataque a niveles de daño económico de los agentes perjudiciales a las plantas cultivadas.

Para poder llevar a cabo esta estrategia es fundamental la existencia de enemigos naturales que lleven a cabo un control natural de la población que produce el daño, pudiendo actuar sobre los elementos del medio tanto modificando los factores que interfieren con las especies beneficiosas como realizando un manejo de los requerimientos ecológicos que necesitan las especies beneficiosas en su ambiente. (www.wikipedia.org)

4. El uso de parasitoides para el control de plagas forestales

Arce y Neder (1990), indican que: el tipo de control que se utiliza para combatir plagas forestales, muchas veces no resuelve el problema y más bien lo agudiza, al producir reacciones de resistencia y problemas de contaminación al suelo. Ya que ello suele ocurrir con la aplicación indiscriminada de los agroquímicos. Añaden que se pretende lograr de manera progresiva una serie de alternativas como es el control biológico, aprovechando en esta ocasión el aporte de insectos.

Rodas (1997), en su artículo titulado “El lado oscuro de las mariposas” indica que las larvas de la mariposa *Chrysomina semilutearia* ha sido reportada como una nueva plaga de los cultivos forestales, y que se estudia la biología del insecto y sus enemigos naturales con el fin de controlarlo.

La investigación también muestra como principales reguladores naturales del insecto a algunas aves que predan larvas y adultos. Igualmente se menciona que el hongo *Cordyceps* sp ataca las pupas cuando las condiciones ambientales le son favorables. Sin embargo, este científico considera que el principal controlador de la mariposa es la avispa *Telenomus alsophilae*, que parasita posturas.

En este sentido también se están haciendo ensayos de control biológico en el laboratorio con esta avispa. Una avispa puede parasitar 120 huevos. Actualmente los científicos realizan liberaciones en el campo para controlar la población de la mariposa en los cultivos forestales.

Continúa indicando que “Dentro del programa de control de plagas, la herramienta más valiosa es la parte biológica porque con su uso se mantiene el equilibrio natural cosa que no sucede con los insecticidas”.

La Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal, indica que un buen parasitoide debe reunir ciertas condiciones, las cuales resumen de la siguiente manera:

- Fácil de reproducir en el laboratorio.
- Alta capacidad de búsqueda.
- Que sea específico.
- Capacidad de permanecer en el ambiente.
- Que tenga pocos enemigos.
- Fácil empleo en el campo.
- Que sea polígamo.
- Que tenga un ciclo de vida más corto que de los insectos plaga.
- Hábil para sobrevivir en todos los hábitats.
- Hábil para reducir rápidamente la plaga.
- En lo posible que parasite varios estados de la plaga. (Mariño F., A. 2007)

5. Crianza de *Telenomus alsophilae* bajo condiciones de laboratorio

En el V Simposio Internacional de *Trichogramma* y otros parasitoides de huevos realizado en Cali, en Marzo 1998 Carlos Rodas investigador de Smurfit Carton de Colombia, expone el siguiente trabajo de investigación referente al estudio y cría de *Telenomus alsophilae*:

Menciona que en Colombia, *T. alsophilae* ha sido eficientemente liberado en masa para controlar las siguientes especies de gusano medidor: *Oxydia trychiata*, *O. platyptera*, *O. geminata*, *O. vesulia*, *O. olivata*, *Cargolia pruna*, *C. arana*, *Neuromelia ablinearia*, *Bassania schreiteri* y *Chrysomima semilutearia*.

a. Crianza del hospedero

Rodas (1998), describe la siguiente metodología de cría del hospedero: las pupas que están listas para emerger son colocadas en contenedores de plástico, con aserrín esterilizado, e introducidas en jaulas especiales que tienen tiras de papel que cuelgan desde el techo. Luego de un día después de la emergencia de los adultos comienza la oviposición.

Las masas de oviposturas son colocadas cada día cortándolas de las tiras de papel, y entonces son pegadas a cuadros de cartulina (de aproximadamente 6 x 9 cm).

Las larvas, tanto de *O. trychiata* y *C. semilutearia*, son alimentadas con follaje de *Pinus patula* por diez días en botellas de vidrio (4000cc de capacidad) y entonces son transferidas a jaulas especiales (1.20 m x 0.60 m x 0.50 m) hasta el estado prepupal. Las pupas con el aserrín son colocadas en cajas de plástico de 14 cm x 18 cm.

b. Crianza del parasitoide de huevos

Rodas (1998), describe la siguiente metodología de cría:

1) Parasitación

Los cuadrados de cartulina con las masas de huevos son expuestas alrededor 2000 adultos de *T. alsophilae* por 24 horas en una botella de vidrio de 13.3cm x 7cm. Cada lote de avispas parasitan 20000 – 25000 huevos de *C. semilutearia*.

Una hembra es capaz de parasitar 73 a 230 huevos de *C. semilutearia* (promedio de 126 huevos) o 56 a 190 huevos de *O. trychiata* (promedio de 98 huevos). Los parasitoides son alimentados cada día con una solución de miel al 33%.

2) Desarrollo del parasitoide

Los cuadrados de cartulina con huevos parasitados son puestos en botellas de vidrio de 13.3cm x 7 cm, cerradas con una pieza de tela (tapón) fijada con una liga.

El desarrollo del parasitoide toma de 23 a 30 días (promedio 27.7), a 21°C y a 80% HR, y de 45 a 50 días (promedio 48) a 17°C y 75% HR.

3) Manejo del parasitoide adulto

Las avispas adultas que están emergiendo de diferentes cortes son mezcladas cada día; la comida es provista cada día usando una pieza de algodón humedecido con una solución de miel al 33%.

Dependiendo de la necesidad, los parasitoides adultos pueden ser liberados, usados para fundar otra cepa, o almacenados en la oscuridad con comida a 14-16°C y 75% de humedad relativa. (Mariño F., A. 2007)

6. Características de *Telenomus sp.*

Existen alrededor de 40 familias de himenópteros cuyos miembros son estrictamente parásitos. Los más importantes pertenecen a las superfamilias Ichneumonoidea (familias Ichneumonidae y Braconidae) y Chalcidoidea (20 familias).

Estas últimas se identifican fácilmente a nivel de la superfamilia debido a su tamaño pequeño (es decir, de 2 a 3 mm, aunque algunas llegan a alcanzar de 10 a 15 mm), su venación reducida de las alas y su coloración oscura (muchas son de color azul o verde metálico). Las avispas chalcidoideas son parásitos muy importantes de los huevos o larvas de muchos insectos de los órdenes Lepidoptera, Coleoptera, Diptera y Homoptera. Anderson (1976) analiza la

importancia de los parásitos de huevos en la reducción de las poblaciones de lepidópteros defoliadores. (Coulson, R y Witter John. 1990)

a. Antecedentes

Esta microavispa es parásita de huevecillos de *Leucolopsis*, coloca un huevecillo en cada huevo del hospedero; es allí donde tiene lugar la emergencia de las larvas de *Telenomus* las mismas que se alimentan del vítelo, luego empupan y finalmente emerge el adulto (único estado visible). La duración del ciclo de huevecillo a adulto es de 51 días como promedio.

El adulto parásito es de vida libre y se alimenta del polen de las flores, vive en promedio 10 días. El nivel de parasitación de esta micro avispa es de 80 a 90% cuando los huevos del hospedero se encuentran en buen estado de madurez. (Arroyo, M. 2004)

b. Descripción taxonómica*

Orden: Hymenoptera
Suborden: Apocrita
Superfamilia: Proctotupoidea
Familia: Scelionidae
Género: *Telenomus*
Especie: (Por determinar)

* Taxonomía: Borror y Long. 1963

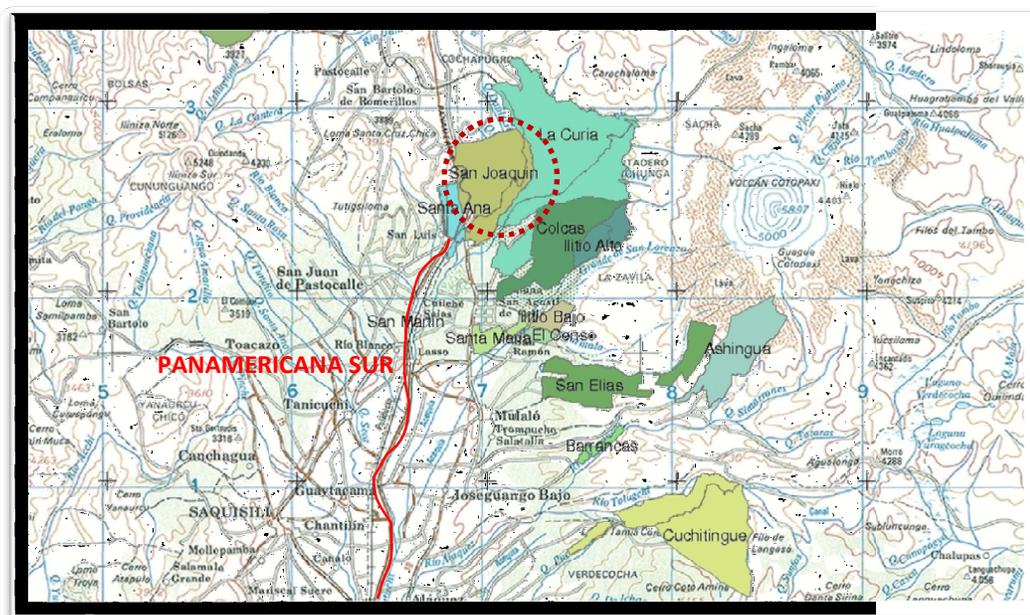
IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

1. Localización

La presente investigación se realizó en 2 fases: la primera (laboratorio) se ejecutó en el Vivero Forestal de Aglomerados Cotopaxi y la segunda (campo) en el predio San Joaquín, rodal 235 A2, patrimonio forestal de la Empresa.

Mapa 1. Ubicación geográfica del área de estudio



2. Ubicación Geográfica¹

- a. Altitud: 3150 msnm.
- b. Latitud: 00°41'45''S
- c. Longitud: 78°36'00''N

1. DATUM: WGS 84

3. Características climáticas²

- a. Temperatura: 11° C
- b. Precipitación: 770 mm

4. A nivel de laboratorio³

Condiciones de Laboratorio:

Temperatura máxima: 23°C

Temperatura mínima: 11°C

Temperatura media: 15°C

Humedad Relativa: 77%

5. Clasificación ecológica

De acuerdo a Holdrigge la plantación se encuentra en esta zona de vida: Bosque húmedo montano (bhM)

B. MATERIALES Y EQUIPOS

1. Materiales

a. Para la cría del hospedero

Tarrinas plásticas con tapa (capacidad ½ litro), tela nylon (15x15 cm), agua destilada, pincel, acículas fresca de *Pinus radiata*, hilo, tijeras, estilete, hisopos, atomizador, tubos de ensayo, resaltador, lupa, papel filtro, malla metálica, cinta adhesiva, pincel.

2. Estación Metereológica Vivero San Joaquín, Aglomerados Cotopaxi

3. Datos tomados con Hobbo

b. Para la cría del parasitoide

Envases plásticos (de aspecto opaco), tubos de ensayo, oviposturas frescas de *Leucolopsis*, rectángulos de cartulina (2x3 cm), goma blanca, adultos de *Telenomus*, agua destilada, miel, atomizador, ligas de caucho.

c. Para la liberación

Frascos de vidrio, tachuelas, cinta adhesiva, alfileres, pintura spray, cinta métrica.

2. Equipos

Cámara fotográfica, computadora, GPS, Estación metereológica del Vivero San Joaquín, estereoscopio.

C. METODOLOGÍA

1. Especificaciones del campo experimental (Cuadro 1)

Forma de la parcela	Circular
Área Total	4,8 ha
Área neta del ensayo	1,1 ha
Radio T1	5 m
Radio T2	10 m
Radio T3	15 m
Número de árboles/parcela	4
Ancho del camino entre parcelas	10 m
Distancia entre parcelas	40 m
Número de tratamientos	10
Número de repeticiones o bloques	3
Número total de plantas en el ensayo	120
Número de plantas / tratamiento	12
Número de parcelas	30

2. Factores en estudio

a. El **factor A** lo constituyen las dosis de parasitoides liberados en relación a la plaga:

$$D1 = 1/5$$

$$D2 = 1/10$$

$$D3 = 1/15$$

b. El **factor B** lo constituyen las distancias de liberación:

$$L1 = 5 \text{ metros}$$

$$L2 = 10 \text{ metros}$$

$$L3 = 15 \text{ metros}$$

3. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio se obtuvieron de la combinación de los dos factores, los mismos que se indican en el cuadro siguiente:

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
T1	Dosis 1/5 - Distancia 5 m	D1L1
T2	Dosis 1/5 - Distancia 10 m	D1L2
T3	Dosis 1/5 - Distancia 15 m	D1L3
T4	Dosis 1/10 - Distancia 5m	D2L1
T5	Dosis 1/10 - Distancia 10m	D2L2
T6	Dosis 1/10 - Distancia 15 m	D2L3
T7	Dosis 1/15 - Distancia 5 m	D3L1
T8	Dosis 1/15 - Distancia 10 m	D3L2
T9	Dosis 1/15 - Distancia 15 m	D3L3
T10	Testigo	Testigo

4. **Esquema del análisis de varianza (Cuadro 3)**

FUENTE DE VARIACIÓN (FV)		GRADOS DE LIBERTAD (GL)
Tratamientos		9
Repeticiones	$r - 1$	2
FACTOR A	$a - 1$	2
FACTOR B	$b - 1$	2
AB	$(a - 1)(b - 1)$	4
Testigo Vs. Resto		1
ERROR		18
TOTAL		29

5. **Diseño experimental**

El diseño que se utilizó es el de Bloques Completos al azar con arreglo bifactorial + Testigo.

6. **Análisis estadístico**

- a. Análisis de varianza.
- b. Coeficiente de variación.
- c. Prueba de Tukey al 5% para la separación de las medias.
- d. Prueba "t" student.
- e. Regresión cúbica
- f. Prueba Chi Cuadrado

7. Métodos de evaluación y datos registrados

Se determinó:

- a. El porcentaje (%) de parasitoidismo natural de *Telenomus sp.* sobre *Leucolopsis parvistrigata*.
- b. Tiempo (días) de emergencia del parasitoide.
- c. El Porcentaje (%) de capacidad de emergencia y de parasitoidismo de *Telenomus sp.*
- d. El Porcentaje (%) de dimorfismo sexual.
- e. En la cría del hospedero a partir de estados intermedios se determinó el número de oviposturas por cada adulto de *Leucolopsis parvistrigata*.
- f. El porcentaje (%) de eficacia de la liberación de *Telenomus sp.* sobre *Leucolopsis parvistrigata*.

8. Metodología

1. Porcentaje de parasitoidismo natural de *Telenomus sp.* sobre la plaga de *Pinus radiata*, *Leucolopsis parvistrigata*

a. Toma de muestras

La toma de muestras de oviposturas se realizó en base a los datos del mes de Junio del 2010 registrados por el Departamento de Control Forestal de la Empresa, con la finalidad de encontrar un rodal con características similares al lugar de liberación. Se establecieron tres parcelas en el rodal 207 A2 de la Hda. San Joaquín de donde se recolectaron 15 muestras al azar de oviposturas de *Leucolopsis parvistrigata*, es decir, de 5 árboles que rodeaban el centro de cada parcela.

b. Determinación del parasitoidismo natural

Las oviposturas fueron llevadas en tubos de ensayo al laboratorio, se las observó durante 3 semanas (tiempo estimado en el que emergen las larvas) y se contabilizó cada día los huevos de los que emergieron larvas y los que se encontraban parasitados, los primeros se reconocen fácilmente porque su corión queda totalmente transparente tornasol, mientras que los segundos tienen una coloración oscura-sólida. El porcentaje de parasitoidismo se determinó por simple regla de 3.

2. Sistema de cría para el parasitoide *Telenomus sp.*

a. Tiempo de emergencia del parasitoide

Para conocer el tiempo de emergencia de *Telenomus sp.* se estableció un ensayo con 10 repeticiones, se colocó un grupo de oviposturas con 10 huevos en cada tubo de ensayo para someterlos a parasitación, para ello se colocaron 10 hembras de *Telenomus* de un día de nacidas en cada uno.

Luego de 24 horas los parasitoides fueron retirados. Las oviposturas se codificaron para darles seguimiento, de esta manera el tiempo de emergencia de *Telenomus sp.* estuvo comprendido por el tiempo transcurrido entre la parasitación y la eclosión de los adultos que fueron desarrollados con agua destilada.

b. Capacidad de emergencia

Se realizó un ensayo para determinar la capacidad de emergencia de *Telenomus sp.* (Hymenoptera: Scelionidae), para ello se sometió a parasitación 100 oviposturas de *L. parvistrigata* en relación 1:5 (1 hembra *T* /5 huevos *L*) las mismas que se distribuyeron en grupos de 10.

Cada grupo se colocó individualmente en tubos de ensayo y se esperó la eclosión. Estas oviposturas fueron observadas hasta 15 días después de haber comenzado su emergencia. A los huevecillos que no eclosionaron se los diseccionó para asegurarnos que estaban parasitados, estos son reconocidos porque al abrir el capullo se nota claramente la avispa formada y de color blanco; en caso de haber sido una larva en formación la coloración es verdosa.

c. Dimorfismo sexual

De los huevecillos parasitados se escogieron al azar 10 oviposturas con 10 huevos, se esperó a que emerjan para contabilizar cuántas hembras y cuántos machos existían. A aquellos que no eclosionaron se realizó la disección para confirmar su sexo (diferenciado por el tipo de antenas).

d. Cría del hospedero a partir de estados intermedios

Considerando la disponibilidad del material en campo se decidió desarrollar el estudio a partir de larvas. Estas se clasificaron en pequeñas, medianas y grandes para darles el respectivo seguimiento. Se las alimentó con acículas frescas de *Pinus radiata* y con un atomizador se les suministró agua.

1) Toma de muestras

Las recolecciones de larvas se efectuaron durante las 2 últimas semanas de Noviembre del 2010 en las haciendas La Curia en los rodales 353 A2, 360 A2 y 363 A2 y en San Joaquín en el rodal 203 A2. Es común observar larvas en los árboles pequeños que se encuentran debajo de árboles adultos (plus).

2) Cría en laboratorio

En jaulas diseñadas con malla metálica forrada de una tela muy delgada (15, 92cm de diámetro x 33cm de alto), se colocaron las larvas de acuerdo a su tamaño, las mismas que fueron alimentadas con acículas frescas de *P. radiata* (dentro de un pequeño vaso con agua) e hidratadas con un atomizador con agua destilada.

Este material fue monitoreado 2 veces por semana para retirar las larvas muertas y parasitadas, mientras que el cambio de comida se lo realizó 1 vez por semana hasta obtener pupas.

3) Obtención de Pupas y producción de huevecillos

Las pupas obtenidas fueron retiradas de las jaulas de cría y se colocaron en envases plásticos (12cm de diámetro x 8cm de alto), con una abertura en la tapa la misma que fue cubierta con tela nylon, además se colocó una base de acículas de pino para propiciar un ambiente cálido-húmedo, éstas eran humedecidas diariamente hasta que emerjan los adultos. Posteriormente las mariposas fueron puestas en parejas, con el objetivo de aparearlas, en nuevos envases con las mismas características anteriores pero forradas internamente con papel filtro para facilitar la recolección de los huevecillos, luego de 2 días se recolectaban las oviposturas que fueron sometidas a parasitación.

e. Cría del parasitoide

Para la cría del parasitoide se analizaron 2 metodologías como referencia: la del Ing. Milton Arroyo, antiguo investigador de Aglomerados Cotopoaxi y de la Ing. Adriana Mariño, quien, de igual manera estudió el ciclo de vida de una especie no identificada de *Telenomus*.

Utilizando resultados de ensayos anteriores se sometió a parasitación las oviposturas en relación 1:5, es decir una avispa de *Telenomus sp.* para 5 huevos de *L. parvistrigata*.

Las oviposturas de *L. parvistrigata* eran recortadas y pegadas cuidadosamente en piezas de cartulina de 2x4 cm con un número de huevos aproximados de 90 por cada 25mm², es decir 360 en 1 cm², para determinar esta cantidad se trabajó con una lámina de acetato; la misma que se colocaba sobre las manchas de huevecillos recolectadas y se contabilizaba únicamente los presentes dentro de los márgenes de cada cuadrado. Finalmente se colocaba cada cartulina en envases plásticos (opacos) con 2 pequeñas motas de algodón humedecido con agua destilada y los parasitoides en la proporción antes mencionada.

Luego de 8 días las cartulinas fueron separadas de los parasitoides y cada día se las humedecía con un atomizador procurando mantener humedad en un 77% mientras que la temperatura se regulaba con ayuda de un foco reflector procurando mantenerla sobre los 15° C.

Al cabo de 3 semanas se retiraron las larvas de los huevos que no fueron parasitados y hasta que inició la eclosión del parasitoide.

3. Estimar la eficacia del parasitoide *Telenomus* sp. para el control de *Leucolopsis parvistrigata*.

Telenomus sp. fue liberado en estado adulto considerando la información y experiencias de particulares en ensayos realizados con resultados relevantes. Las liberaciones se realizaron en 2 grupos con intervalos de 3 días ya que no todos los parasitoides emergieron el mismo día. El presente trabajo se llevó a cabo en el rodal 235 A2 de la Hda. San Joaquín del patrimonio forestal de Aglomerados Cotopaxi. Este rodal fue escogido debido a que presentaba condiciones favorables para el ataque de *L. parvistrigata* y por ende a la mayor interacción plaga/parasitoide o viceversa según lo observado en campo (árboles de 4-6 años ó de 2-5 metros de altura). Se establecieron 27 parcelas con 3 testigos combinando 3 dosis con 3 distancias de liberación. Dentro de cada parcela se seleccionaron 4 árboles en forma de cruz (5m, 10m y 15m) alrededor del centro. Todos los árboles que formaron la parcela fueron marcados con pintura spray para luego de la liberación ser monitoreados.

Cuadro 4. Distribución de parcelas

T0R3 15m	T5R3 10m 10/1	T1R3 5m 5/1	T6R2 15m 5/1	T3R3 15m 5/1
T7R2 5m 15/1	T5R1 10m 10/1	T2R1 10m 5/1	T4R2 5m 10/1	T4R3 5m 10/1
T7R3 5m 15/1	T8R2 10m 15/1	T2R3 10m 5/1	T0R1 5m	T9R3 15m 15/1
T9R1 15m 15/1	T1R2 5m 5/1	T6R1 15m 10/1	T9R2 15m 15/1	T2R2 10m 5/1
T7R1 5m 15/1	T0R2 10m	T8R1 10m 15/1	T3R2 15m 5/1	T3R1 15m 5/1
T4R1 5m 10/1	T8R3 10m 15/1	T6R3 15m 10/1	T1R1 5m 5/1	T5R2 10m 10/1

Las microavispa se transportaron en envases de vidrio acomodados dentro de una caja de cartón asegurándose de no estropearlos y mantenerlos con suficiente ventilación.

Se consideraron dos factores para realizar las liberaciones: la **distancia** del centro de la parcela (punto donde se colocó el frasco con los parasitoides) y la **dosis** (cantidad de parasitoide/plaga).

Finalmente las oviposturas monitoreadas se llevaron a laboratorio para determinar si fueron o no parasitadas. Luego de 21 días, empleando un pincel se retiraron las larvas de los huevecillos no parasitados y aquellos que a simple vista no se pudieron diferenciar se los diseccionó para clasificarlos. Tanto las liberaciones como las recolecciones se realizaron en las primeras horas de la mañana.

Para determinar la eficacia de *Telenomus sp.* sobre *Leucolopsis parvistrigata* se aplicó la fórmula de Abbott y la de Schneider-Orelli ya que se presenta una infestación homogénea antes del tratamiento.

$$\% \text{ eficacia (Abbott)} = \left(1 - \frac{Td}{Cd} \right) * 100 = \left(\frac{Cd - Td}{Cd} \right) * 100$$

$$\% \text{ eficacia (Schneider - Orelli)} = \left(\frac{b - k}{100 - k} \right) * 100$$

Donde:

Td = Individuos vivos después del tratamiento de ensayo

Cd = Individuos vivos después del tratamiento (testigo).

b = % de individuos muertos del tratamiento de ensayo

k = % de individuos muertos en el testigo

La fórmula de Schneider-Orelli es aplicable solo cuando la infestación es uniforme al comienzo del ensayo. No es sino una nueva versión de la ecuación de Abbott. A diferencia de ésta, el criterio determinante no es el número de supervivientes sino de individuos muertos. Ambas fórmulas proporcionan los mismos valores.

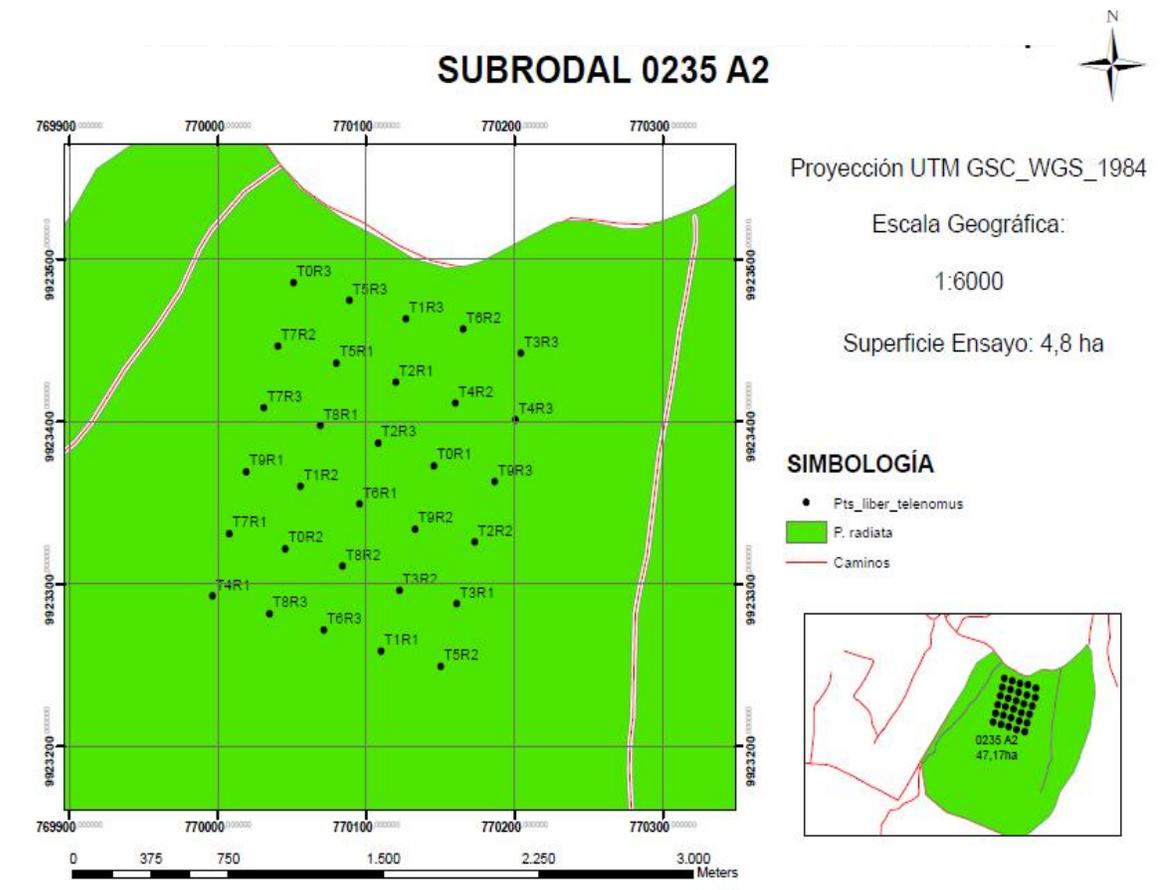
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. PORCENTAJE DE PARASITOIDISMO NATURAL DE *Telenomus sp.* SOBRE LA PLAGA DE *Pinus radiata*, *Leucolopsis parvistrigata*

1. Muestras recolectadas

Las muestras fueron recolectadas de una plantación de *Pinus radiata* de 5 años del patrimonio forestal de Aglomerados Cotopaxi, con un índice de infestación de 2,7. Estas se recogieron al azar en tres parcelas diferentes.

Mapa 2. Ubicación de las parcelas.



2. Parasitoidismo natural

Cuadro 5. Porcentaje de parasitoidismo natural, rodal 207 A2

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher			Significancia
				Cal	0,05	0,01	
Parcelas	2	8651,6	4325,8	2,2	4,3	8,0	ns
Repeticiones	4	526,0	131,5	0,1	3,6	6,4	ns
Error	9	17693,5	1965,9				
Total	15	26871,0					

	Parasitados	No parasitados
	(%)	(%)
CV %	73,0	113,1
Media	60,8	39,2

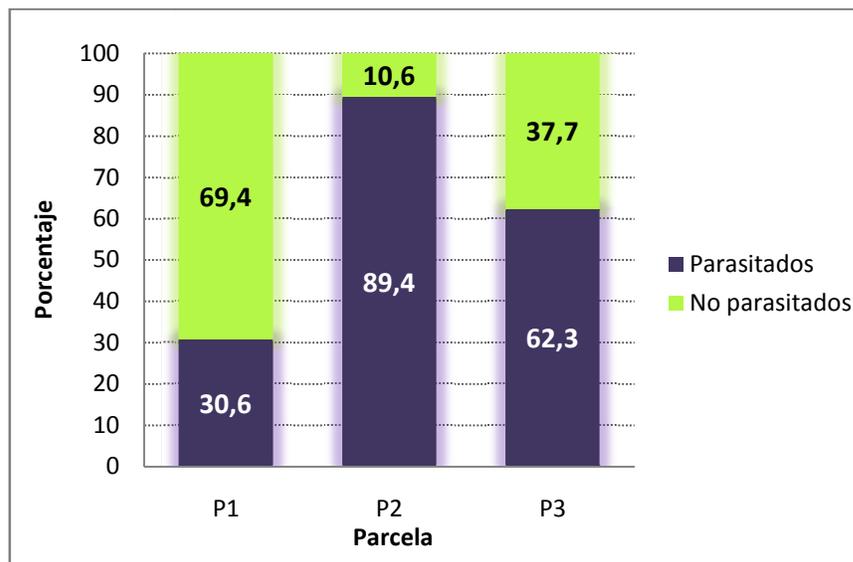


Gráfico 1. Porcentaje de parasitoidismo natural

Al realizar el análisis de varianza de parasitoidismo natural (Cuadro 5) para las variables: Oviposturas parasitadas y no parasitadas no existen diferencias significativas entre las parcelas y repeticiones. Se obtuvo un promedio de porcentaje de parasitoidismo natural de 60,8% y de no parasitoidismo de 39,2% con un coeficiente de variación de 73,0% y 113,1% respectivamente.

De acuerdo con el gráfico 1, la parcela que mayor parasitoidismo presentó fue la dos con 89,4% seguida de la parcela tres con 62,3% mientras que la primera apenas llega al 30,6%.

La ubicación de las parcelas (en condiciones ambientales naturales) de donde se recolectaron las oviposturas empleadas en este ensayo pudo haber influido en el porcentaje de parasitación obtenido, por esta razón la parcela número uno con menor porcentaje de parasitoidismo fue la más cercana a la vía principal siendo directamente afectada por el viento, el ruido de vehículos y el pastoreo de ovinos y bovinos. Por otro lado la parcela dos presentó mayor parasitoidismo probablemente a que estuvo ubicada cerca de un foco de infestación de *L. parvistrigata* registrado en monitoreos anteriores siendo este un factor importante para que la población de *Telenomus sp.* se incremente.

Dos de los factores más importantes que intervinieron en el parasitoidismo natural de las tres parcelas establecidas fueron la humedad relativa y la temperatura ambiental que se dio en la época en la que se realizó este ensayo, mientras menor fue la temperatura promedio (10°C) y la precipitación se mantuvo en 75mm el índice de infestación de la plaga decrece mientras que *Telenomus sp.* incrementa su población.

B. SISTEMA DE CRÍA DEL PARASITOIDE

1. Tiempo de emergencia del parasitoide

Cuadro 6. Emergencia diaria y acumulada de *Telenomus sp.*

Tiempo de emergencia (días)	<i>Telenomus sp.</i> (unidades)	
	Frecuencia diaria	Frecuencia acumulada
43	1	1
44	1	2
45	2	4
46	5	9
47	3	12
48	6	18
49	8	26
50	13	39
51	34	73
52	9	82
53	2	84
54	2	86
55	1	87
Media	49	7
TOTAL	87	87

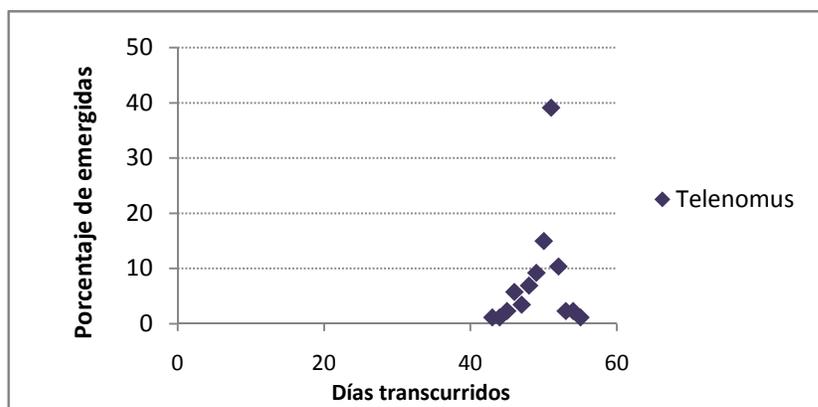


Gráfico 2. Tiempo vs. porcentaje de emergencia diaria de *Telenomus sp.*

Los resultados del Cuadro 6, Gráfico 2 nos indican que la emergencia de los adultos de *Telenomus sp.* comienza a partir del día 43 con un individuo; a los 48 nacen 6 avispas hasta alcanzar su máxima capacidad a los 51 días transcurridos desde la parasitación con 34 individuos, tiempo a partir del cual la eclosión decrece significativamente hasta el día 55 cuando nace el último parasitoide.

Arroyo M, 2004. muestra valores en promedio de 52 días mientras que Mariño A, 2008 presenta una media de 37,26 días de emergencia. Al compararlos con la presente investigación en la que se obtuvo una media de 49 días como tiempo de emergencia con 7 individuos nacidos diariamente, se presume que la diferencia con Mariño, A se debe al desarrollo de dos especies diferentes de *Telenomus sp.* de las que todavía no existe clasificación taxonómica y a las condiciones de temperatura y humedad en la que fueron estudiados los parasitoides.

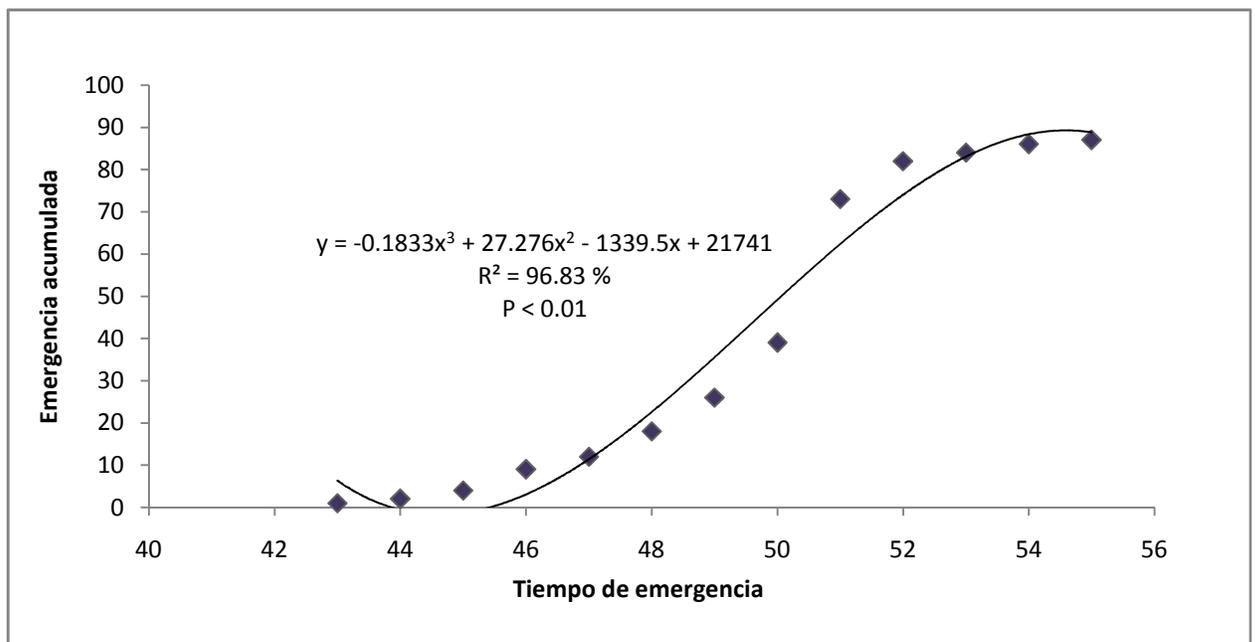


Gráfico 3. Regresión cúbica de emergencia acumulada de *Telenomus sp.*

En una regresión cúbica para la frecuencia acumulada de emergencia de *Telenomus sp.* el 96,8% de emergencia de avispas está relacionada directamente con el tiempo, es decir a

medida que pasan los días se incrementa el número de adultos nacidos. Los datos obtenidos corroboran que el ciclo huevo-larva y pupa no supera los 55 días (Gráfico 3).

2. Capacidad de emergencia

Cuadro 7. Porcentaje de emergencia de *Telenomus sp.*

	Emergidos	No emergidos
	(%)	(%)
Media	87,0	13,0
S	11,6	11,6
CV%	13,3	89,2
Sx	3,7	3,7
"t" student		14,3
Probabilidad		0,0
Significancia		**

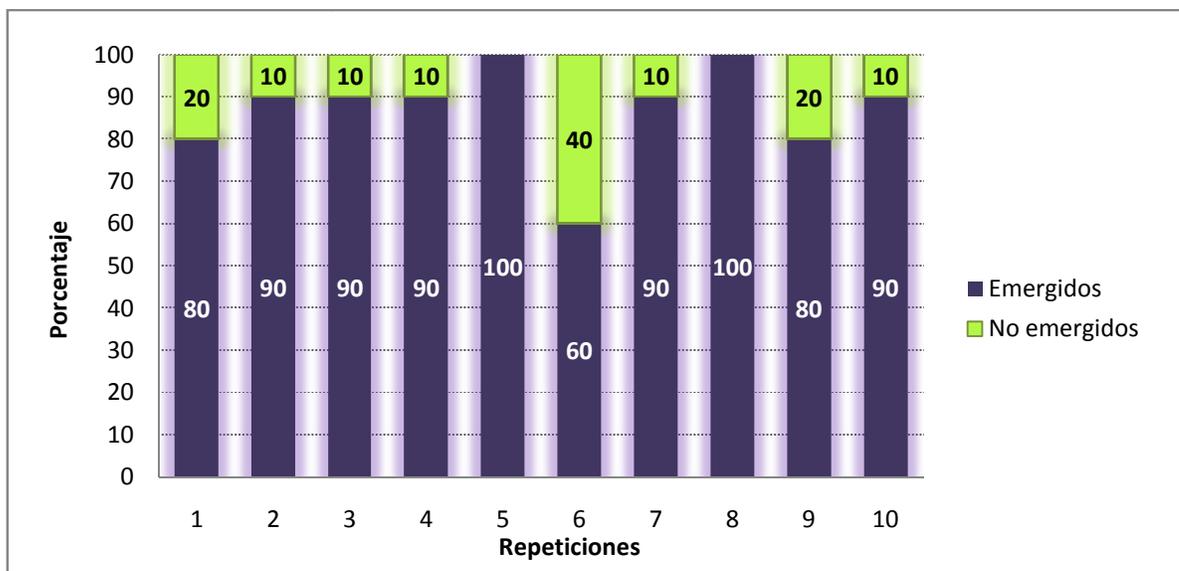


Gráfico 4. Porcentaje de emergencia de *Telenomus sp.*

En el Cuadro 7- Gráfico 4 se registran medias de capacidad de emergencia del 87% de parasitoides nacidos y del 13% para los no nacidos con un coeficiente de variación del 13,3% y 89,2% respectivamente. Resultados que al ser comparados con la prueba “t” Student muestran ser altamente significativos ya que las condiciones de laboratorio (temperatura y humedad relativa) fueron reguladas para propiciar un ambiente adecuado que permita alcanzar la máxima emergencia posible. Se presume que las avispas no emergidas hayan sido producto de huevos no parasitados o que no alcanzaron la madurez por limitaciones genéticas.

3. Capacidad de parasitoidismo

Cuadro 8. Capacidad de parasitoidismo de *Telenomus sp.*

	<u>Parasitados</u>		<u>No parasitados</u>
	(%)	Individuos	(%)
Media	80,8	32,4	19,3
S		5,1	5,1
CV%		6,4	26,7
Sx		1,6	1,6
"t" student		26,7	
Probabilidad		0,0	
Significancia		**	

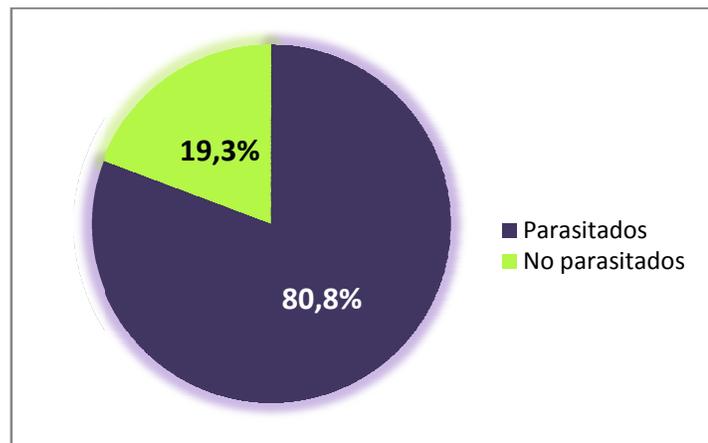


Gráfico 5. Capacidad de parasitoidismo de *Telenomus sp.*

El porcentaje de la capacidad parasitoidismo logrado en laboratorio fue del 81% y del 19% de no parasitados como se muestra en el Cuadro 8- Gráfico 5 con coeficientes de variación de 6,4% y 26,7% para cada uno. Al aplicar la prueba “t” Student el ensayo resultó ser altamente significativo siendo un excelente indicador de que la metodología empleada, tanto en condiciones de microambiente propiciadas en el laboratorio como la relación parasitoide/plaga, fue apropiada para la cría del parasitoide. La relación parasitoide/plaga empleada en este ensayo fue 1/5. Donde cada avispa de *Telenomus sp.* logra parasitar 32,4 huevos de *L. parvistrigata*.

4. Dimorfismo sexual

Cuadro 9. Dimorfismo sexual de *Telenomus sp.*

	Hembras (%)	Machos (%)
Media	66,7	33,3
S	18,0	18,0
CV %	27,0	54,1
Sx	6,0	5,4
x 0,05		3,8
x 0,01		6,6
Significancia		ns

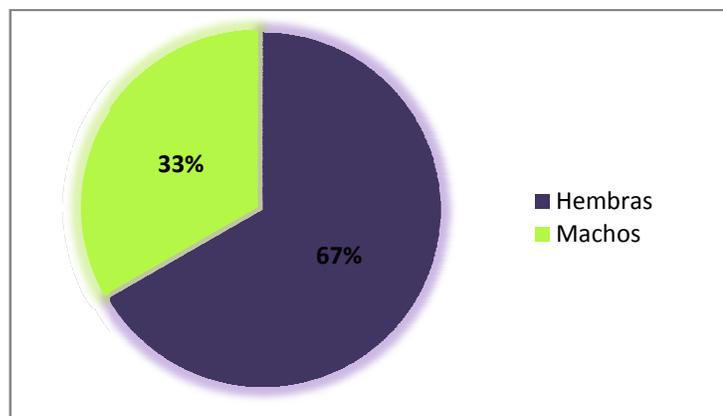


Gráfico 6. Dimorfismo sexual de *Telenomus sp.*

Mediante el análisis estadístico de dimorfismo sexual (Cuadro 9) se determinaron medias de 66,7% de adultos hembras y de 33,3% para adultos machos de *Telenomus sp.* y un coeficiente de variación de 27% y 54,1% correspondientemente. En la prueba del chi cuadrado “chi ²” para el porcentaje de hembras y machos del total de muestras analizadas se planteó lo siguiente: La mitad de adultos de *Telenomus sp.* son hembras y la otra mitad son machos. Resultado que chi cuadrado calculado es igual a 3,8 por lo que no se acepta el planteamiento anterior dado que el resultado de avispa hembras es mayor que las avispas machos.

5. Cría del hospedero a partir de estados intermedios

a. Obtención de pupas

Cuadro 10. Evolución en laboratorio de larvas de *L. parvistrigata* recolectadas

	Parasitadas	Muertas	Pupas	TOTAL (unidades)
Pequeñas	7	64	9	80
Medianas	17	70	45	132
Grandes	5	7	46	58
TOTAL				270

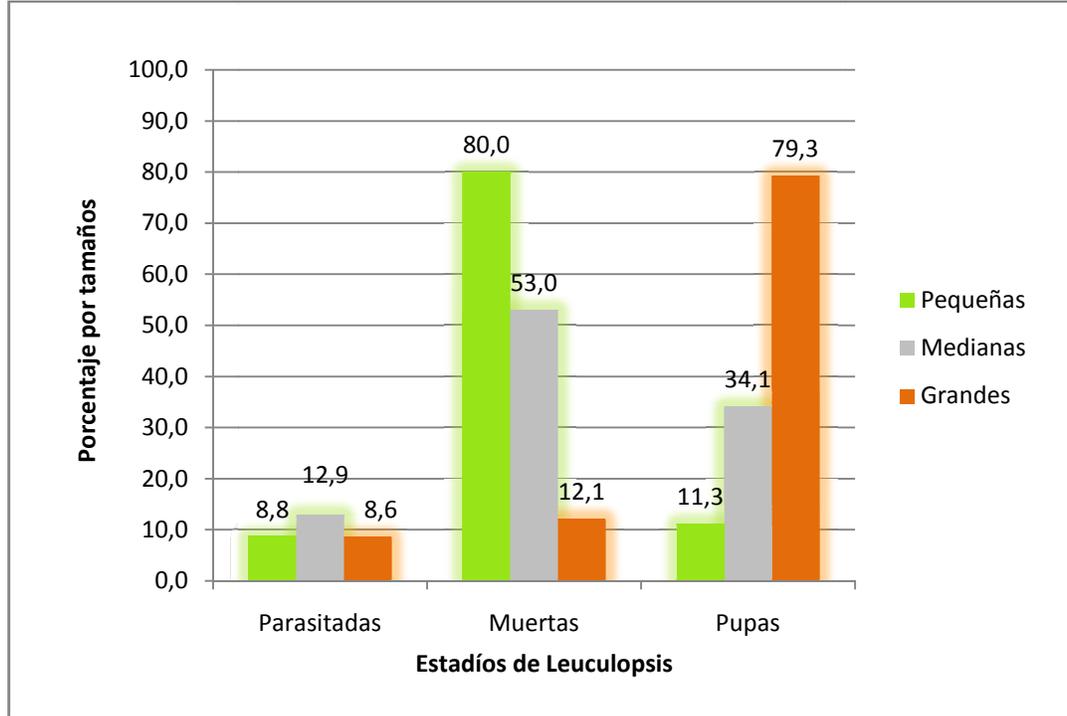


Gráfico 7. Comportamiento en laboratorio de larvas de *L. parvistrigata*

De acuerdo al análisis del comportamiento en laboratorio de la cría de larvas recolectadas (Cuadro 10 – Gráfico 7), en parasitación el mayor porcentaje se dio en larvas medianas con 12,9%, seguido de las larvas pequeñas con 8,8% sin existir mayor diferencia con las grandes que llegan al 8,6%. En cuanto a mortalidad se obtuvo el 80% para larvas pequeñas, el 53% para medianas y el 12,1% para las grandes; en consecuencia se obtuvo mayor formación de pupas al trabajar con larvas grandes dando el 79,3%, mientras que el 34,1% y el 11,3% resultó de las larvas medianas y pequeñas respectivamente.

Probablemente la razón de dicho comportamiento, en especial el de las larvas pequeñas, se deba al cambio brusco de las condiciones naturales en las que fueron recolectadas frente a las de laboratorio; de esta manera se confirma que los organismos más fuertes sobreviven, decir, las larvas medianas y grandes cumplieron en mayor proporción su ciclo de vida bajo las variaciones mencionadas.

Cuadro 11. Obtención de pupas a partir de estados intermedios de *L. parvistrigata* a través del tiempo

Tiempo empupamiento (días)	Tamaño larvas		
	Pequeñas 14,2mm	Medianas 22,6mm	Grandes 29,3mm
7	-	3	9
8	-	-	1
11	-	1	13
13	-	3	7
19	-	2	8
21	-	4	2
25	-	9	3
27	-	7	-
29	-	4	3
35	5	3	-
42	3	5	-
46	1	4	-
Tx empupamiento	42,5	25,4	17,8
TOTAL	9	45	46

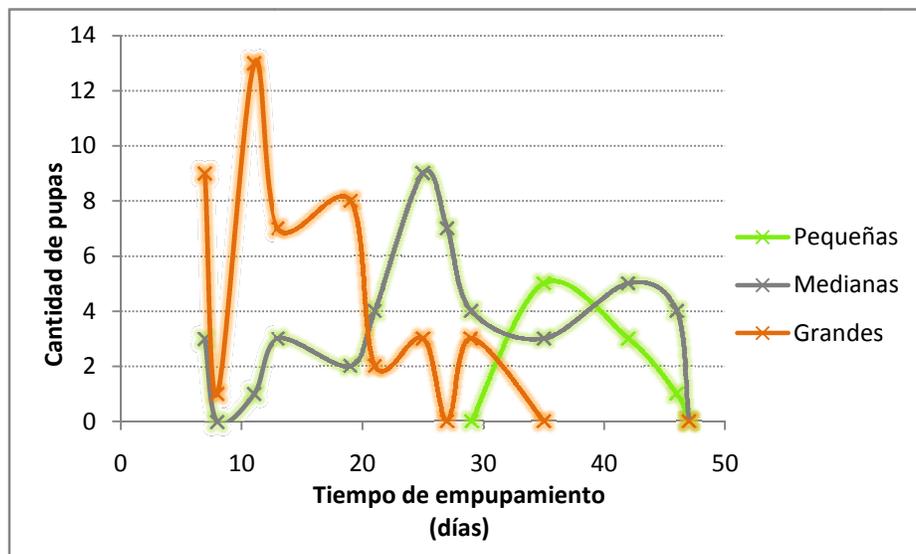


Gráfico 8. Pupas de *L. parvistrigata* obtenidas a partir de estados intermedios

Las larvas de *L. parvistrigata* recolectadas se clasificaron en 3 tamaños dando como resultados en promedio: pequeñas 12.4mm, medianas 22.6mm y grandes 29.3mm. El tiempo transcurrido desde la recolección de larvas hasta la formación de pupas (empupamiento) fue de 42.5 días para larvas pequeñas, 25.4 días para medianas y 17.8 días para grandes (Cuadro 11). En el Gráfico 8 se observa que en el día 11 se obtuvo mayor cantidad de pupas con 11 individuos procedentes de larvas grandes, para las larvas medianas el valor más sobresaliente se mostró a los 25 días con 9 individuos y finalmente para las larvas pequeñas fue el día 35 cuando se recogieron 5 individuos.

Estos resultados muestran que mientras mayor sea el tamaño de las larvas recolectadas es posible que incrementemos la cantidad de pupas ya que como consecuencia de su necesidad de sobrevivencia de su especie aceleran su ciclo de vida.

b. Emergencia de adultos de *Leucolopsis parvistrigata*

Cuadro 12. Tiempo y porcentaje de emergencia de adultos de *L. parvistrigata*

	Tiempo de emergencia (días)	Porcentaje de emergencia (%)
Media	32,2	95
T MAX	46,0	
T MIN	24,0	
S	7,89	8,5
CV %	24,5	8,9
Sx	2,49	2,7

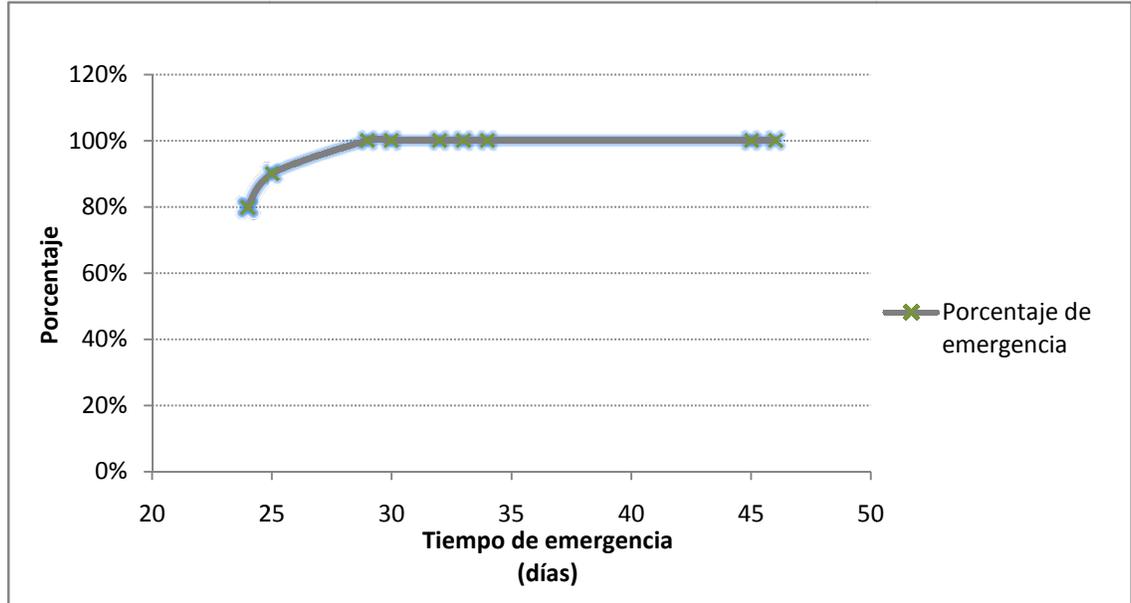


Gráfico 9. Porcentaje de emergencia de adultos de *L. parvistrigata* a través del tiempo

El Cuadro 12 – Gráfico 9 nos muestra que el tiempo promedio de emergencia de adultos de *L. parvistrigata* fue de 32,2 días desde la formación de pupas hasta la obtención de mariposas siendo los 24 días el mínimo y 46 días el máximo con el 95% de emergencia de individuos y un coeficiente de variación de 24,5%.

Los excelentes resultados que se lograron se deben a que es el estadio menos vulnerable del ciclo de vida de *L. parvistrigata* y esto facilita la cría del parasitoide así se dispone de mayor cantidad de huevecillos para trabajar. Según lo observado durante el desarrollo de esta investigación aproximadamente el 50% del total de pupas son hembras y el resto machos.

c. Obtención de oviposturas

Cuadro 13. Promedio de agrupaciones y oviposturas agrupadas de *L. parvistrigata*

	N° Agrupaciones	O. agrupadas
Promedio	1,3	33,8
S	0,5	22,6
CV %	36,3	66,9
Sx	0,1	5,5

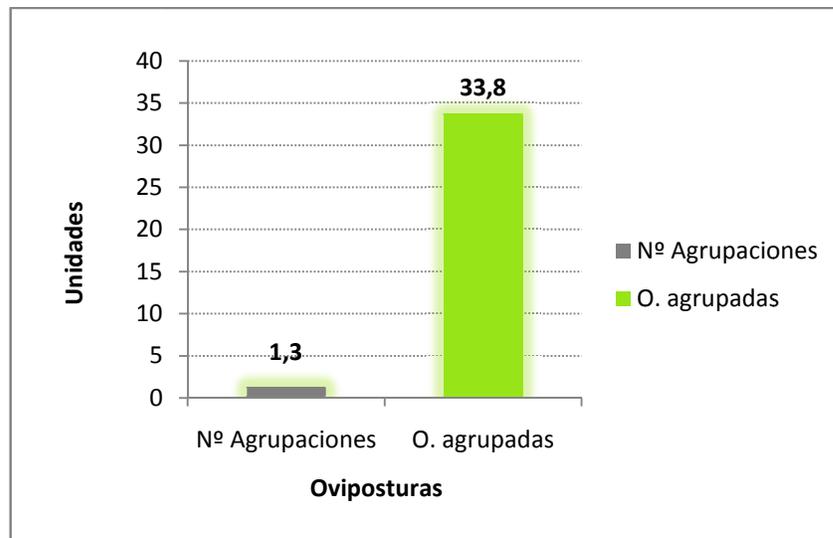


Gráfico 10. Promedio de agrupaciones y oviposturas agrupadas de *L. parvistrigata*

Se determinó que el número promedio de agrupaciones de oviposturas (manchas de huevos) por cada adulto hembra de *L. parvistrigata* fue de 1,3 con 33,8 huevecillos por cada una. El coeficiente de variación para las variables fue del 36,3% y 66,9% respectivamente. Las oviposturas que se encontraban dentro de los recipientes fueron depositadas en las áreas donde existía mayor incidencia de luz. Aproximadamente en 3 días se podían recolectar los huevecillos agrupados.

6. Cría del parasitoide

Cuadro 14. Cría de *Telenomus sp.* en base a datos registrados

HOSPEDERO	Recolección de larvas	Rupas formadas	Emergen	Mariposas Hembras	Ovipositoras recolectadas
	100	57	54	27	1191,3
PARASITOIDE	Cantidad necesaria de <i>Telenomus</i>	Emergen de adultos	Dimorfismo sexual	Total avispas obtenidas	
	37	1036	694	694	

El Cuadro 14 presenta un esquema de los resultados obtenidos durante toda la investigación que nos ayudarán a calcular la cantidad de necesaria de materiales para producir el total de individuos deseados de *Telenomus sp.* y el tiempo aproximado en el que obtendremos adultos del parasitoide.

En el ejemplo se demuestra que a partir de la recolección de 100 larvas grandes y medianas se logran obtener 694 adultos hembras de *Telenomus sp.* en un lapso de tiempo de 123 días, es decir que durante todo el año se pueden completar 3 ciclos de cría consecutivamente.

C. EFICACIA DE PARASITOIDISMO DE *Telenomus sp.* SOBRE LA PLAGA DE PINO, *Leucolopsis parvistrigata*

Cuadro 15. Prueba de Tukey al 5% para la eficacia de parasitoidismo de *Telenomus sp.* sobre huevos de *L. parvistrigata*

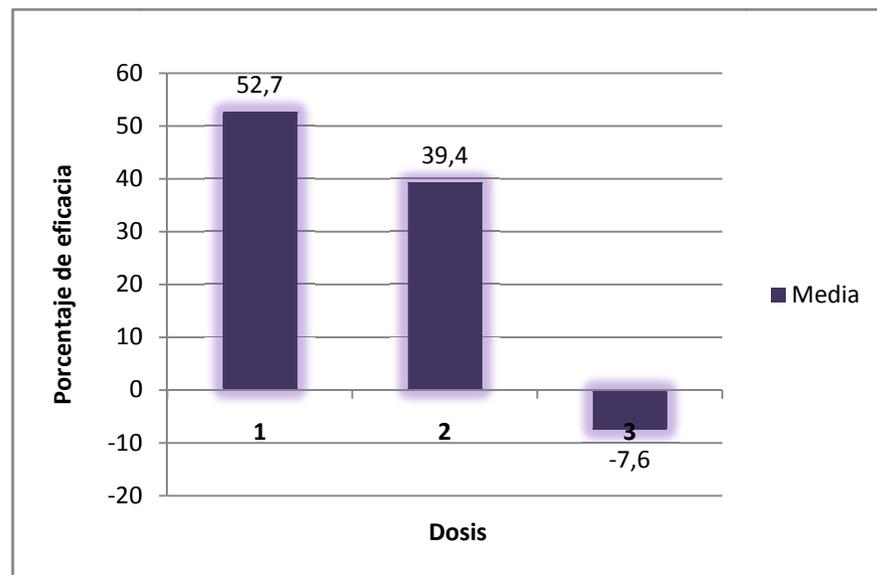
F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher			Significancia
				Cal	0,05	0,01	
Repeticiones	2	3788,8	1894,4	10,0	3,6	6,0	**
Dosis (A)	2	18053,6	9026,8	47,7	3,6	6,0	**
Distancia (B)	2	2683,8	1341,9	7,1	3,6	6,0	**
Int. AB	4	986,1	246,5	1,3	2,9	4,6	ns
Ts vs Resto	1	2137,0	2137,0	11,3	4,4	8,3	**
Error	18	3407,9	189,3				
Total	29	31057,1					
Media			25,3				
CV %			54,3				

Al realizar la prueba de Tukey al 5% se registró un promedio de 25,3% de presencia de huevos parasitados por efecto de la liberación de *Telenomus sp.* con un coeficiente de variación de 54,3 % al realizar el análisis de varianza. Además se encontraron diferencias altamente significativas para: las dosis, las distancias y al contrastar los factores en estudio versus el tratamiento control, mientras que la interacción AB resultó no significativa.

Tanto las dosis como las distancias de liberación pueden ser empleadas independientemente una de la otra ya que al combinarlas los efectos son muy similares. Al comparar los resultados de parasitoidismo en campo con los de laboratorio notamos grandes diferencias y esto se debe a que las condiciones ambientales en las plantaciones no pueden ser controladas de acuerdo a nuestra conveniencia como sucede en el segundo caso.

Cuadro 16. Separación de medias para las dosis aplicadas en la liberación de *Telenomus sp.*

Dosis	Media	Rango
1	52,7	a
2	39,4	a
3	-7,6	b

Gráfico 11. Eficacia de *Telenomus sp.* sobre *L. parvistrigata* por dosis de liberación

Según la separación de medias para el factor A (Cuadro 16-Gráfico 11) encontramos que las dosis 1 y 2 se ubican dentro del rango “a” con valores de 52,7% y 39,4% cada una, mientras que la dosis 3 está dentro del rango “b” con un -7,6%.

La utilización de un parasitoide en relación a quince oviposturas de *L. parvistrigata* permitió registrar -7,6% de huevos parasitados, valor que difiere significativamente de las dosis 1 y 2, puesto que con ellas se alcanzó 57,2% y 39,4% de huevos parasitados, esto posiblemente se deba a que a mayor dosis se controla mejor la presencia de la plaga.

Cuadro 17. Prueba de Tukey al 5% para las distancias aplicadas en la liberación de *Telenomus sp.*

Distancia	Media	Rango
1	34,9	a
2	35,4	a
3	14,0	b

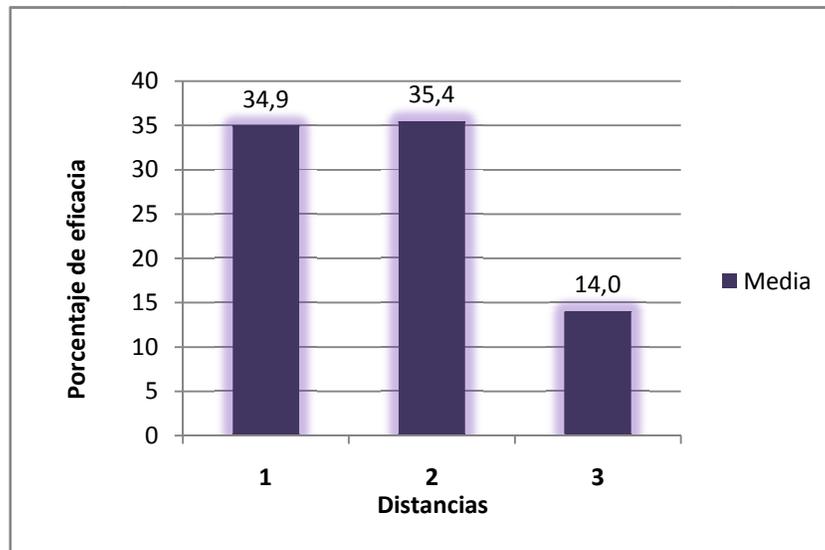


Gráfico 12. Eficacia de *Telenomus sp.* sobre *L. parvistrigata* por distancias de liberación

De acuerdo con la separación de medias para el factor B (Cuadro 17-Gráfico 12) los resultados para las distancias de liberación fueron: distancia 1 con una media de 34,9% y distancia 2 con 35,4% como promedio se encuentran dentro del rango “a” a diferencia de la dosis 3 que pertenece al rango “b” con 14% de parasitoidismo como media.

Las distancias que mejores resultados arrojaron fueron la uno y dos, a 5m y a 10m; sin embargo, a pesar de que en la distancia tres hubo menor parasitoidismo (14%) *Telenomus sp.* siguió teniendo efecto sobre *L. parvistrigata* ya que posiblemente el viento pudo desplazarlas hasta esa distancia.

VI. CONCLUSIONES

- A. En el ciclo natural de *Telenomus sp.* se obtuvo el 60,8% de parasitoidismo en condiciones ambientales naturales de 10°C de temperatura y 75mm de precipitación.
- B. Las liberaciones de *Telenomus sp.* realizadas en esta investigación resultaron ser efectivas en un 25,3% sobre el control de huevos de *L. parvistrigata* siendo menor al control natural determinado, sin embargo, si a dicho porcentaje de efectividad se suma el obtenido de las liberaciones el control de la plaga se podría incrementar a un 86,1% logrando mayor efectividad.
- C. Se determinó que el porcentaje de parasitoidismo natural es mucho mayor que el porcentaje de control obtenido del ensayo ya que las condiciones climáticas favorecieron al primero.
- D. La cría a nivel de laboratorio de *Telenomus sp.* tuvo una capacidad de emergencia del 87% (individuos nacidos) en un tiempo promedio de 49 días iniciando este proceso el día 43 para finalizarlo a los 55 días. Se obtuvo mayor cantidad de individuos emergidos a los 51 días con el 39,1% de adultos emergidos.
- E. La relación 1:40 (una avispa por cada 5 huevos suministrados diariamente) empleada en laboratorio dio buenos resultados ya que en promedio el 81% de las oviposturas fueron parasitados donde cada avispa parasitó 32,4 huevecillos.
- F. La presencia de hembras en relación a machos fue de 2:1, valor que debe considerarse en la cría del parasitoide.
- G. El mayor porcentaje de empupamiento se obtuvo de la recolección de larvas grandes con un 79,3% mientras que las larvas pequeñas alcanzaron apenas el 8,6%. Es decir que el trabajo debe enfocarse a la recolección de larvas grandes.

- H. Los adultos de *L. parvistrigata* emergen a los 32,2 días y ovipositan en promedio 44 huevecillos que pueden ser utilizados para la cría masiva de *Telenomus sp.*
- I. La liberación de *Telenomus sp.* disminuye la población de huevos de *L. parvistrigata* en un 25,3%.
- J. Las dosis de liberación que mejor resultado dieron son de: 1/5 y 1/10 con el 52,7% y 39,4% respectivamente al compararlas con el testigo. Mientras que la dosis tres: 1/15 no tuvo ninguna influencia en el control de la plaga.
- K. En cuanto a distancias de liberación del parasitoide las tres tuvieron efecto sobre *L. parvistrigata* pero la segunda: 10m resultó tener mayor parasitación con 35,4%.

VII. RECOMENDACIONES

- A. Es común observar larvas en los árboles pequeños que se encuentran debajo de árboles adultos (plus), este dato es muy importante al momento de realizar las recolecciones cuando los niveles e infestación a nivel general son muy bajos.
- B. Para la cría del hospedero se deben recolectar los individuos que mejor aspecto tengan, es decir, las más vigorosas y de coloración saludable.
- C. Se debe considerar otros criterios para la liberación del controlador biológico como la época y la dinámica poblacional de la plaga ya que el parasitoide se desarrolla mejor en épocas de transición y en épocas secas.
- D. Realizar pruebas con dosis y distancias mayores de liberación y combinaciones diferentes a las empleadas en la presente investigación.
- E. Realizar ensayos con liberaciones secuenciales de *Telenomus sp.*
- F. Determinar y comparar los costos de control con *Telenomus sp.* frente a otras prácticas de control de *Leucolopsis parvistrigata*.
- G. Durante la investigación se observaron varios rodales infestados con *Dothistroma sp.* presuntamente este hongo penetró mediante las heridas provocadas por *L. parvistrigata* por lo que se recomienda realizar un manejo integral de la plaga donde se pueda controlar los diferentes estadios de su ciclo de vida para evitar la propagación de *Dothistroma sp.*

VIII. RESUMEN

La presente investigación propone: evaluar la eficacia de *Telenomus sp.* como controlador de *Leucolopsis parvistrigata* en una plantación de *Pinus radiata* en la Parroquia Lasso, provincia de Cotopaxi, con tres dosis y tres distancias de liberación. Se emplearon acículas frescas de pino, larvas de *L. parvistrigata*, envases de oviposición, adultos de *Telenomus sp.*, Hobo, jaulas de cría y materiales de laboratorio. Se aplicó un diseño experimental BCA con arreglo bifactorial donde el factor A fueron las dosis aplicadas y el factor B las distancias de liberación con sus respectivas interacciones; además se realizó la prueba de Tukey al 5% y el ADEVA para cada ensayo. Resultando que las liberaciones de *Telenomus sp.* fueron efectivas en un 25,3% sobre el control de huevos de *L. parvistrigata* siendo menor al 60,8% del control natural determinado. No existieron diferencias significativas en las interacciones. Las dosis de liberación que mejor resultado arrojaron fueron de: 1/5 y 1/10 con el 52,7% y 39,4% respectivamente al compararlas con el testigo. Mientras que la dosis tres: 1/15 no tuvo ninguna influencia en el control de la plaga. En cuanto a distancias de liberación las tres tuvieron efecto sobre *L. parvistrigata* pero la segunda: 10m resultó tener mayor parasitación con 35,4% mientras que a 5m se obtuvo 34,9% y para los 15m apenas alcanza el 14%. Concluyendo que se pueden aplicar las dosis 1:5 y 1:10 a distancias de 5m y 10m independientemente una de otra. Se recomienda realizar ensayos con otras dosis y distancias mayores de liberación y combinaciones diferentes a las de esta investigación en diferentes estaciones del año.

IX. SUMMARY

To evaluate the efficiency of *Telenomus sp.* as a controller of *Leucolopsis parvistrigata* in a plantation of *Pinus radiata* in Lasso parish, Cotopaxi province is the proposal of this research work, with three doses and three liberating distances. Fresh pine aciculae, larvae of *L. parvistrigata*, oviposition containers, adults of *Telenomus sp.*, Hobo, jars of newborns and laboratory materials were employed. An experimental design ACB with bifactorial arrangement was applied where the applied doses were factor A and liberating distances for factor B with their interactions; besides, Tukey test was carried out at 5% and ADEVA for each essay. The results were: liberations of *Telenomus sp.*, were more effective in a 25,3% over eggs control of *L. parvistrigata* being less than 60,8% of natural control. There were no significant differences on interactions. Doses of liberation with better results were 1/5 and 1/10 with 52,7% and 39,4% compared to the witness. Whereas doses there: 1/5 did not have any influence on the plague control. As far distances of liberation are concerned, the three of them had an effect on *L. parvistrigata* but the second one: 10m resulted with more parasites in a 35,4% while at 5m the result was 39,9%, and for 15m 14%. As a conclusion, doses 1:5 and 1:10 at distances of 5m and 10m can be applied. It is recommended to make essays with other doses and distances of more liberation and different combinations in different seasons of the year.

X. BIBLIOGRAFÍA

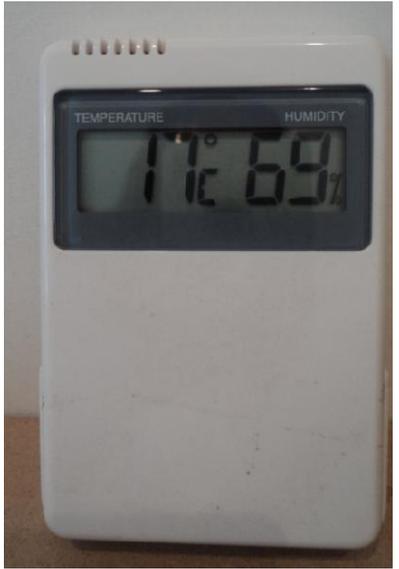
1. ALTIERI, M. A. 1994. Biodiversity and pest management in agroecosystems. Haworth Press, N.Y. 185 p.
2. ARCE, M. Y NEDER, E. 1990. “Bosques y Desarrollo”. Revista, artículo “El Molle, Insectos dañinos y Benéficos”. 22-23 pp.
3. ARROYO, M. 2004. “Metodología de cría del Lepidóptero *Leucolopsis parvistrigata* y sus Parásitos”. Información Unidad de Control Forestal Aglomerados Cotopaxi.
4. DEBACH, P. AND D. ROSEN. 1991. Biological control by natural enemies. Cambridge University Press, Cambridge. 440 p.
5. COULSON, R. Y WITTER, J. 1990. “Entomología Forestal: Ecología y Control”. México. Limusa. 303 p.
6. FERNÁNDEZ, A. & SARMIENTO, A. 2004. “El Pino radiata”. Manual de gestión forestal sostenible.
7. GARA Y ONORE. Entomología Forestal. Quito - Ecuador.
8. INEFAN. Inventario de Plantaciones. PLANFOR. Dirección Nacional Forestal. Quito, Ecuador. 1995.
9. JIJÓN, G. 1984. “Gusano medidor de las acículas de Pino”. Folleto divulgativo.
10. MARIÑO F., A. 2007. “Ciclo biológico y cría del parasitoide de huevos (Himenóptera: Scelinidae) del medidor de Pino *Cargolia* sp”. 16 - 21pp.

11. MARIÑO F., A. 2009. “Conozcamos a *Cargolia* sp. y los métodos de control para proteger nuestras plantaciones”. PROFAFOR S.A. y Facultad de Recursos Naturales, ESPOCH.
12. PROFAFOR, 2009. “Plagas de *Pinus radiata*”. Folleto divulgativo.
13. PAPAVIDAS, G. C. 1981. Biological control in crop production. Beltsville Symposia in Agricultural Research. Allanheld, Osmun Pub. London. 461 p.
14. PINZÓN O. Ed. 1997. Guía de insectos dañinos en plantaciones forestales. Convenio CONIF-Min. Ambiente-BIRF
15. PRICE, P. W. 1981. Semiochemicals in evolutionary time. In: Semiochemicals: Their role in pest control. pp: 251-279. D. A. Nordlund, R. L. Jones and W. J. Lewis. eds. J. Wiley & Sons, NY.
16. PROAÑO, D. 2005. Estudio de tendencias y perspectivas del Sector Forestal en América Latina Documento de Trabajo. Informe Nacional Ecuador.
17. RODAS, C. 1997. En línea: [www.mundoecologia.com/El Lado Oscuro de las Mariposas](http://www.mundoecologia.com/El_Lado_Oscuro_de_las_Mariposas).
18. VINUEZA, M. 2001. El Bosque en el Ecuador, Una visión Transformadora.
19. WOOLFSON, A. 1987. “Estudio de la biología de *Leucolopsis parvistrigata* (Lepidóptera, Geometridae), plaga de *Pinus radiata*”. Resumen Tesis.
20. www.agroeco.org
21. www.fao.org/forestry

22. www.krispyyamaguchy.blogspot.com
23. www.plagasydesinfeccion.com
24. www.sapiens.net
25. www.sica.gov.ec
26. www.wikipedia.org

XI. ANEXOS

Anexo 1. Equipos empleados en la investigación

 A white, rectangular Onset HOBO data logger. The top left corner features the 'onset' logo. Below it is a grid of small circular holes. At the bottom, the text 'HOBO® data logger temp/RH' is printed.	 A white digital hydro-thermometer with a black LCD screen. The screen displays '17°C' under the 'TEMPERATURE' label and '69%' under the 'HUMIDITY' label. There are small indicator lights above the screen.	 A white stereomicroscope with a black eyepiece and objective lenses. It is positioned on a light-colored surface, and a circular object is visible on the stage.
<p>HOBO</p>	<p>HIDRO-TERMÓMETRO</p>	<p>ESTEREOSCOPIO</p>

Anexo 2. Larvas recolectadas en campo**Anexo 3. Clasificación de larvas recolectadas según el tamaño**

Anexo 4. Jaulas de cría del hospedero a partir de estados intermedios**Anexo 5.** Obtención de pupas

Anexo 6. Adultos de *Leucolopsis parvistrigata* y obtención de huevecillos

	
ENVASES DE OVIPOSICIÓN	ADULTOS ALIMENTADOS CON MIEL Y AGUA DESTILADA
	
HUEVECILLOS DE <i>L. parvistrigata</i>	
	
HEMBRAS: antenas filiformes	MACHOS: antenas plumosas

Anexo 7. *Telenomus sp.* parasitando huevos de *L. parvistrigata*



ADULTO DE *Telenomus sp.* PARASITANDO HUEVOS FRESCOS

Anexo 8. Aspecto de huevos parasitados y no parasitados



HUEVOS PARASITADOS



HUEVOS NO PARASITADOS

Anexo 9. Liberación de *Telenomus* sp.**ENVASES DE LIBERACIÓN****CENTRO DE LA PARCELA**

Anexo 10. Datos de humedad y temperatura registrados con Hobo en laboratorio durante el proceso de cría de *Telenomus sp.*

FECHA	T°	HR
03/12/2010	16	67
04/12/2010	14	74
05/12/2010	14	79
06/12/2010	15	74
07/12/2010	15	77
08/12/2010	14	78
09/12/2010	13	79
10/12/2010	14	76
11/12/2010	14	80
12/12/2010	14	81
13/12/2010	14	80
14/12/2010	15	76
15/12/2010	14	76
17/12/2010	15	75
18/12/2010	13	78
19/12/2010	13	83
20/12/2010	14	79
21/12/2010	15	77
22/12/2010	15	75
23/12/2010	15	76
24/12/2010	14	76
25/12/2010	14	76
26/12/2010	14	77
27/12/2010	15	76
28/12/2010	15	75
29/12/2010	15	74
30/12/2010	15	72
31/12/2010	15	70
01/01/2011	16	69
02/01/2011	16	68
03/01/2011	15	74
04/01/2011	14	75
05/01/2011	14	76
06/01/2011	14	75
07/01/2011	13	77

FECHA	T°	HR
08/01/2011	13	78
09/01/2011	13	79
10/01/2011	14	78
11/01/2011	15	77
12/01/2011	15	76
13/01/2011	17	76
14/01/2011	16	84
15/01/2011	16	83
16/01/2011	16	76
17/01/2011	16	74
18/01/2011	14	83
19/01/2011	15	81
20/01/2011	16	79
21/01/2011	15	80
22/01/2011	15	82
23/01/2011	14	82
24/01/2011	16	74
25/01/2011	16	77
26/01/2011	15	79
27/01/2011	15	77
28/01/2011	14	80
PROM	15	77
MAX	17	84
MIN	13	67

Anexo 11. Interacción Plaga-Clima durante los años 2009 y 2010

(Monitoreo Control e Investigación Forestal-Aglomerados Cotopaxi)

