

Establecimiento de *Orgilus obscurator* y niveles de parasitismo sobre *Rhyacionia buoliana* entre la Séptima y Décima Regiones de Chile*

Establishment by *Orgilus obscurator* and level of parasitism over *Rhyacionia buoliana* between the Seventh and Tenth Regions of Chile

DOLLY LANFRANCO, SANDRA IDE

Instituto de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile. E-mail: dlanfran@uach.cl; side@uach.cl

SUMMARY

During 1995 and 1996, the levels of establishment and parasitism by *Orgilus obscurator* Ness. were evaluated. An increase in *Rhyacionia buoliana* population density and a decrease in parasitism levels by *O. obscurator* from southern to northern provinces were detected. The best parasitism results were found in the Xth Region, together with the lowest populations of *R. buoliana*. The VIIIth Region, which has the main concentration of pine resources, currently exhibits the greatest problem, as the parasite populations are high (over 10,000 larvae per hectare). The percentages of parasitoid establishment were 35% in 1995 and 24% in 1996. In the same region, parasitism values fluctuate between an average of 1% and 11%. A statistical analysis found significant differences depending on the inoculation tactics and the date when they were implemented. Better results were obtained with implanted parasite larvae, principally those released several years ago.

Key words: *Orgilus obscurator*, parasitism, *Rhyacionia buoliana*, population density, Chile.

RESUMEN

Se evaluaron, en 1995 y 1996, los niveles de establecimiento y parasitismo alcanzados por *Orgilus obscurator* Ness., entre la Séptima y Décima Regiones del país. Se determinaron un aumento de la densidad poblacional de *Rhyacionia buoliana* de sur a norte y una disminución de los niveles de parasitismo en esa misma dirección. Los mejores resultados de parasitación se encontraron en la Décima Región, junto con las más bajas densidades poblacionales de *R. buoliana*. La Octava Región, que concentra el mayor porcentaje del recurso pino, es la que presenta los mayores problemas, puesto que las densidades poblacionales de *R. buoliana* son muy altas (mayor a 10.000 larvas promedio por hectárea); los porcentajes de establecimiento del parasitoide comprenden un 35% de los predios en 1995 y un 24% en 1996 y los valores de parasitismo fluctúan en promedio de un 1 a un 11%. El análisis estadístico determinó diferencias significativas entre formas de inoculación y año de inoculación. Los mejores resultados se presentaron en la modalidad de implante con data más antigua.

Palabras claves: *Orgilus obscurator*, parasitismo, *Rhyacionia buoliana*, densidad poblacional, Chile.

INTRODUCCION

El patrimonio nacional en plantaciones de rápido crecimiento, mayoritariamente de *Pinus radiata* D. Don, que alcanza a 1.437.520 ha al año 1998 (INFOR 1999), ha permitido que el sector forestal

se constituya en un área económica importante en el país.

Hasta 1985 las plantaciones en Chile estaban libres de insectos de importancia y así la sanidad del recurso era una fortaleza para el sector. Sin embargo, ese año fue detectada *Rhyacionia*

* Proyecto financiado por CPF. S.A. (1995) y Comité Nacional de Sanidad Forestal (1996).

buoliana (Lepidoptera:tortricidae), especie que alcanzó rápidamente una gran adaptabilidad biológica, lo que le permitió en cerca de 12 años abarcar toda el área de distribución de *P. radiata*, desde la Quinta a la Décima regiones. Es así como el sector forestal chileno se enfrentó, por primera vez, con una especie que podría tener una incidencia importante en la sanidad del recurso y por ende en la productividad y calidad de las plantaciones forestales (Lanfranco *et al.* 1994, 1996; Alzamora *et al.* 1996).

La opción del control biológico para combatir a *R. buoliana* fue una decisión tomada hace más de una década. En 1987 se introdujo *Orgilus obscurator* (Hymenoptera: Braconidae), tarea realizada por el Ministerio de Agricultura a través del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA). *O. obscurator* llegó a Chile recomendado por científicos europeos de dilatada trayectoria, y precedido de una lista de atributos tales como especificidad, búsqueda eficiente de la presa, capacidad de marcar la larva parasitada, perfecta sincronización con la disponibilidad de su presa y, además, con la ventaja de que no presentaría enemigos naturales (Miller 1967, Cisternas y Villagra, 1995, Zúñiga y Lobos 1988, Smith 1994, Lanfranco e Ide 1997, 1998). Vencidas las limitaciones técnicas y biológicas iniciales, el parasitoide fue liberado como adulto (preferentemente hembras fecundadas en laboratorio) o implantado como larva en el interior de su hospedero.

La tecnología utilizada por el INIA fue traspasada a las empresas forestales, las que crearon sus propios laboratorios de crianza. En la actualidad existen miles de puntos de liberación y/o implante en una planificada red a través de casi todo el territorio cubierto con *P. radiata*, esto considerando sólo lo que han realizado las empresas. La Corporación Nacional Forestal (CONAF), por otro lado, ha prestado asesoría técnica a los pequeños y medianos propietarios, realizando liberaciones o implantando el parasitoide en una mayor proporción en predios pertenecientes a los pequeños propietarios y en menor proporción a los medianos propietarios. Sobre los niveles de establecimiento y porcentajes de parasitismo alcanzados por *O. obscurator*, se ha publicado poco. Bajo este marco es que en los años 1995 y 1996 se realizaron evaluaciones de *O. obscurator* para conocer ambos indicadores, tarea emprendida por el INIA y la Universidad Austral de Chile (UACH). En este

trabajo se dan a conocer los resultados obtenidos solamente por la Universidad, en esos dos años. Se incorporan también a la discusión los resultados obtenidos tanto por CONAF como la Empresa Controladora de Plagas Forestales (CPF. S.A.) y Bioforest S. A. en evaluaciones más recientes, a fin de enriquecerla y proyectarla en el corto y largo plazo. Dentro de este contexto los objetivos que se plantean en este estudio son:

- Determinar el establecimiento de *O. obscurator*.
- Evaluar las tasas de parasitismo, según tipo y año de inoculación del parasitoide desde la Séptima a la Décima regiones.
- Evaluar la densidad poblacional de *R. buoliana* parasitoide en las cuatro regiones en estudio.

MATERIAL Y METODOS

Antecedentes de los puntos de muestreo: El estudio de la UACH fue realizado en los años 1995 y 1996, en cuatro regiones de Chile, desde la Séptima a la Décima.

En cada temporada se procedió a seleccionar 50 puntos de muestreo, conforme a algunos criterios acordados entre la CPF. S.A. y los ejecutores del estudio. Estos criterios fueron:

- Puntos de muestreo dentro del área de distribución de *R. buoliana*.
- Liberaciones y/o implantes de *O. obscurator* realizados entre 1990 y 1994.
- Plantaciones de *P. radiata* establecidas entre 1989 y 1993.

En el cuadro 1 se presenta el número de liberaciones e implantes evaluados por región. Se puede apreciar que el mayor esfuerzo de muestreo se concentró en la Octava y Novena Regiones.

En general, se puede indicar que en la época en que se realizaron los estudios no existía una definición clara del número de larvas a implantar o el número de adultos a liberar, por lo que cada empresa decidía cuánto y cómo inocular el parasitoide. En los lugares donde se hicieron las evaluaciones, el número de larvas implantadas varió entre 84 y 600 larvas por punto, y se liberaban adultos tanto machos como hembras (en general 5 y 5), situación que ahora ha variado ya que se recomienda liberar principalmente hembras fecundadas (entre 10 a 20).

CUADRO 1

Número de puntos de muestreo en 1995 y 1996 (liberación e implante por región y año)*
 Number of sampling points in 1995 and 1996. Inoculations per region and year.

Año 1995										
Region	Liberación				Implante					
	1992	1993	1994	Total	1990	1991	1992	1993	1994	Total
VII	0	–	2	2	–	–	–	–	–	–
VIII	6	3	1	10		2	–	5	3	10
IX	4	2	3	9	–		3	4	2	9
X	–	1	6	7		1	–	1	1	3
Total				28						22
Año 1996										
VII	–	–	6	6	–	–	–	–	1	1
VIII	5	6	1	12	–		1	4	4	9
IX	4	2	–	6	2	2	2	4	–	10
X	–	–	3	3	–		–	–	3	3
Total				27						23

* Datos proporcionados por CPF S.A.

Determinación de la densidad poblacional de R. buoliana: En cada punto de muestreo se utilizó una muestra compuesta de cinco árboles, elegidos al azar por medio de muestreo. Cada árbol fue estratificado según altura y condición de copa, así en aquellos sitios donde los árboles presentaban toda la copa viva, con una altura superior a los tres metros se les dividió en tres estratos, en aquellos sitios donde los árboles eran pequeños (menos de 3 metros) o que presentaban poda, sólo se consideraron dos estratos y se tomó una muestra única en aquellas localidades en que los árboles presentaban más de 10 metros de altura y presentaban el estrato inferior muerto o podado. Sin embargo, cabe indicar que ya sea que el árbol fuera dividido en un o dos o tres estratos, siempre se les extrajeron cuatro ramillas por estrato, cuantificándoles el número total de yemas o brotes, el número de brotes infestados y número de larvas vivas y

muertas. Estos datos se correlacionaron con el número total de yemas o brotes por estrato de un árbol del rodal, establecidos mediante un censo (Lanfranco e Ide 1998).

Determinación del establecimiento y niveles de parasitismo de O. obscurator: Se procedió a extraer un mínimo de 100 brotes infestados (más un 30% adicional) por punto de muestreo, pero en aquellos sitios donde la densidad poblacional de R. buoliana era muy baja se optó por muestrear por un tiempo máximo de 2 horas. Para la obtención de los brotes, se recorrió el área cercana al punto de liberación o implante, extrayendo sólo tres a cuatro brotes infestados por árbol de forma de asegurar que la muestra no se concentrara en unos pocos árboles. Para ello se procedió a efectuar las recolecciones según la distribución que se muestra en el cuadro 2, lo que fue seguido como norma durante el período de muestreo.

CUADRO 2

Porcentaje de muestras extraídas por estrato según las distintas situaciones arbóreas.
Percentage of samples per tree strata.

Situación arbórea	Proporción de muestra por estrato (%)			
	Muestra única	Superior	Medio	Inferior
Con tres estratos vivos		35	50	15
Con dos estratos vivos (árboles pequeños o estrato inferior podado)		50	50	
Con un estrato (árboles grandes, con estrato inferior muerto o podado)	100			

Las larvas extraídas de los brotes fueron fijadas en alcohol etílico (70%), para realizar disecciones localidad por localidad y determinar la presencia y frecuencia de *O. obscurator*. Los datos obtenidos de las disecciones fueron sometidos a un test estadístico no paramétrico (Kruskal-Wallis) con el fin de determinar la existencia de diferencias significativas entre localidades, forma y año de inoculación por región.

Caracterización del sotobosque: En 1995 se realizaron colectas para determinar la composición florística del sotobosque en los puntos de muestreo, y así poder detectar algunas especies de flores útiles a los adultos del parasitoides, para mantenerse más tiempo en el ambiente y así poder expresar todo su potencial reproductivo. En cada punto de muestreo se procedió a tomar una muestra de todas las plantas con flores presentes en el sotobosque, las que fueron llevadas a laboratorio para su herborización e identificación.

RESULTADOS

Como una forma de facilitar la comprensión de los resultados, éstos serán entregados por región y año de evaluación.

SEPTIMA REGION

En 1995 se muestrearon dos localidades y en 1996, siete. En 1995, en ambas localidades, la den-

sidad de *R. buoliana* fue cero. En tanto la colecta de brotes para determinar niveles de parasitismo fue muy difícil de realizar. Debido a la escasa presencia de *R. buoliana* en el sector sólo se logró recolectar 52 larvas de *R. buoliana* en una localidad y 24 en la otra. En una sola de las dos localidades muestreadas se detectó *O. obscurator* con un nivel de parasitismo de 4,2%. Ambas localidades fueron inoculadas con *O. obscurator* en el año 1994 y al momento del muestreo las plantaciones tenían entre 3 y 4 años de edad. La escasa presencia de *R. buoliana* a esa fecha se debió a que esta especie estaba recién comenzando a colonizar la región. Sin embargo, en un estudio realizado en 1998 por Pérez (1999) se detectaron densidades de 25.161 larvas/ha, lo que indica que *R. buoliana* se ha establecido exitosamente en el área.

En la figura 1 a y b se observan los resultados obtenidos en el año 1996. En todas las localidades donde se detectó *R. buoliana* (6 localidades), las densidades poblacionales fueron superiores a 10.000 larvas/ha. El máximo detectado fue de 48.500 larvas/ha, en el predio Digua las Tablas (año de plantación 1991). Sin embargo, sólo en dos de los siete puntos de muestreo se detectó la presencia de *O. obscurator*, aunque con valores muy bajos de parasitismo (1,4 y 1,1%). La inoculación (liberación e implante) a todos los predios muestreados fue realizada en 1994 y las edades de plantación variaron entre cuatro y siete años. Debido a la escasa cantidad de localidades muestreadas, no fue factible realizar un análisis estadístico.

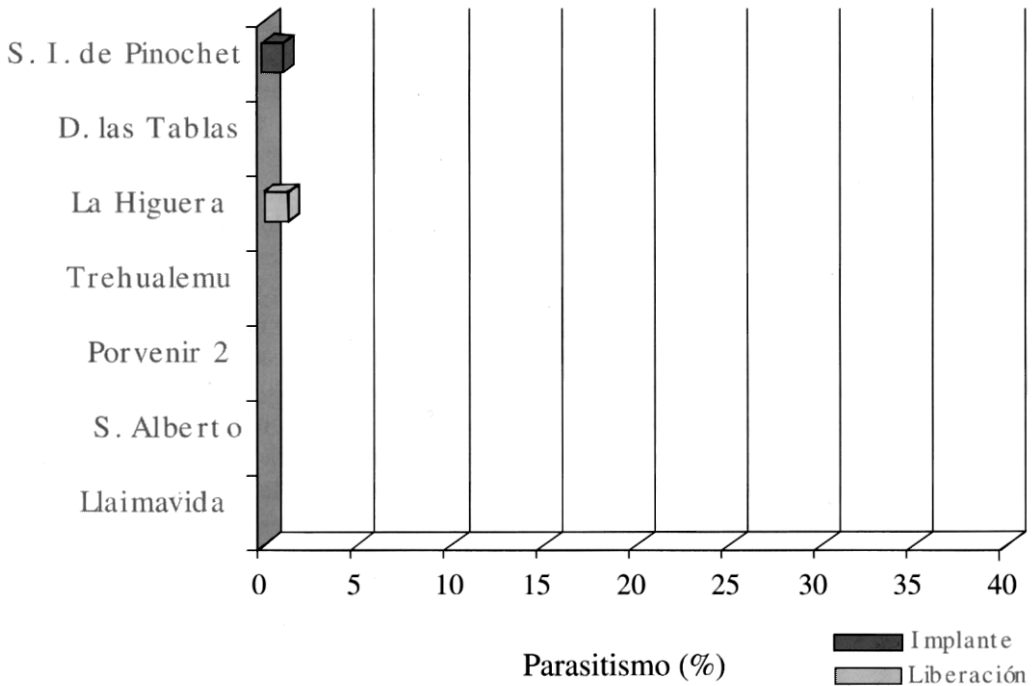
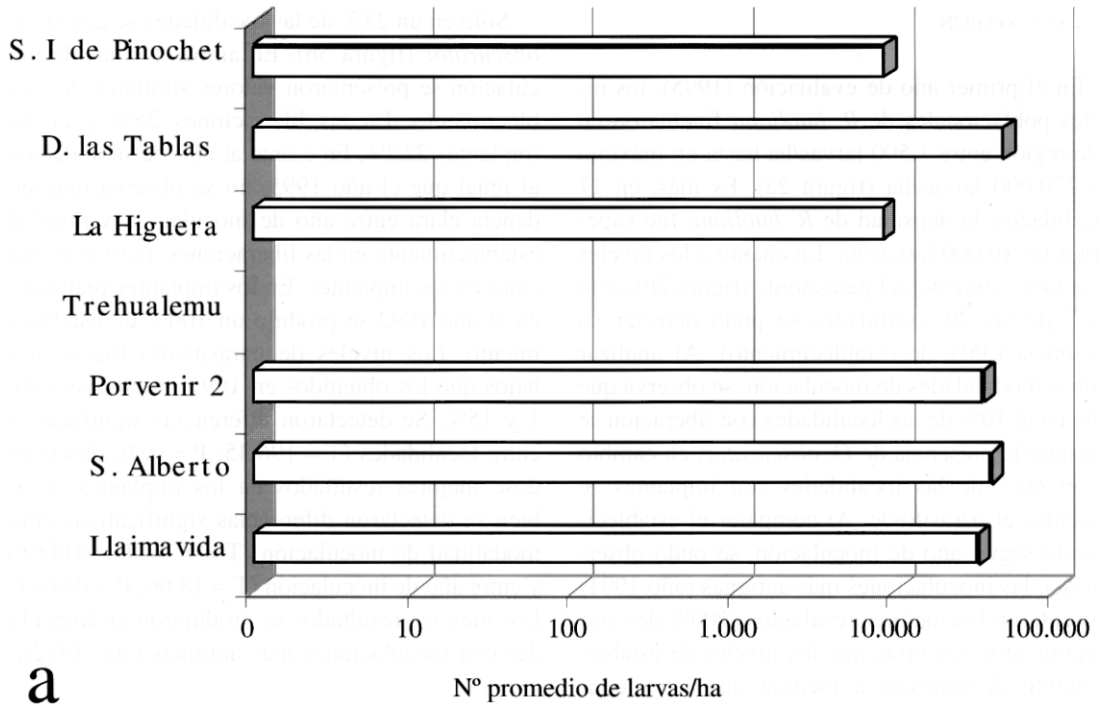


Figura 1. a) Densidad poblacional de *R. buoliana*; b) Porcentaje de parasitismo por *O. obscurator*. VII Región. Año 1996.

(a) Population density of *R. buoliana*; (b) parasitism (%) by *O. obscurator*. VIIth Region (1996).

OCTAVA REGION

En el primer año de evaluación (1995), los niveles poblacionales de *R. buoliana* fluctuaron en esta región entre 1.500 larvas/ha hasta un máximo de 270.000 larvas/ha (figura 2a). Es más, en 17 localidades, la densidad de *R. buoliana* fue superior a las 10.000 larvas/ha. En cuanto a los niveles de establecimiento del parasitoide (figura 2b), sólo en 7 de las 20 localidades se pudo detectar su presencia (35% de establecimiento). Al analizar ambas modalidades de inoculación, se observa que sólo en el 10% de las localidades con liberación se constató la presencia de *O. obscurator*, en cambio en el 60% de las localidades con implantes se encontró el parasitoide. Al comparar el establecimiento según año de inoculación, se pudo observar que las inoculaciones más antiguas (año 1991) presentaron los mejores resultados (100% de establecimiento), mientras que los niveles de establecimiento disminuyen a medida que las inoculaciones son más recientes.

En el caso de las liberaciones, no se observan tendencias claras, ya que las realizadas en 1993 presentaron los mejores resultados, pero no se detectó establecimiento en los puntos con liberaciones efectuadas en 1992 ni en 1994. Los porcentajes de parasitismo fueron muy bajos, entre 1 y 11%, con la excepción del predio Meñir (predio con implante), donde se obtuvo un 64% de parasitismo. Sobre los niveles de parasitismo se detectaron diferencias significativas entre localidades ($T = 13,14$; $P = 0,0$), y entre formas de inoculación ($T = 66,6$; $P = 0,0$). Los mejores resultados se obtuvieron usando la modalidad de implante. Otro aspecto que también fue analizado, fue el año de inoculación, ya que en aquellas faenas realizadas entre 1991 y 1994 se detectaron diferencias significativas ($T = 507,7$; $P = 0,0$). Los valores más altos de parasitismo se obtuvieron con implantes realizados en 1991 en las localidades de Meñir (64%) y El Olivo (11%).

La figura 3 presenta los resultados de 1996. Las densidades poblacionales de *R. buoliana* fueron en promedio parecidas a las obtenidas en el año 1995. Todas las localidades presentaron densidades superiores a las 10.000 larvas/ha. Al igual que en el año 1995, en 1996 se detectó una localidad con una densidad cercana a las 250.000 larvas/ha (Lomas de Quilleco).

Sólo en un 23% de las localidades se detectó *O. obscurator* (figura 3b). En ambas formas de inoculación se presentaron valores similares de establecimiento. En las liberaciones 25% y en los implantes 22,2%. En cuanto al año de inoculación, al igual que el año 1995, no se observa una tendencia clara entre año de inoculación y nivel de establecimiento en las liberaciones, pero sí es más clara en los implantes. En los implantes realizados en el año 1992 se produjo un 100% de establecimiento. Los niveles de parasitismo fueron más bajos que los obtenidos en 1995, fluctuaron entre 1 y 15%. Se detectaron diferencias significativas entre localidades ($T = 196,45$; $P = 0,0$), observándose mejores resultados en los implantes. También se detectaron diferencias significativas entre modalidad de inoculación ($T = 7,36$; $P = 0,0006$), y entre año de inoculación ($T = 18,06$; $P = 0,0011$). Los mejores resultados se produjeron en localidades con inoculaciones más antiguas (año 1992).

NOVENA REGION

En esta región, las densidades poblacionales de *R. buoliana* tienden a ser un poco menores que las detectadas en la Octava Región (figura 4a). En 1995 las densidades fluctuaron entre 2.700 y 291.000 larvas/ha. Sólo en una localidad no se detectó la presencia de *R. buoliana*.

En 9 de las 19 localidades se detectó *O. obscurator* y los niveles de establecimiento suben a un 47,4%. En tanto, los niveles de parasitismo fluctuaron entre un 1 y un 28%, observándose sólo una localidad (Sta. Elisa) donde el nivel de parasitismo fue superior al 20%. En esta región también se presentan mejores niveles de establecimiento en los implantes (60%) que en las liberaciones (33,3%). En cuanto a la influencia del año de inoculación, los implantes realizados en 1992, que son los más antiguos, presentaron los mejores niveles de establecimiento (100%). El análisis estadístico detectó diferencias significativas entre localidades ($T = 240,68$; $P = 0,0$) y entre formas de inoculación ($T = 49,00$; $P = 0,0255$), presentando mejores resultados los implantes que las liberaciones. Por último, el análisis realizado entre años de inoculación dio diferencias significativas ($T = 34,74$; $P = 2,85E-8$). Sin embargo, no se observa una tendencia clara entre año de inoculación y porcentaje de parasitismo.

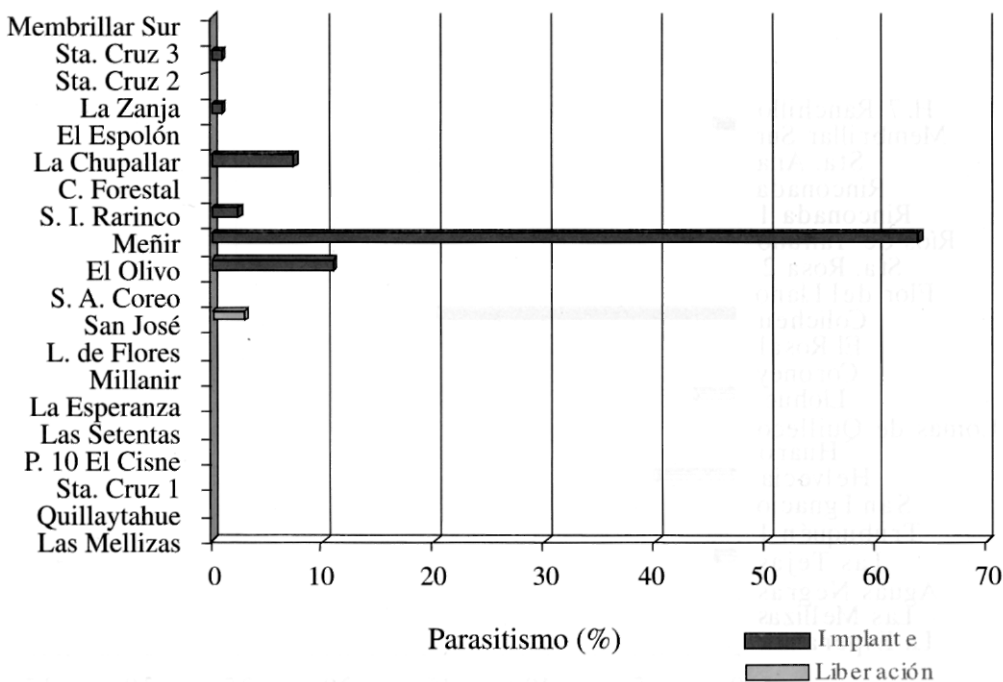
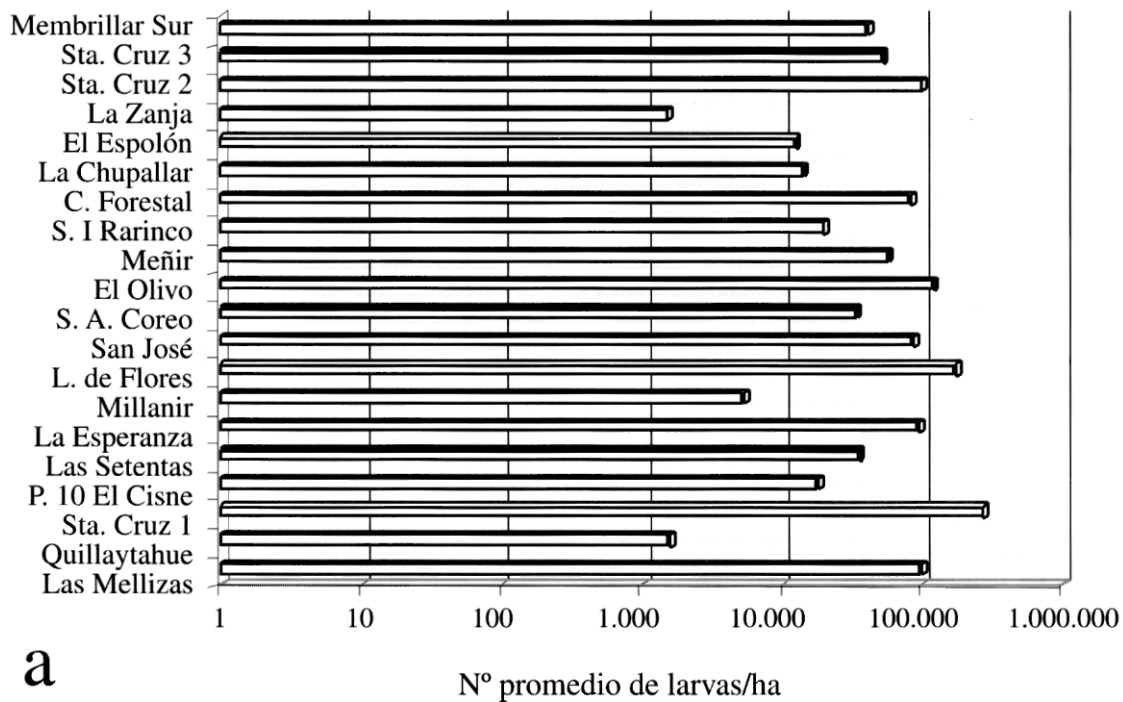


Figura 2. a) Densidad poblacional de *R. buoliana*; b) Porcentajes de parasitismo por *O. obscurator*. VIII Región. Año 1995.

(a) Population density of *R. buoliana*; (b) Parasitism (%) by *O. obscurator*. VIIIth Region (1995).

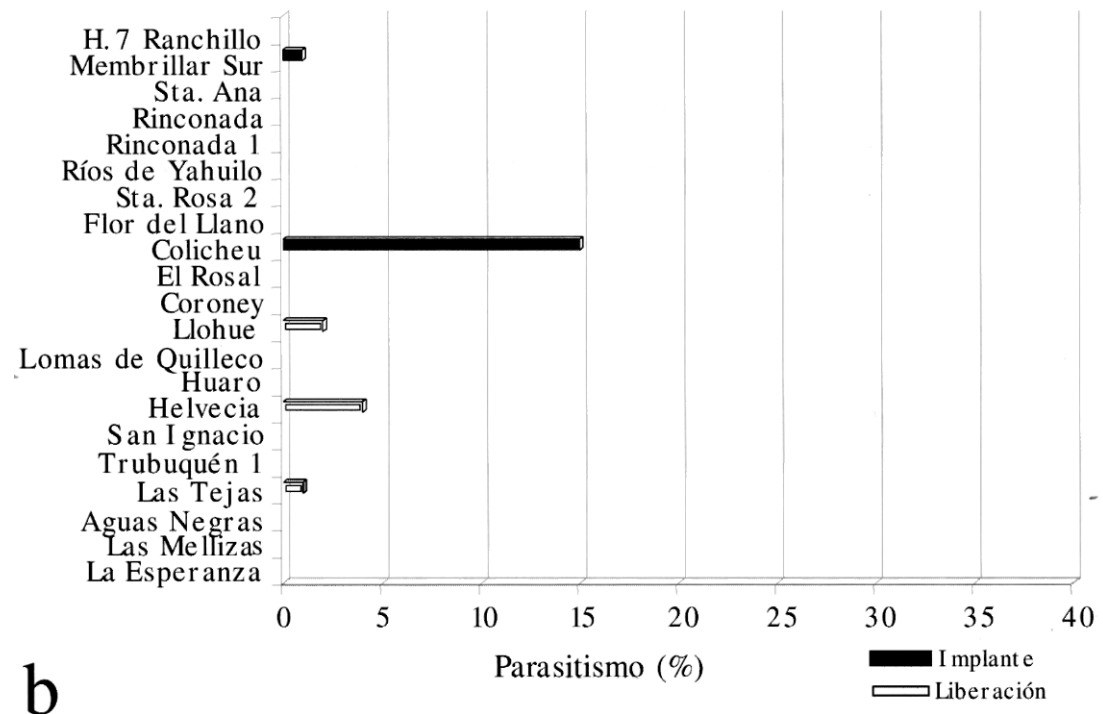
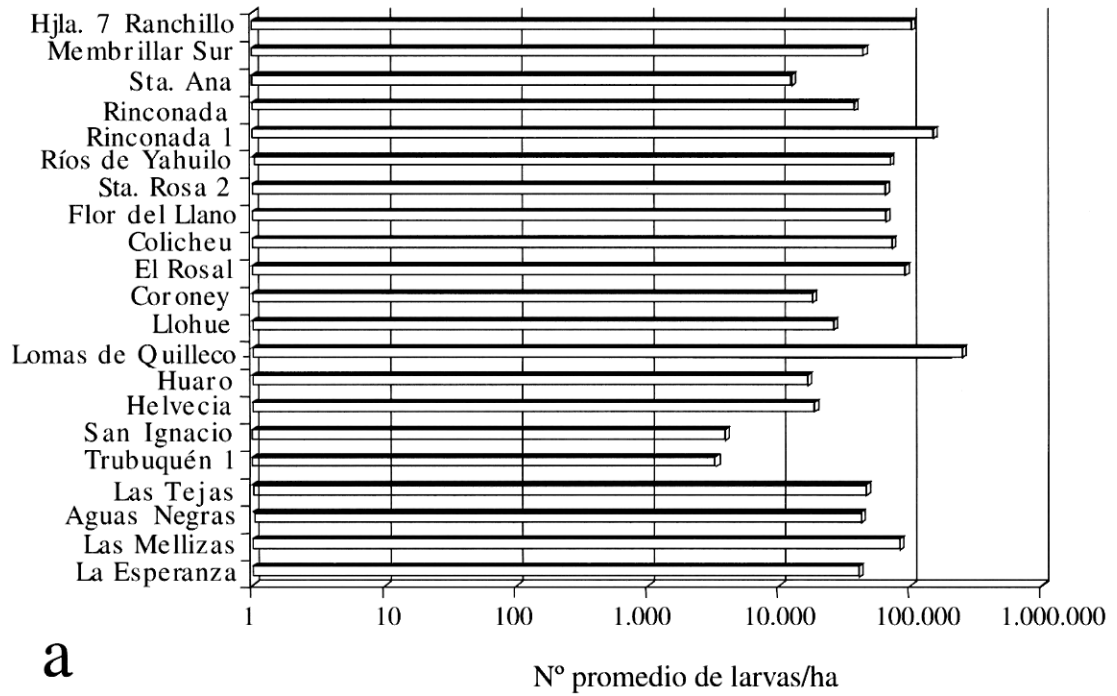


Figura 3. a) Densidad poblacional de *R. buoliana*; b) Porcentaje de parasitismo por *O. obscurator*. VIII Región. Año 1996

(a) Population density of *R. buoliana*; (b) Parasitism (%) by *O. obscurator*, VIIIth Region (1996).

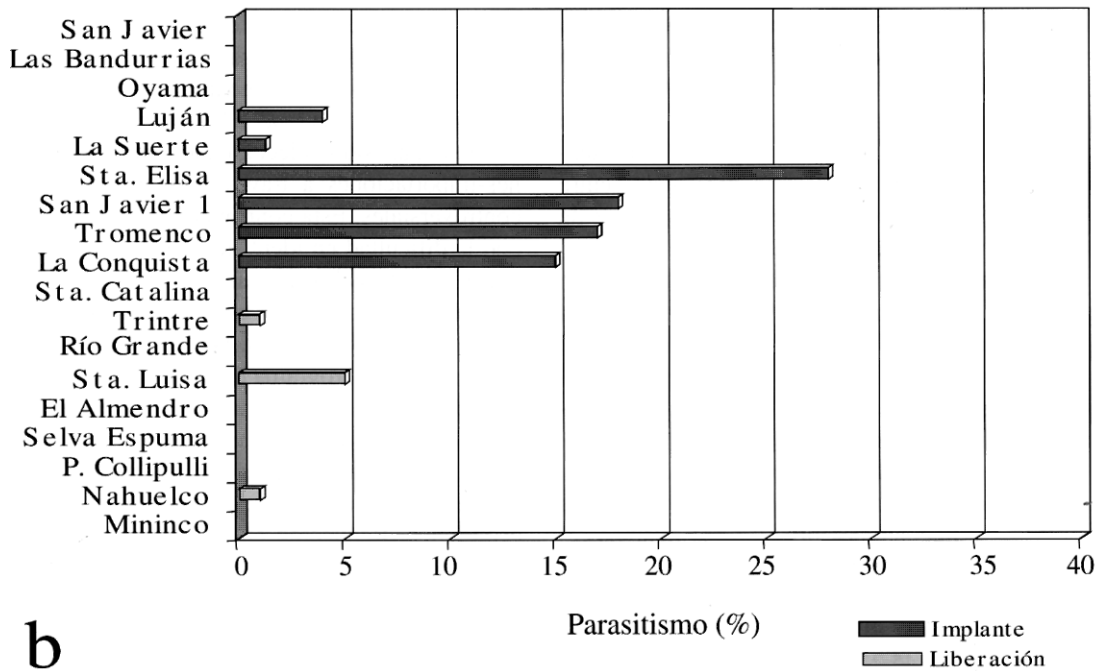
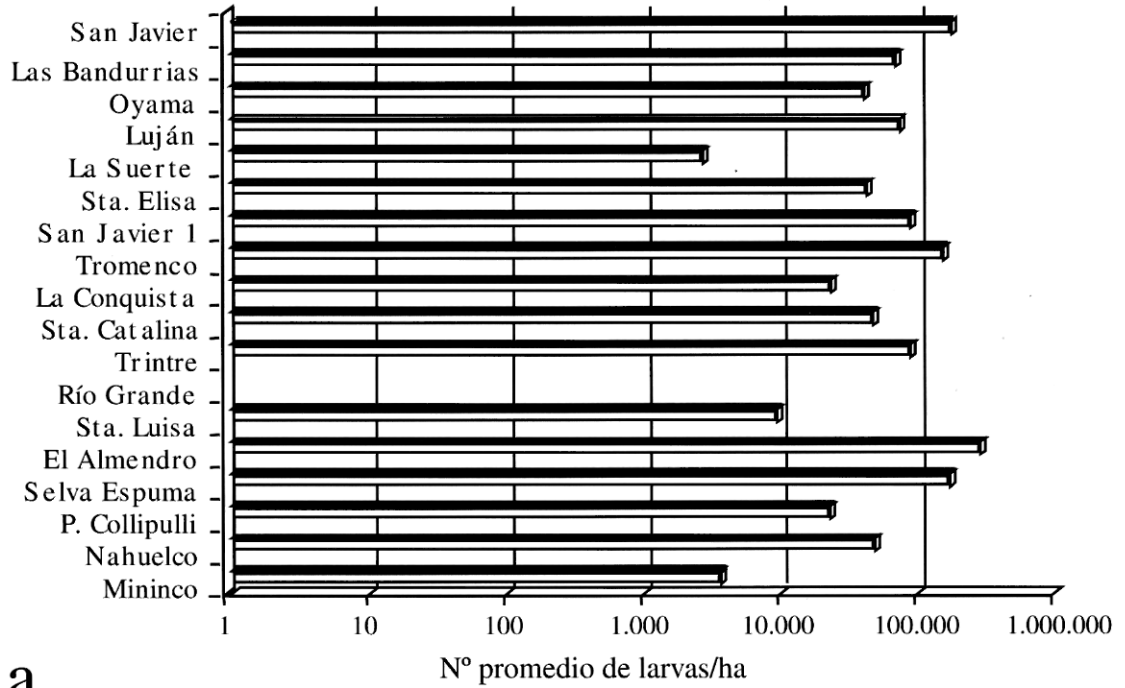


Figura 4. a) Densidad poblacional de *R. buoliana*; b) Porcentaje de parasitismo por *O. obscurator*. IX Región. Año 1995.

(a) Population density of *R. buoliana*; (b) Parasitism (%) by *O. obscurator*. IXth Region (1995).

En la figura 5 a y b se aprecia lo sucedido en 1996. Las densidades poblacionales de *R. buoliana* fueron algo parecidas a las obtenidas en el año 1995, con valores entre 3.000 hasta 250.000 larvas/ha. El nivel de establecimiento subió a un 75%, ya que en 13 de las 16 localidades se encontró *O. obscurator*. También en este año los mejores resultados se produjeron en los implantes más antiguos. Lo mismo sucedió con los porcentajes de parasitismo, que variaron entre 2 y 30%. Se detectaron diferencias entre localidades ($T = 159,19$; $P = 0,0$), entre formas de inoculación ($T = 36,99$; $P = 1,18E-8$) y entre años de inoculación ($T = 13,01$; $P = 0,011$). Al igual que el año 1995, los implantes revelan mejores resultados que las liberaciones.

DECIMA REGION

En la figura 6 a y b se presentan los resultados del año 1995. La máxima densidad poblacional de *R. buoliana* fue de 68.000 larvas/ha en el predio Chancoyán, bastante inferior si se compara con las densidades obtenidas en la Octava y Novena Regiones. El nivel de establecimiento de *O. obscurator* fue de 80%. Los implantes presentaron mejores resultados que las liberaciones, pero en este caso los implantes realizados en 1993 y 1994 presentaron valores más altos. Los porcentajes de parasitismo fluctuaron entre 2,2 y 35,3%. El análisis de Kruskal-Wallis detectó diferencias entre localidad ($T = 181,94$; $P = 0,09$) y entre formas de inoculación ($T = 14,24$; $P = 0,0013$).

En el año 1996 (figura 7a), la tendencia fue parecida a la registrada en 1995; las densidades poblacionales de *R. buoliana* fueron muy bajas, variando entre 2.240 y un máximo de 39.500 larvas/ha, observándose además un predio sin la presencia de *R. buoliana*.

Se detectó establecimiento del parasitoide en todas las localidades (figura 7b), en este caso los implantes y liberaciones tuvieron los mismos resultados, en términos de establecimiento. Los porcentajes de parasitismo variaron entre 3 y 38%. El test de Kruskal-Wallis detectó diferencias entre localidades ($T = 45,71$; $P = 1,0E-8$) y entre formas de inoculación ($T = 3,0$; $P = 0,073$), con mejores resultados en las localidades donde se realizó implante.

Sotobosque presente en las localidades evaluadas: En el año 1995 se realizó un análisis del

sotobosque con el objetivo de detectar algunas especies de la familia Apiaceae o Asteraceae que pudieran facilitar el establecimiento y reproducción de *O. obscurator*, a través de un aumento de la longevidad. Sin embargo, los resultados fueron negativos (cuadro 3).

Las principales familias detectadas fueron gramíneas y rosáceas, particularmente en las regiones Octava, Novena y Décima. También se detectaron plantas arbustivas y arbóreas nativas, lo que revela que en esas localidades existía bosque nativo antes de la instalación de rodales de *P. radiata*. Esto es más notable en la Octava Región, donde se aprecia un sotobosque más diverso, a excepción de la zona de arenales. En cambio en la Novena y Décima Regiones, si bien se detectan especies propias del bosque nativo, la alta importancia de gramíneas y rosáceas revela más bien terrenos de aptitud o uso agrícola (murra, mosqueta, festuca, pasto ovillo, entre otras).

DISCUSION

A nivel mundial, las prácticas del control biológico clásico y el aumento de los enemigos naturales nativos han sido exitosas tanto ecológica como económicamente. Sin embargo, la definición de los criterios por los cuales los enemigos naturales exóticos han sido seleccionados para exportaciones-importaciones a través del mundo han sido controversiales. Esta controversia está relacionada con la dificultad en identificar el enemigo natural "ideal" y el hecho de que esta dificultad puede contribuir a una tasa de establecimiento relativamente baja (Miller, 1983). Waage y Hassel (1982) señalan que un programa de control biológico clásico exitoso es fácil de caracterizar. En primer lugar la introducción de un parasitoide lleva a la reducción de la densidad del insecto-plaga a un número donde el daño sobre el recurso esté bajo el umbral económico. Reducción en número es, sin embargo, sólo una parte de la interacción, programas exitosos también requieren que el hospedero y el parasitoide persistan a un nivel bajo, permaneciendo en un equilibrio estable. Estos mismos autores indican que un buen parasitoide para propósitos de control biológico no sólo debe causar una disminución en el número del hospedero, sino también mantener la interacción en este nuevo nivel. En el caso de *O. obscurator* difícilmente se podría hablar que el programa de control biológico sea

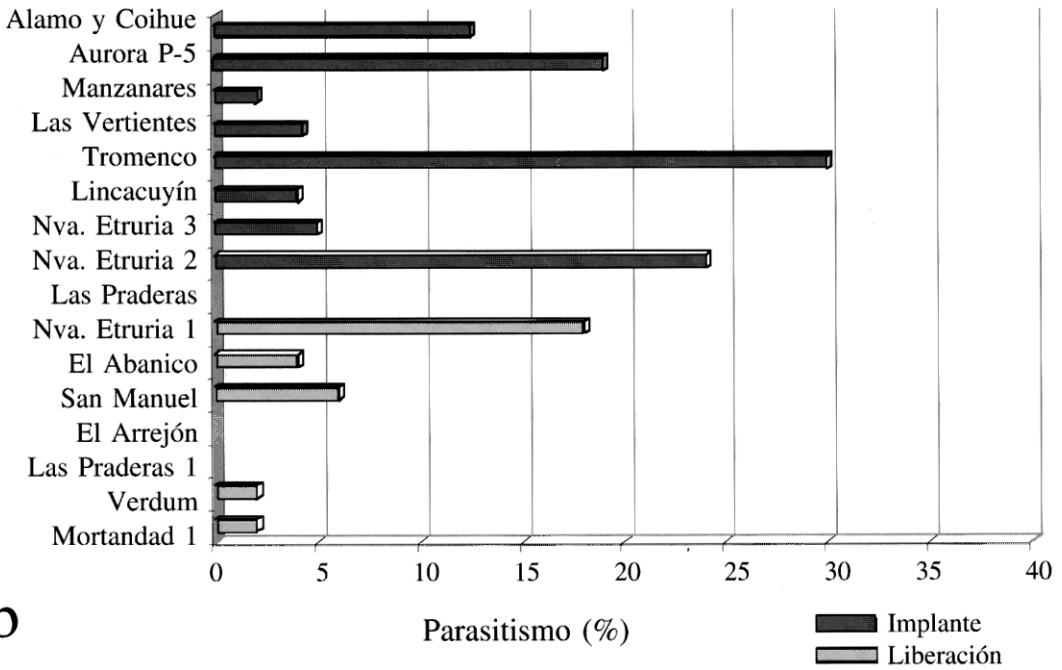
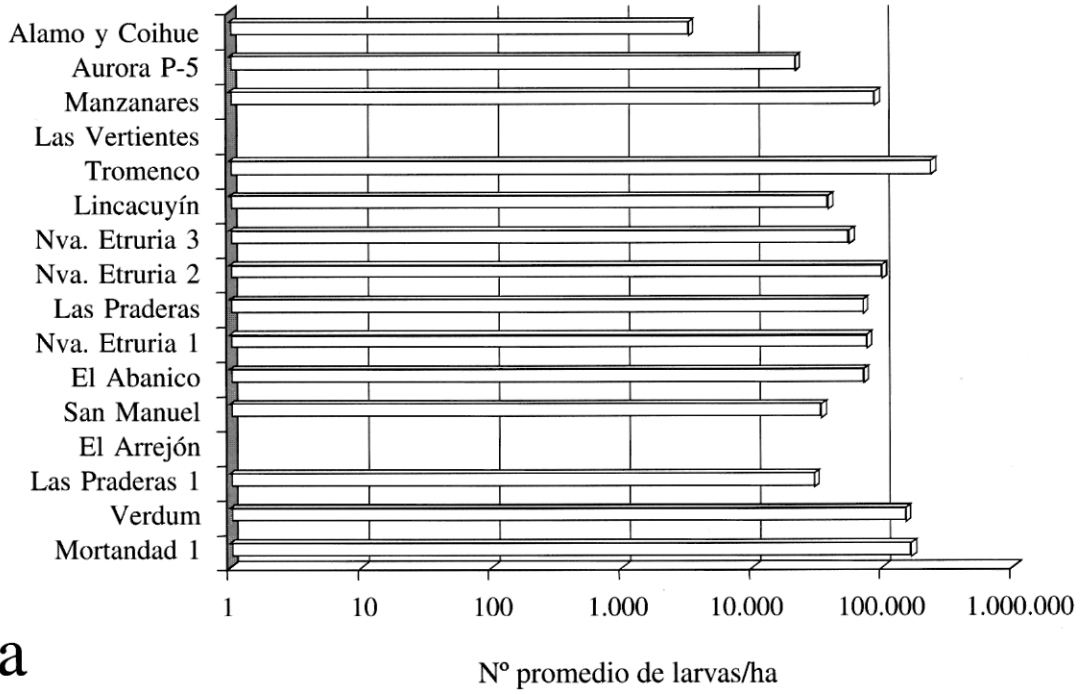


Figura 5. a) Densidad poblacional de *R. buoliana*, b) Porcentaje de parasitismo por *O. obscurator*. IX Región. Año 1996.

(a) Population density of *R. buoliana*, (b) Parasitism (%) by *O. obscurator*. IXth Region (1996).

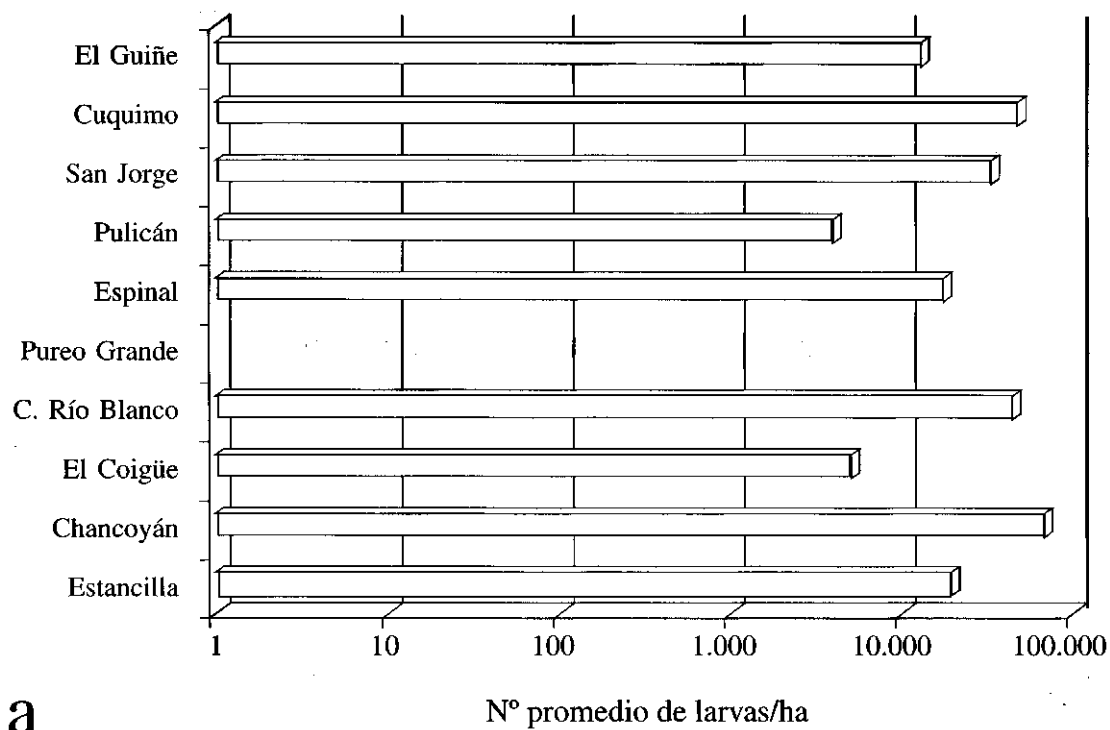
completamente exitoso, hasta ahora, principalmente porque en la zona donde se concentran las plantaciones de *P. radiata* (Octava Región) los niveles de establecimiento y parasitismo alcanzados por *O. obscurator* son bajos y las densidades poblacionales de *R. buoliana* aún altas. El establecimiento del parasitoide en esa región se produjo sólo en el 35% de las localidades en el año 1995 y en 24% en el año 1996. Los valores de parasitismo no superaron el 11%, a excepción de Meñir que presentó un 64% de parasitismo en el año 1995. En tanto, en 1996 el nivel de parasitismo no superó el 15%. Esto concuerda con resultados logrados por trabajos más recientes. Tanto Pérez (1998), Ahumada *et al.* (1999) como Ahumada y Brieva (1999) realizaron estudios de los niveles de parasitismo alcanzados por *O. obscurator*, también entre la Séptima y Décima Regiones, encontrando resultados parecidos, mejores niveles de parasitismo en la Décima Región (93,5%) y valores más bajos en la Octava Región (16%). Es decir, en tres años más que ha funcionado el programa de control biológico las tendencias no han variado demasiado de las detectadas en este estudio.

Por otra parte, en la Octava Región se produjo una alta densidad poblacional de *R. buoliana*, la cual alcanzó hasta 269.424 larvas/ha en 1995. En tanto, los valores en 1996 no fueron significativamente inferiores. Pérez (1999 a y b) sin embargo, determinó valores de densidad poblacional de *R. buoliana* más altos en la Décima que en la Octava Región, esto en predios de pequeños y medianos propietarios, que no han realizado un control sistemático en sus patrimonios. Los niveles de parasitismo aún se mantienen bajos. Razones del porqué el parasitoide no parece estar controlando, ni regulando las poblaciones de *R. buoliana* en esa región son variadas, y se atribuye a que el parasitoide necesita de un tiempo más largo para lograr establecerse y actuar. Los resultados obtenidos por Ahumada y Brieva (1999), en la Octava Región, son muy parecidos a los encontrados en este estudio. Por otra parte, las densidades de *R. buoliana* son demasiado altas, y el parasitoide podría no ser tan eficiente al actuar a tan altas densidades, lo que puede ser comprobado por los resultados encontrados en la Décima Región, donde jamás se detectaron densidades de *R. buoliana* tan altas como las registradas en la Octava Región. La Décima Región se caracteriza por presentar bajas densidades poblacionales, menores a 70.000 larva/ha en 1995 y menores a 40.000

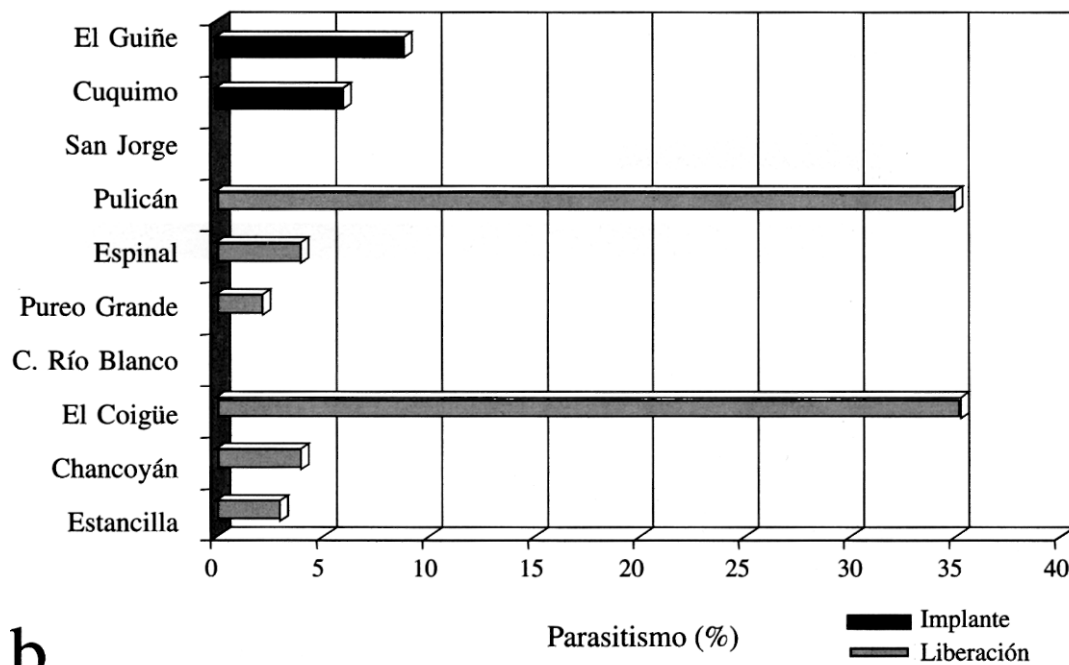
en 1996, acompañadas por niveles de parasitismo muy superiores a los logrados en la Octava Región. Situación que también fue detectada por Pérez (1998), quien determinó niveles de parasitismo superiores al 50%. Fue en la Décima Región donde primero comenzó el programa de control biológico, las primeras liberaciones datan de 1989, es decir, cerca de 10 años. Varios estudios indican que el tiempo es una variable importante para que el control biológico funcione, por lo tanto podría ser sólo un problema de tiempo.

Otro aspecto que hasta la fecha no ha sido muy estudiado en Chile dice relación con la alimentación del parasitoide y su aumento en la eficiencia de parasitación. Syme (1975, 1977) y Leius (1960), en Canadá, han realizado estudios de especies de flores que pudieran ser fuente de alimento y permitan aumentar la longevidad del parasitoide adulto, ya que una mayor longevidad daría la posibilidad al parasitoide de atacar un mayor número de larvas de *R. buoliana*. Lanfranco e Ide (1997, 1998) e Ide (1999) han llevado a cabo estudios al respecto y encontraron que *Daucus carota* y *Conium maculatum* (Familia: Apiaceae) permiten aumentar la longevidad de *O. obscurator* a 14 días en promedio. Si se considera que una hembra de *O. obscurator* puede oviponer 10 huevos por día, sería capaz en teoría de colocar todos los huevos que tiene disponibles (142 huevos), lo que aumentaría notablemente el control que ejerce actualmente, ya que una hembra sin alimento vive sólo 7,5 días.

En el análisis del sotobosque que se realizó en 1995 no se detectó ninguna de las especies de flores mencionadas anteriormente. Sin embargo, las autoras de este trabajo han detectado estas especies en algunos predios de la Décima Región, donde los niveles de parasitismo han sido bastante buenos y las densidades poblacionales de *R. buoliana* bajas (Lanfranco *et al.*, 1995, 1996, 1997). Autores como Altieri *et al.* (1979, 1982, 1993) han investigado la importancia de mantener una flora acompañante que le permita al parasitoide adulto sobrevivir y alimentarse, señalando que una de las mejores medidas que se puede tomar es mantener manchones con especies benéficas para el parasitoide. Las especies que son útiles generalmente son consideradas malezas; sin embargo, son plantas pioneras y una vez que se produzca el cierre de copas, tenderán a desaparecer, pero ya habrán cumplido con el objetivo de ser una fuente de alimento para el parasitoide.



a



b

Figura 6. a) Densidad poblacional de *R. buoliana*; b) Porcentaje de parasitismo por *O. obscurator*. X Región. Año 1995.

(a) Population density of *R. buoliana*; (b) Parasitism (%) by *O. obscurator*. Xth Region (1995).

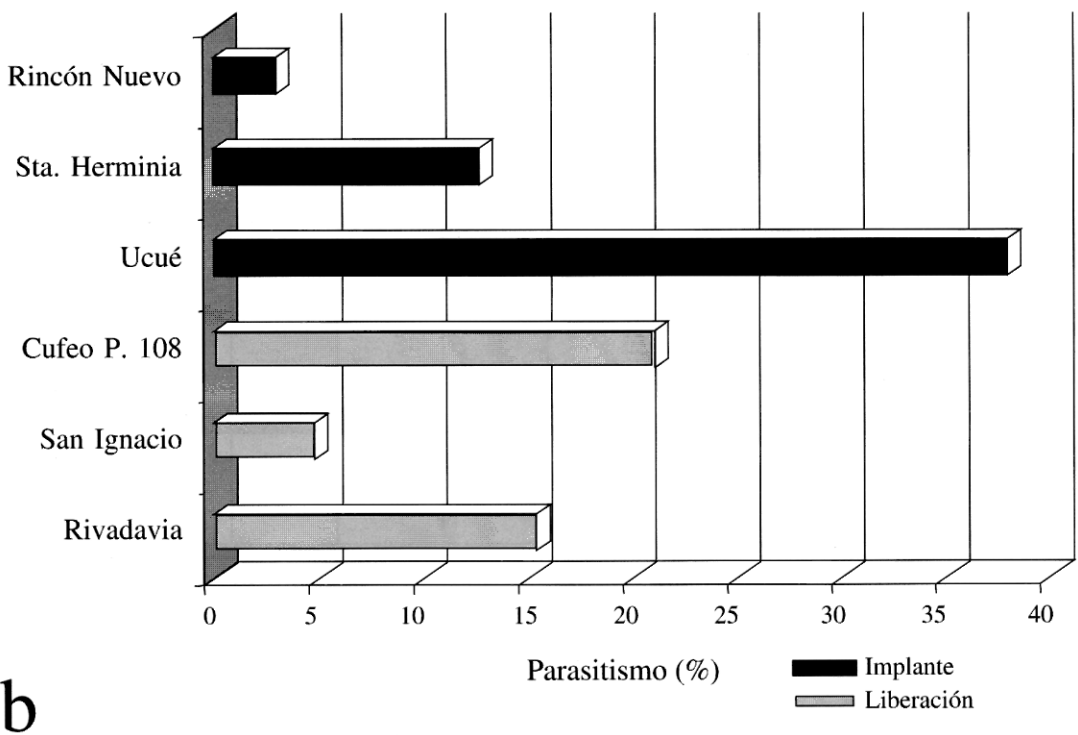
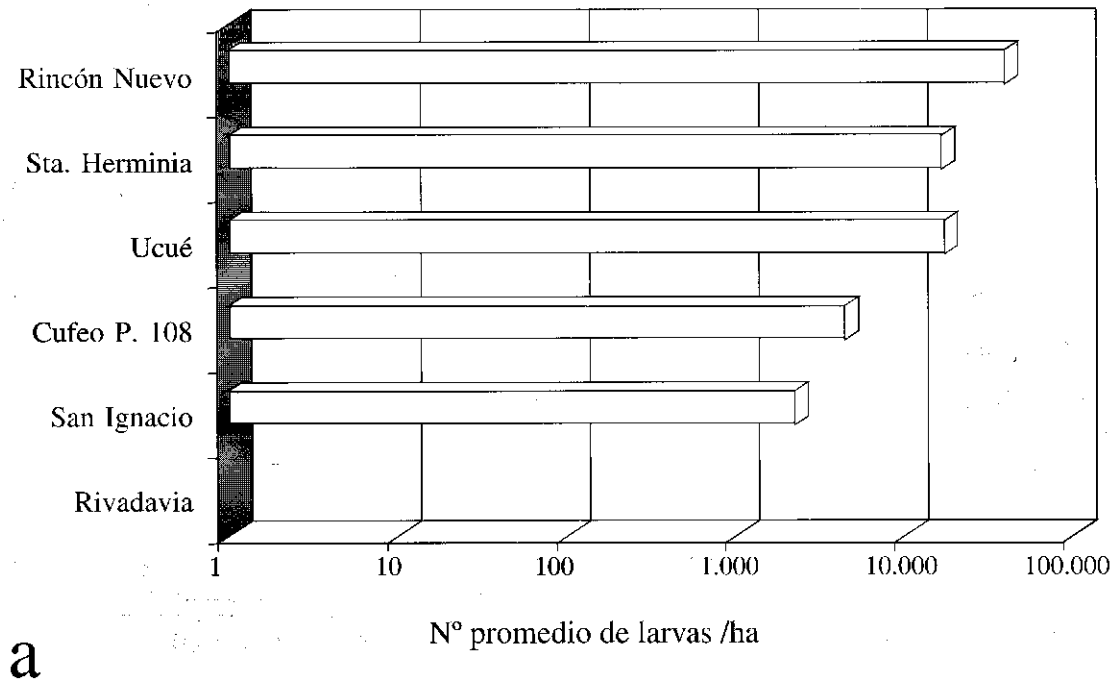


Figura 7. a) Densidad poblacional de *R. buoliana*; b) Porcentaje de parasitismo por *O. obscurator*. X Región. Año 1996.

(a) Population density of *R. buoliana*; (b) Parasitism (%) by *O. obscurator*. Xth Region (1996).

CUADRO 3

Frecuencia relativa (en porcentaje) de las familias presentes en el sotobosque de las localidades evaluadas, según región.

Relative frequency (%) of plant families on underforest in places, per region

Familia	Séptima	Octava	Novena	Décima
Anacardiáceas	8,9	12,7	-	
Compuestas	12,5	7,3	-	4,2
Escaloniáceas	8,9	1,8	-	-
Eucrifáceas	8,9	-	-	4,2
Eleocarpáceas	8,9	1,8	4,3	4,2
Fagáceas	-	1,8	-	-
Gramíneas	12,5	16,4	52,2	24,9
Lauráceas	-	5,5	-	-
Lardizabaláceas	-	1,8	-	-
Leguminosas	-	3,6	-	-
Mirtáceas	18,0	3,6	4,3	12,5
Monimiáceas	12,5	5,5	-	-
Onagráceas	-	-	-	4,2
Papilonáceas	-	-	4,3	-
Proteáceas	8,9	1,8	4,3	4,2
Ramnáceas	-	3,6	-	4,2
Rosáceas	-	25,4	30,4	33,2
Solanáceas	-	7,3	-	-

En ambos años de evaluación se pudo detectar la presencia de *O. obscurator* en las cuatro regiones estudiadas. Los mejores resultados de establecimiento y parasitismo se presentaron tras realizar implantes, tanto para el año 1995 como para el de 1996. Si se consideran los años de inoculación, principalmente en los implantes, los de data más antigua presentaron los mejores resultados. A pesar de lo anteriormente señalado, es preciso indicar que en 1995 sólo en el 50% del total de las localidades estudiadas se encontró *O. obscurator* y en 1996 subió sólo a un 52%. Con relación a las regiones se puede indicar que la Novena y principalmente la Décima presentan los mejores resultados, tanto a nivel de establecimiento como del parasitismo alcanzado, lo que concuerda con los resultados encontrados más recientemente por Pérez (1999a y b), Ahumada *et al.* (1999) y Ahumada y Brieva (1999). En 1996, en las seis localidades evaluadas en la Décima Región, se constató la presencia del parasitoide, con valores de parasitismo que fluctuaron entre un 3% y un máximo de 38%.

En resumen, la Séptima y principalmente la Octava Región son las que están en condiciones más críticas, desde el punto de vista del control biológico. En la Octava Región *R. buoliana* se presenta con altas densidades poblacionales y existen aún porcentajes de parasitismo bajos. Evaluaciones realizadas en 1998 y 1999, tanto por CONAF como por Bioforest S.A., indican las mismas tendencias detectadas en este estudio.

BIBLIOGRAFIA

AHUMADA, R., R. ALFARO, S. OJEDA. 1999. Evaluación del nivel de parasitismo de *Orgilus obscurator* sobre *Rhyacionia buoliana* en el patrimonio forestal de las empresas socias de CPF S.A. Bioforest, Concepción, 17 p.

AHUMADA, R., A. BRIEVA. 1999. Evaluación del nivel de parasitismo de *Orgilus obscurator* sobre *Rhyacionia buoliana* en el patrimonio forestal de las empresas socias de CPF S.A. Informe Técnico N° 49, Bioforest, Concepción, 60 p.

ALTIERI, M., B. WHITECOMB. 1979. "The potential use of weeds in the manipulation of beneficial insect", *Hortscience* 14: 12-18.

- ALTIERI, M., D. LETOURNEAU. 1982. "Vegetation management and biological control in agroecosystems". *Crop Protection* 1 (4): 405-430.
- ALTIERI, M., J. CURE, M. GARCIA. 1993. Parasitic Hymenoptera Biodiversity in Agroecosystems. In: Hymenoptera and Biodiversity (eds.). La Salle and Gauld.: 257-277.
- ALZAMORA, R., S. IDE., L. APIOLAZA, D. LANFRANCO. 1996. Estimación física y económica de pérdidas en volumen debido al daño de la polilla del brote (*Rhyacionia buoliana* Schiff.) en la Novena y Décima Regiones. Informe de Convenio N° 224. Serie Técnica. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, 21 p.
- CISTERNAS, E., M. VILLAGRA. 1995 Evaluación de parasitismo y determinación del establecimiento de *O. obscurator* Ness. en 50 puntos de liberación e implante entre la VII y la X Regiones. Informe Final. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Centro Nacional de Investigaciones. Remehue, 22 p.
- IDE, S. 1999. Longevidad y fecundidad de *Orgilus obscurator* Ness. (Hymenoptera-Braconidae), parasitoide específico de *Rhyacionia buoliana* Schiff. (Lepidoptera-Tortricidae). Tesis de Magíster, Facultad de Ciencias. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, 57 p.
- INSTITUTO FORESTAL, 1999. Estadísticas Forestales. X Región. Santiago, Chile, 128 p.
- LANFRANCO, D., S. IDE, R. ALZAMORA, P. CABRERA. 1994. Evaluación del daño ocasionado por infestación natural de *Rhyacionia buoliana* sobre plantaciones jóvenes de *Pinus radiata* en la provincia de Valdivia. Informe de Convenio N° 216. Serie Técnica. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, 15 p.
- LANFRANCO, D., S. IDE, C. ALVAREZ. 1995. Evaluación del parasitismo y determinación del establecimiento de *Orgilus obscurator* en predios de Empresas Forestales asociadas a CPF S.A. Informe de Avance, 16 p.
- LANFRANCO, D., S. IDE. 1996. Evaluación del parasitismo y determinación del establecimiento de *Orgilus obscurator* en predios de Empresas Forestales asociadas a CPF S.A. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. Informe Final, 29 p.
- LANFRANCO, D., S. IDE. 1996. *Rhyacionia buoliana* (Lep.: Tortricidae) en plantaciones de *Pinus radiata* en dos sitios de la provincia de Valdivia: evaluación física y biológica. Informe de Convenio N° 225. Serie Técnica. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, 15 p.
- LANFRANCO, D., S. IDE, E. ROJAS, C. RUIZ, R. CARRILLO, C. MARTINEZ, A. SIMEONE, J. VALECIA, R. CALDERON. 1997. Biocontroladores nativos de *Rhyacionia buoliana* en Chile. Informe Final. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, 52 p.
- LANFRANCO, D., S. IDE. 1997. Buscando respuestas acerca de la conducta reproductiva de *Orgilus obscurator*: efecto de la flora en la longevidad y fecundidad. Informe de Convenio N° 233. Serie Técnica. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, 21 p.
- LANFRANCO, D., S. IDE. 1998. Buscando respuestas acerca de la conducta reproductiva de *Orgilus obscurator*: efecto de las flores en la longevidad y fecundidad. Informe DID. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, 21 p.
- LANFRANCO, D. S. IDE. 1998. Metodología de Evaluación del Parasitismo de *Orgilus obscurator* en *Rhyacionia buoliana*, "Polilla del Brote del Pino". Nota Técnica N° 34. CONAF.
- LEIUS, K. 1960. "Attractiveness of Different Foods and Flowers to the Adults of some Hymenopterous Parasites", *Canadian Entomologist* 92: 369-376.
- MILLER, W. 1967. The European Pine Shoot Moth-Ecology and Control in the Lake State. Forest Science Monograph 14, 72 p.
- MILLER, W. 1983. "Ecological Relationships among parasites and the Practice of Biological Control", *Environmental Entomology*, 12 (3): 620-624.
- PEREZ, C. 1999a. "Avances en el control biológico de la polilla del brote: Las medidas del caso. CONAF", *Chile Forestal* 267: 26-27.
- PEREZ, C. 1999b. Estudio poblacional de Polilla de Brote y evaluación del parasitismo de *Orgilus obscurator*. CONAF, s/n.
- SMITH, J. 1994. Lineamientos para el establecimiento de *Orgilus obscurator* Ness. y el control exitoso de *Rhyacionia buoliana* Denis and Schiffermuller. Boletín Técnico. Bioforest, 4 p.
- SYME, P. 1975. "The effects of flowers on the longevity and fecundity of two native parasites of the European Pine Shoot Moth in Ontario", *Environmental Entomology*. Vol 4 (2): 337-346.
- SYME, P. 1977. "Observations on the longevity and fecundity of *Orgilus obscurator* (Hymenoptera: Braconidae) and the effects of certain foods on longevity", *Canadian Entomologist* 109: 995-1000.
- WAAGE, J., M. HASSELL. 1982. "Parasitoids as biological control agents: a fundamental approach", *Parasitology* 84: 241-268.
- ZUÑIGA, H. C. LOBOS. 1988. Detección y control de la polilla del brote del pino (*Rhyacionia buoliana* Dent et Schiff.). Temporada 1987-1988. Ministerio de Agricultura. Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago, Chile, 33 p.

Recibido: 07.03.2000.