

Desarrollo de Componentes del Manejo Integrado del Gorgojo de los Andes en el Cultivo de la Papa en Bolivia



DESARROLLO DE COMPONENTES DEL MANEJO INTEGRADO DEL GORGOJO DE LOS ANDES EN EL CULTIVO DE LA PAPA EN BOLIVIA

Autores:

Rayne Calderón
Javier Franco
Oscar Barea
Luis Crespo
Raúl Esprella
Carlos Bejarano
Janett Ramos
Grover Iporre
Ricardo Casso

Edición Técnica:

Oscar Barea
Javier Franco
Rayne Calderón

Sistematización y textos:

Janett Ramos

Documento de trabajo 25

Fundación PROINPA - Proyecto PAPA ANDINA

Cochabamba - Bolivia
2004

PROLOGO

El presente es un documento de trabajo que surge de un proceso de consulta y diálogo con los actores locales, nacionales e internacionales que participan en el desarrollo de la agricultura familiar en los países de América Latina y el Caribe. Este documento es el resultado de un proceso de consulta y diálogo que se desarrolló en el marco del Proyecto Papa Andina (CIP-COSUDE) ejecutado a nivel de Bolivia, Ecuador y Perú.

El documento es el resultado de un proceso de consulta y diálogo que se desarrolló en el marco del Proyecto Papa Andina (CIP-COSUDE) ejecutado a nivel de Bolivia, Ecuador y Perú. Este documento es el resultado de un proceso de consulta y diálogo que se desarrolló en el marco del Proyecto Papa Andina (CIP-COSUDE) ejecutado a nivel de Bolivia, Ecuador y Perú.

Documento co- publicado por el Proyecto Papa Andina (CIP-COSUDE) ejecutado a nivel de Bolivia, Ecuador y Perú.

Contacto:

André Devaux- Graham Thiele
Centro Internacional de la Papa – CIP
Apartado 1558, Lima 12, Perú
Tel.: (51-1) 349 6017 – Fax: (51) 349 5638
E- mail: a.devaux@cgiar.org



PREFACIO

El presente documento recoge resultados de investigaciones efectuadas por la Fundación PROINPA entre 1989-2000, sobre el Gorgojo de los Andes, plaga insectil de importancia primaria que afecta al cultivo de la papa en las zonas productoras de Bolivia; y responde a la necesidad de poner esta información a disposición de otras entidades nacionales de investigación y desarrollo agrícola, así como de otros países de la zona andina.

Las investigaciones que se desarrollan en el documento son para las especies *Premnotrypes latithorax*, *Rhigopsidius tucumanus* y *Phyrdenus* sp., y se han estructurado por capítulos. El primer capítulo abarca aspectos básicos como morfología, biología, fluctuación poblacional, distribución geográfica, daños y métodos de control que los agricultores normalmente utilizan. En el segundo se describen y analizan resultados de investigaciones en el manejo de las tres importantes especies de gorgojo con diferentes métodos de control, resultados a partir de los cuales se han identificado importantes componentes para implementar la estrategia de manejo integrado de la plaga. En el tercer capítulo, se describen todos los componentes validados e incorporados dentro la estrategia de manejo integrado de *Premnotrypes* spp. y *R. tucumanus*, accesibles al agricultor y compatibles con los sistemas tradicionales del cultivo de papa y el ambiente, también se validan resultados de algunos componentes. El cuarto capítulo expone estudios de caso de experiencias del proceso de transferencia del manejo integrado de las especies *P. latithorax* y *R. tucumanus* y su impacto, considerando muy de cerca aspectos socioeconómicos que afectan o favorecen la adopción de tecnologías difundidas.

Actualmente se continúa investigando en coordinación con otros centros de investigación europeos, como en la identificación de moléculas involucradas en la atracción de los gorgojos adultos a objeto de producir feromonas para el control del gorgojo. Por otro lado, la información que se concentra en este documento es un aporte a la generación de tecnologías y que en la actualidad se encuentra en un proceso de difusión a través de las diversas metodologías participativas.

Esperamos que este documento también sea útil para propósitos de aplicación o adecuación de las tecnologías expuestas y/o para deliberaciones de opciones futuras de investigación en donde el control gorgojo de los Andes resulta importante para la economía de la agricultura andina.

Dr. Antonio Gandarillas A.
Gerente General
Fundación PROINPA

Dr. André Devaux
Coordinador Regional
Proyecto PAPA ANDINA

RECONOCIMIENTOS

Las investigaciones que sustentan el presente documento fueron posibles gracias al soporte técnico, coordinación, facilidades y logística de la Fundación PROINPA y su elaboración y publicación, al apoyo financiero del Proyecto Papa Andina (CIP-COSUDE) y el Proyecto Marchitez Bacteriana (CIP-DFID).

A los ingenieros Jaime Herbas, Grover Iporre, Hernán Cardozo, Vladimir Lino, Edson Gandarillas, quienes que con su trabajo profesional han contribuido en la generación de conocimientos que se incluyen en el documento.

Un merecido reconocimiento a la Ing. Janett Ramos por su dedicación en la sistematización y producción del presente documento.

Los autores

Jaime Herbas
Grover Iporre
Hernán Cardozo

Vladimir Lino
Edson Gandarillas
Janett Ramos

CONTENIDO

| | |
|---|------|
| PREFACIO | V |
| RECONOCIMIENTOS..... | VI |
| CONTENIDO..... | VII |
| ANEXOS..... | VIII |
| CUADROS..... | XI |
| FIGURAS..... | XII |
| LÁMINAS..... | XV |
| | |
| CAPÍTULO I..... | 17 |
| | |
| CONSIDERACIONES BÁSICAS SOBRE EL GORGOJO DE LOS ANDES..... | 19 |
| | |
| 1.1. ANTECEDENTES..... | 19 |
| 1.1.1. Taxonomía..... | 19 |
| 1.2. <i>Premnotrypes latithorax</i> | 20 |
| 1.2.1. Origen..... | 20 |
| 1.2.2. Distribución..... | 21 |
| 1.2.3. Biología y morfología..... | 22 |
| 1.2.4. Hábitos de vida..... | 23 |
| 1.2.5. Fluctuación poblacional..... | 27 |
| 1.3. <i>Rhigopsidius tucumanus</i> | 28 |
| 1.3.1. Origen..... | 28 |
| 1.3.2. Distribución..... | 28 |
| 1.3.3. Biología y morfología..... | 29 |
| 1.3.4. Hábitos de vida..... | 30 |
| 1.3.5. Fluctuación poblacional..... | 31 |
| 1.4. <i>Phyrdenus</i> sp..... | 34 |
| 1.4.1. Origen..... | 34 |
| 1.4.2. Distribución..... | 34 |
| 1.4.3. Biología y morfología..... | 34 |
| 1.4.4. Fluctuación poblacional..... | 35 |
| 1.5. DAÑOS..... | 37 |
| 1.5.1. <i>Premnotrypes latithorax</i> | 37 |
| 1.5.1.1. Daño en el tubérculo..... | 37 |
| 1.5.1.2. Daño al follaje..... | 38 |
| 1.5.2. <i>Rhigopsidius tucumanus</i> | 39 |
| 1.5.2.1. Daño en los tubérculos..... | 39 |
| 1.5.2.2. Daño en el follaje..... | 40 |
| 1.5.3. <i>Phyrdenus</i> sp..... | 43 |
| 1.6. FORMAS DE CONTROL DEL GORGOJO DE LOS ANDES POR PARTE DEL AGRICULTOR | 43 |
| 1.6.1. <i>Premnotrypes latithorax</i> | 43 |
| 1.6.2. <i>Rhigopsidius tucumanus</i> | 44 |
| 1.6.3. <i>Phyrdenus</i> sp..... | 44 |
| 1.7. RESUMEN..... | 44 |
| 1.7.1. Importancia, biología y etología del gorgojo de los Andes..... | 44 |
| 1.7.2. Fluctuación poblacional..... | 45 |
| | |
| CAPÍTULO II..... | 47 |
| DESARROLLO DE COMPONENTES PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL GORGOJO DE LOS ANDES | 49 |

| | |
|---|----|
| 2.1. INTRODUCCIÓN..... | 49 |
| 2.2. <i>Premnotrypes latithorax</i> | 49 |
| 2.2.1. Control biológico..... | 49 |
| 2.2.1.1. Control con <i>Beauveria brongniartii</i> en condiciones de campo..... | 49 |
| 2.2.1.2. Control con <i>Beauveria brongniartii</i> en condiciones de almacén..... | 49 |
| 2.2.2. Control cultural (remoción de focos de infestación)..... | 50 |
| 2.2.3. Control con variedades precoces..... | 50 |
| 2.2.4. Control con barreras vegetales..... | 51 |
| 2.2.5. Control mecánico (trampas de caída o zanjas revestidas con plástico)..... | 51 |
| 2.2.6. Control químico..... | 53 |
| 2.2.7. Estudios comparativos de diferentes métodos de control de <i>P. latithorax</i> en condiciones de campo..... | 56 |
| 2.3. <i>Premnotrypes latithorax</i> y <i>Rhigopsidius tucumanus</i> | 59 |
| 2.3.1. Avances en la investigación para la aplicación de control biológico..... | 59 |
| 2.3.1.1. <i>Bacillus thuringiensis</i> | 59 |
| 2.3.1.2. <i>Beauveria brongniartii</i> | 59 |
| 2.3.1.2.1. Patogenicidad..... | 59 |
| 2.3.1.2.2. Multiplicación masiva..... | 61 |
| 2.3.1.2.3. Viabilidad durante su conservación..... | 62 |
| 2.3.2. Control del gorgojo de los Andes con <i>B. brongniartii</i> en condiciones de invernadero..... | 63 |
| 2.3.3. Evaluación de resistencia del cultivo de papa al gorgojo de los Andes..... | 63 |
| 2.4. <i>Rhigopsidius tucumanus</i> | 65 |
| 2.4.1. Control biológico..... | 65 |
| 2.4.2. Tratamiento de tubérculos semilla en bolsas de polietileno (control físico)..... | 66 |
| 2.4.3. Control con barreras de polietileno (control mecánico)..... | 67 |
| 2.4.4. Tratamiento de tubérculos..... | 69 |
| 2.4.4.1. Tratamiento químico de tubérculos..... | 69 |
| 2.4.4.2. Tratamiento de tubérculos por otros métodos de desinfección..... | 71 |
| 2.4.5. Control químico en campo..... | 72 |
| 2.4.5.1. Estudios comparativos de métodos de control de <i>R. tucumanus</i> en condiciones de campo..... | 75 |
| 2.5. <i>Phyrdenus</i> sp..... | 78 |
| 2.5.1. Control químico..... | 78 |
| 2.6. RESUMEN..... | 80 |
| 2.6.1. Control biológico..... | 80 |
| 2.6.2. Prácticas culturales como método de control del gorgojo de los Andes..... | 81 |
| 2.6.2.1. Barreras vegetales..... | 81 |
| 2.6.2.2. Focos de infestación..... | 81 |
| 2.6.2.3. Utilización de variedades precoces..... | 81 |
| 2.6.3. Control mecánico..... | 82 |
| 2.6.4. Tratamiento de tubérculos semilla..... | 82 |
| 2.6.4.1. Tratamiento físico..... | 82 |
| 2.6.4.2. Tratamiento químico..... | 82 |
| 2.6.5. Control químico en campo..... | 82 |
| ANEXOS | 85 |
| ANEXO 1. Tratamientos con insecticidas químicos y resultados en el control de <i>P. latithorax</i> a través de los años en diferentes zonas paperas de Cochabamba y La Paz..... | 87 |
| ANEXO 2. Tratamientos combinados y resultados en el control de <i>P. latithorax</i> a través de los años y en condiciones de campo en Cochabamba..... | 88 |

| | |
|---|-----|
| ANEXO 3. Tratamientos químicos en tubérculos semilla infectados por <i>R. tucumanus</i> y resultados del seguimiento en campo a través de los años en Tarija y Potosí..... | 89 |
| ANEXO 4. Tratamientos combinados y resultados en el control de <i>R. tucumanus</i> en tubérculos semilla en Chuquisaca, Potosí y Cochabamba..... | 90 |
| ANEXO 5. Tratamientos con insecticidas químicos y resultados en el control de <i>R. tucumanus</i> a través de los años en diferentes zonas paperas de Chuquisaca, Tarija y Potosí..... | 91 |
| ANEXO 6. Tratamientos combinados y resultados en el control de <i>R. tucumanus</i> en condiciones de campo, en Chuquisaca, Potosí y Tarija..... | 93 |
| ANEXO 7. Tratamientos y resultados con insecticidas químicos contra <i>Phyrdenus</i> sp. en el Valle Central de Tarija y en el valle de Mizque en Cochabamba, 1994-95 y 1995-96..... | 95 |
| | |
| CAPÍTULO III..... | 97 |
| MANEJO INTEGRADO DEL GORGOJO DE LOS ANDES..... | 99 |
| | |
| 3.1. INTRODUCCIÓN..... | 99 |
| 3.2. EXPERIENCIAS EN EL MANEJO INTEGRADO DE <i>P. latithorax</i> | 99 |
| 3.2.1. Componentes del Manejo Integrado de <i>P. latithorax</i> en campo y almacén..... | 101 |
| 3.2.1.1. Remoción del suelo en focos de infestación..... | 101 |
| 3.2.1.2. Remoción o arado del campo cosechado..... | 101 |
| 3.2.1.3. Eliminación de plantas voluntarias o "qu'ipas"..... | 101 |
| 3.2.1.4. Zanjas revestidas de plástico alrededor de las parcelas..... | 102 |
| 3.2.1.5. Aplicación de productos químicos..... | 102 |
| 3.2.1.6. Cosecha oportuna..... | 102 |
| 3.2.1.7. Recolección nocturna de adultos..... | 102 |
| 3.2.1.8. Empleo de pollos como predadores..... | 102 |
| 3.2.1.9. Uso de mantas o bolsas durante la cosecha..... | 102 |
| 3.2.1.10. Empleo del hongo <i>Beauveria brongniartii</i> en almacén..... | 102 |
| 3.3. EXPERIENCIAS EN EL MANEJO INTEGRADO DE <i>Rhigopsidius tucumanus</i> | 103 |
| 3.3.1. Componentes del MIP- <i>R. tucumanus</i> | 104 |
| 3.3.1.1. MIP- <i>R. tucumanus</i> en almacén..... | 104 |
| 3.3.1.1.1. Selección de tubérculos semilla..... | 104 |
| 3.3.1.1.2. Embolsado de la semilla infestada (previo a la siembra)..... | 104 |
| 3.3.1.1.3. Tratamiento químico de tubérculos semilla..... | 107 |
| 3.3.1.2. MIP- <i>R. tucumanus</i> en campo..... | 107 |
| 3.3.1.2.1. Eliminación de plantas voluntarias o "quipas"..... | 107 |
| 3.3.1.2.2. Recolección nocturna de gorgojos adultos..... | 107 |
| 3.3.1.2.3. Construcción de barreras de plástico alrededor de las parcelas..... | 107 |
| 3.3.1.2.4. Aplicación de insecticidas..... | 107 |
| | |
| CAPÍTULO IV..... | 109 |
| TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL GORGOJO DE LOS ANDES..... | 111 |
| | |
| 4.1. EVALUACIÓN DE LA ADOPCIÓN E IMPACTO ECONÓMICO DEL MANEJO INTEGRADO DEL GORGOJO <i>P. latithorax</i> EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE LA PAZ. Caso Tarakollo-Kollana (Provincia Aroma)..... | 111 |
| 4.1.1. Antecedentes..... | 111 |
| 4.1.1.1. La comunidad de Tarakollo (Kollana) y su sistema de producción..... | 111 |
| 4.1.2. Línea de base para capacitar a agricultores en MIP- <i>P. latithorax</i> | 111 |
| 4.1.2.1. Conocimiento del insecto y su manejo..... | 111 |
| 4.1.2.2. Pérdidas económicas que ocasiona <i>P. latithorax</i> | 112 |
| 4.1.3. Capacitación en MIP- <i>Premnotrypes</i> spp..... | 112 |
| 4.1.3.1. Uso de componentes del MIP- <i>Premnotrypes</i> spp..... | 114 |

| | | |
|-------------------|--|-----|
| 4.1.3.2. | Reducción del porcentaje de daño de los tubérculos con MIP- <i>Premnotrypes</i> spp..... | 115 |
| 4.1.4. | Beneficios económicos del MIP- <i>Premnotrypes</i> spp..... | 115 |
| 4.1.5. | Adopción de la tecnología..... | 116 |
| 4.1.6. | Rentabilidad de la investigación y transferencia del MIP- <i>Premnotrypes</i> spp..... | 118 |
| 4.1.7. | Retos para el futuro..... | 119 |
| 4.2. | TRANSFERENCIA DEL MANEJO INTEGRADO DE <i>Rhigopsidius tucumanus</i> | 119 |
| 4.2.1. | Línea de base..... | 119 |
| 4.2.1.1. | Importancia y conocimiento de la morfología, biología y etología de <i>R. tucumanus</i> por parte del agricultor..... | 119 |
| 4.2.1.2. | Alternativas de control de <i>R. tucumanus</i> empleadas por el agricultor..... | 120 |
| 4.2.2. | Validación participativa de componentes del MIP- <i>R. tucumanus</i> | 121 |
| 4.2.2.1. | Comparación de daños de <i>R. tucumanus</i> en los tubérculos con la estrategia MIP y del agricultor..... | 121 |
| 4.2.2.2. | Eficiencia de control de los componentes del MIP- <i>R. tucumanus</i> | 122 |
| 4.2.2.2.1. | Evaluación de la eficiencia del control físico de <i>R. tucumanus</i> en criterio de los agricultores..... | 123 |
| 4.2.2.3. | Rentabilidad del MIP- <i>R. tucumanus</i> en parcelas de agricultores..... | 124 |
| 4.2.3. | Opinión del agricultor respecto a los componentes del MIP- <i>R. tucumanus</i> | 124 |
| 4.2.3.1. | Control físico..... | 124 |
| 4.2.3.2. | Control químico..... | 125 |
| 4.2.4. | Adopción de componentes del MIP- <i>R. tucumanus</i> | 126 |
| 4.2.4.1. | Factores que influyen en la adopción de los componentes del MIP- <i>R. tucumanus</i> | 126 |
| 4.2.4.1.1. | Migración..... | 127 |
| 4.2.4.1.2. | Recursos económicos..... | 127 |
| 4.2.4.1.3. | Riesgos climáticos..... | 128 |
| 4.2.5. | Ventajas y desventajas de los componentes físico-químicos del MIP- <i>R. tucumanus</i> en criterio del agricultor..... | 128 |
| 4.2.5.1. | Ventajas..... | 128 |
| 4.2.5.2. | Desventajas..... | 129 |
| 4.2.6. | Evaluación de la factibilidad del MIP – <i>R. tucumanus</i> | 130 |
| 4.2.6.1. | Control físico..... | 130 |
| 4.2.6.2. | Control químico..... | 130 |
| 4.2.7. | Difusión espontánea del MIP- <i>R. tucumanus</i> | 131 |
| 4.2.7.1. | Eficacia de la difusión espontánea..... | 131 |
| 4.2.7.1.1. | Biología y hábitos del gorgojo <i>R. tucumanus</i> | 131 |
| 4.2.7.1.2. | Control físico..... | 132 |
| 4.2.7.1.3. | Control químico..... | 132 |
| 4.2.7.2. | Eficiencia del control químico practicado por agricultores "espontáneos"..... | 133 |
| 4.2.7.3. | Fuentes de información entre agricultores..... | 133 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | | 135 |

CUADROS

| | | |
|-----------|---|----|
| Cuadro 1. | Distribución geográfica de los géneros y especies del Gorgojo de los Andes en el altiplano del Departamento de La Paz..... | 21 |
| Cuadro 2. | Duración en días del ciclo biológico de <i>P. latithorax</i> en condiciones de laboratorio a 14.5 °C de temperatura y 56.5% de humedad relativa. Centro Toralapa, 1993..... | 23 |
| Cuadro 3. | Características de las posturas de huevos por hembra de <i>P. latithorax</i> | 25 |
| Cuadro 4. | Distancias recorridas por el gorgojo <i>P. latithorax</i> | 25 |

| | |
|---|-----|
| Cuadro 5. Población promedio y totales de diferentes estadios de <i>Premnotrypes</i> spp. por punto de muestreo (120 cm ²), en tres comunidades de Candelaria..... | 26 |
| Cuadro 6. Medidas y duración en días de los estados de desarrollo de <i>R. tucumanus</i> | 30 |
| Cuadro 7. Ciclo biológico del gorgojo <i>Phyrdenus</i> sp. en laboratorio. Tarija 1994-95..... | 34 |
| Cuadro 8. Daño foliar en plantas de papa ocasionados por adultos de <i>P. latithorax</i> , en las localidades de Chaupiloma y Pilapata, Provincia Carrasco, Cochabamba..... | 38 |
| Cuadro 9. Porcentaje de daño de <i>R. tucumanus</i> en tubérculos en condiciones de campo en Potosí y Chuquisaca, 1991-92..... | 39 |
| Cuadro 10. Daños ocasionados por <i>Phyrdenus</i> sp. en el cultivo de la papa. Provincias Arce, Cercado y Aviles (Tarija)..... | 43 |
| Cuadro 11. Población de <i>P. latithorax</i> en focos de infestación de 6 m ² de superficie promedio en Kollana (La Paz) y Candelaria (Cochabamba). 1994-95..... | 50 |
| Cuadro 12. Épocas de instalación de zanjas revestidas de plástico para el control mecánico del gorgojo de los Andes. Kollana, La Paz. 1997..... | 51 |
| Cuadro 13. Porcentaje de daño de <i>Premnotrypes</i> spp. en tubérculos cosechados de parcelas con y sin zanjas revestidas de plástico. Taracollo, Kollana, 1997..... | 52 |
| Cuadro 14. Características de desarrollo y esporulación de ocho aislamientos del hongo <i>B. brongniartii</i> . Cochabamba, 1994..... | 60 |
| Cuadro 15. Tiempo letal (TL50) y porcentaje de mortalidad acumulado en adultos de <i>P. latithorax</i> y <i>R. tucumanus</i> , después de ser inoculados con 1.18 x 10 ⁷ conidias de <i>B. brongniartii</i> por ml de agua a 16.5 °C de temperatura. Cochabamba, 1994..... | 60 |
| Cuadro 16. Dosis Letal Media (DL50) y tiempo en días que tardan en morir especímenes de <i>P. latithorax</i> y <i>R. tucumanus</i> , después de ser tratados con tres dosis del hongo <i>B. brongniartii</i> (aislamiento Ayopaya). Cochabamba, 1994..... | 61 |
| Cuadro 17. Tratamientos para la multiplicación de <i>B. brongniartii</i> aislamiento Ayopaya. Toralapa, Cochabamba. 1996-97 y 1997-98..... | 61 |
| Cuadro 18. Descripción de los métodos de conservación de <i>B. brongniartii</i> . Cochabamba, 1999..... | 62 |
| Cuadro 19. Tratamientos con el hongo <i>B. brongniartii</i> (aislamiento Ayopaya) para el control de <i>P. latithorax</i> y <i>R. tucumanus</i> en condiciones de invernadero..... | 63 |
| Cuadro 20. Pruebas de eficiencia de <i>B. brongniartii</i> en el control de <i>P. latithorax</i> y <i>R. tucumanus</i> en condiciones de invernadero. Cochabamba, 1994-95..... | 63 |
| Cuadro 21. Material promisorio de papa resistente a nematodos y heladas generado por PROINPA y evaluado contra <i>P. latithorax</i> | 65 |
| Cuadro 22. Metodología seguida en la estrategia MIP- <i>Premnotrypes</i> spp..... | 99 |
| Cuadro 23. Descripción de los componentes MIP empleados contra <i>R. tucumanus</i> . Chuquisaca, 1995..... | 103 |
| Cuadro 24. Análisis marginal (Bs/ha) y Tasa de Retorno Marginal (TRM) de los tratamientos no dominados. Yamparaez, Chuquisaca, 1994-95..... | 104 |
| Cuadro 25. Grado de daño del gorgojo por año agrícola. Taracollo, Kollana (n=20) 1998..... | 115 |
| Cuadro 26. Costos que varían en el control del gorgojo en La Paz (Bs por ha)..... | 116 |
| Cuadro 27. Beneficios por el control del gorgojo en La Paz (Bs/ha)..... | 117 |
| Cuadro 28. Análisis marginal del manejo integrado del gorgojo (Bs/ha)..... | 118 |
| Cuadro 29. Análisis de costo-beneficio de MIP gorgojo (\$US)..... | 118 |
| Cuadro 30. Incidencia de daño en los tubérculos por efecto de <i>R. tucumanus</i> con y sin aplicación del Manejo Integrado..... | 122 |
| Cuadro 31. Eficiencia del control físico por quintal de tubérculos semilla..... | 123 |

| | |
|---|-----|
| Cuadro 32. Estimación de los beneficios netos con la aplicación del MIP- <i>R. tucumanus</i> en parcelas de agricultores..... | 124 |
|---|-----|

FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Patrones electroforéticos en bandas proteicas de tres especies del gorgojo de los Andes..... | 20 |
| Figura 2. Zonas paperas de Bolivia afectadas por el gorgojo de los Andes <i>P. latithorax</i> | 22 |
| Figura 3. Migración de adultos del gorgojo <i>Premnotrypes</i> spp. de almacén a campos de cultivo..... | 24 |
| Figura 4. Tiempo de desplazamiento empleado por adultos del gorgojo de los Andes al cultivo de papa..... | 26 |
| Figura 5. Fluctuación poblacional de larvas y adultos de <i>P. latithorax</i> en campo..... | 27 |
| Figura 6. Fluctuación poblacional de adultos de <i>P. latithorax</i> en las localidades de Chaupiloma y Pilapata (Prov. Carrasco, Cochabamba, 1991-92)..... | 27 |
| Figura 7. Relación sincronizada del ciclo biológico de <i>Premnotrypes</i> spp. con la fenología del cultivo de papa, Siembra de noviembre a abril (Provincia Chapare, Cochabamba)..... | 28 |
| Figura 8. Zonas paperas de Bolivia afectadas por el gorgojo <i>R. tucumanus</i> | 29 |
| Figura 9. Desarrollo sincronizado de <i>R. tucumanus</i> con la fenología del cultivo de papa..... | 31 |
| Figura 10. Fluctuación poblacional de adultos y larvas de <i>R. tucumanus</i> . Yamparaez, Chuquisaca. 1992-93..... | 32 |
| Figura 11. Fluctuación poblacional de adultos de <i>R. tucumanus</i> en tres comunidades de Potosí. 1992-93..... | 32 |
| Figura 12. Fluctuación poblacional de adultos del gorgojo <i>R. tucumanus</i> en dos localidades, Iscayachi, Tarija 1992-93..... | 33 |
| Figura 13. Fluctuación poblacional de <i>P. latithorax</i> , <i>P. solaniperda</i> , <i>Scotoeborus</i> sp., <i>R. tucumanus</i> y <i>Lystroderes</i> sp., recolectados durante el ciclo vegetativo del cultivo de papa (Kollana- La Paz, 1997)..... | 33 |
| Figura 14. Fluctuación poblacional de <i>Phyrdenus</i> sp. en el cultivo de papa en la siembra Mishk'a. Valle Central, Tarija 1993-94..... | 35 |
| Figura 15. Fluctuación poblacional de <i>Phyrdenus</i> sp. en el cultivo de papa en la siembra Tardía. Valle Central, Tarija 1993-94..... | 35 |
| Figura 16. Fluctuación poblacional de <i>Phyrdenus</i> sp. en el cultivo de papa en el Valle de San Andrés, Tarija 1994-95..... | 36 |
| Figura 17. Fluctuación poblacional de adultos de <i>Phyrdenus</i> sp., en la comunidad de Cazorla. Siembras Temporal y Lojru (Prov. Mizque - Cochabamba, 1995-96)..... | 37 |
| Figura 18. Porcentaje de daño del gorgojo de los Andes <i>Premnotrypes</i> sp. en dos sistemas de producción de cultivos. Pumani, La Paz, 1996..... | 38 |
| Figura 19. Número de larvas y tubérculos dañados en almacén, provenientes de ensayos en campo con y sin aplicación de insecticida. Chinoli-Potosí, 1991-92..... | 40 |
| Figura 20. Daño foliar causado por adultos de <i>R. tucumanus</i> en parcelas con y sin insecticida. Chinoli, Potosí. 1991-92..... | 40 |
| Figura 21. Géneros de gorgojos recolectados en las zanjas revestidas con plástico por fecha de instalación de las zanjas. Kollana, La Paz, 1996-97..... | 51 |
| Figura 22. Porcentaje de gorgojos adultos capturados en tres diferentes fechas de instalación de zanjas revestidas con plástico. Kollana - La Paz, 1996-97..... | 52 |
| Figura 23. Porcentaje de daño de <i>Premnotrypes</i> spp. en tubérculos recién cosechados de parcelas tratadas con insecticidas. Candelaria - Cochabamba..... | 53 |

| | |
|---|----|
| Figura 24. Porcentaje de daño de <i>Premnotrypes</i> spp. en tubérculos de ensayos de control químico. Candelaria - Cochabamba, 1994-95..... | 53 |
| Figura 25. Porcentaje de daño y beneficio parcial, en tratamientos de control químico contra <i>Premnotrypes</i> sp. Candelaria - Cochabamba, 1995-96..... | 54 |
| Figura 26. Daño promedio de <i>P. latithorax</i> en los tubérculos con la aplicación de tres insecticidas con el CIAL de Cebada Jichana (Tiraque, Cochabamba)..... | 54 |
| Figura 27. Porcentaje de daño por <i>Premnotrypes</i> spp. en los tubérculos por efecto de la aplicación de tres insecticidas químicos por el CIAL de Cebada Jichana, 1998..... | 55 |
| Figura 28. Rendimientos y porcentaje de daño de <i>Premnotrypes</i> spp. en tubérculos de la variedad Luk'y por efecto de la aplicación de tres insecticidas químicos en el CIAL Kollana. La Paz, 1997-98..... | 56 |
| Figura 29. Control del gorgojo <i>Premnotrypes</i> spp. con insecticidas químicos en el CIAL de Tarakollo (Kollana, La Paz) 1999..... | 56 |
| Figura 30. Comparación de daños de <i>P. latithorax</i> en los tubérculos por la aplicación de barreras vegetales y barrera química frente al Carbofuran, en Chaupiloma y Pilapata (Prov. Carrasco, Cochabamba)..... | 57 |
| Figura 31. Porcentaje promedio de daño en los tubérculos por efecto de diferentes métodos de control de <i>P. latithorax</i> en Candelaria y Cotani (Prov. Chapare y Tiraque, Cochabamba)..... | 58 |
| Figura 32. Porcentaje de daño de <i>P. latithorax</i> en los tubérculos, por efecto de la aplicación de insecticidas químicos, <i>B. brongniartii</i> y hojas de muña, en Chullchunqani y Toralapa. 1997-98..... | 58 |
| Figura 33. Desarrollo del hongo <i>B. brongniartii</i> y contaminación en tres medios de cultivo. Toralapa, Cochabamba. 1996-97..... | 62 |
| Figura 34. Variedades potenciales y un clon promisorio evaluados por su resistencia a <i>Premnotrypes</i> spp. y <i>R. tucumanus</i> en laboratorio. Cochabamba. 1995-96..... | 64 |
| Figura 35. Incidencia e intensidad de daño de <i>R. tucumanus</i> en tubérculos en campo, por efecto del hongo <i>B. brongniartii</i> . Yamparaez, Chuquisaca, 1994-95..... | 66 |
| Figura 36. Eficiencia en el control de <i>R. tucumanus</i> a diferentes tiempos de exposición de los tubérculos semilla dentro bolsas plásticas transparentes y negras. Yamparaez, Chuquisaca, 1995-96..... | 66 |
| Figura 37. Porcentaje de daño inicial y daño a la cosecha en los tubérculos por la presencia de <i>R. tucumanus</i> en parcelas con protección de barreras de polietileno. Yamparaez, Chuquisaca. 1996-97..... | 67 |
| Figura 38. Porcentaje de daño inicial y a la cosecha en los tubérculos por la presencia de <i>R. tucumanus</i> en parcelas con protección de barreras de polietileno y presión de protección. Yamparaez, Chuquisaca. 1996-97..... | 68 |
| Figura 39. Porcentaje de daño inicial y a la cosecha en tubérculos sanos e infectados por <i>R. tucumanus</i> en parcelas sin protección. Yamparaez, Chuquisaca. 1996-97..... | 68 |
| Figura 40. Rendimientos y porcentaje de insectos muertos en tubérculos tratados con Phostoxin a los 2 y 30 días después..... | 69 |
| Figura 41. Insectos muertos de <i>R. tucumanus</i> en tubérculos tratados antes de la siembra y porcentaje de daño en tubérculos al momento de la cosecha por efecto de la aplicación de tres insecticidas. Isayachi, Tarija, 1994..... | 70 |
| Figura 42. Eficiencia de control de <i>R. tucumanus</i> en porcentaje con los insecticidas Furateocarb y Phostoxin..... | 70 |
| Figura 43. Porcentajes de daño de <i>R. tucumanus</i> en tubérculos a la cosecha por efecto de la aplicación de Furateocarb y Carbofuran..... | 70 |
| Figura 44. Abandono de los gorgojos adultos de <i>R. tucumanus</i> fuera de los tubérculos por efecto de plantas repelentes y uso de bolsas plásticas..... | 71 |

| | |
|--|-----|
| Figura 45. Porcentaje de control de <i>R. tucumanus</i> con tratamientos químicos, verdeo y termoterapia en tubérculos infectados..... | 72 |
| Figura 46. Porcentaje de daño de <i>R. tucumanus</i> en tubérculos tratados con Carbofuran e Isazophos..... | 73 |
| Figura 47. Incidencia e intensidad de daño de <i>R. tucumanus</i> en tubérculos tratados con los insecticidas Carbofuran y Triflumuron en diferentes épocas de aplicación..... | 73 |
| Figura 48. Porcentajes de daño de <i>R. tucumanus</i> en los tubérculos a la cosecha por efecto de la aplicación de insecticidas selectivos..... | 74 |
| Figura 49. Porcentaje de daño de <i>R. tucumanus</i> en los tubérculos por efecto de diferentes insecticidas selectivos respecto a Carbofuran..... | 74 |
| Figura 50. Porcentaje de daño de <i>R. tucumanus</i> en los tubérculos, por efecto de cinco insecticidas y un testigo absoluto. Ojo de Agua, Potosí, 1997..... | 75 |
| Figura 51. Porcentaje de daño de <i>R. tucumanus</i> en tubérculos, por efecto de insecticidas selectivos frente al Carbofuran en Tarija (San Lorencito e Isacayachi). 1996-97..... | 75 |
| Figura 52. Daños de <i>R. tucumanus</i> en los tubérculos por efecto de la aplicación de barreras de oca y de polietileno y el insecticida Carbofuran. E. E. Isacayachi (Tarija), 1991-92..... | 76 |
| Figura 53. Daños de <i>R. tucumanus</i> en los tubérculos por efecto de la aplicación de barreras de tarwi y químico y el insecticida Carbofuran. Chinoli y Yanamocko (Potosí), 1993-94..... | 76 |
| Figura 54. Daños de <i>R. tucumanus</i> en tubérculos al momento de la cosecha, por efecto de insecticidas químicos y su combinación con barreras de tarwi y químicas. Yamparaez (Chuquisaca), 1993..... | 77 |
| Figura 55. Daños de <i>R. tucumanus</i> en tubérculos al momento de la cosecha, por efecto de tratamientos químicos de los tubérculos semilla y aplicados en campo en tubérculos infectados y sanos. Ojo de Agua y Cuartos (Potosí), 1993..... | 77 |
| Figura 56. Daños de <i>R. tucumanus</i> en tubérculos al momento de la cosecha, por efecto de tratamientos a la semilla y aplicaciones de insecticidas selectivos. Quirahuani (Chuquisaca), 1997..... | 78 |
| Figura 57. Daño de <i>Phyrdenus</i> sp. por efecto de cinco tratamientos. Ensayo de control químico, Valle de San Andrés, Tarija. 1994-95..... | 79 |
| Figura 58. Control químico del gorgojo <i>Phyrdenus</i> sp. en las siembras Mishk'a y Temporal. Cazorla (Provincia Mizque). Cochabamba. 1994-95..... | 79 |
| Figura 59. Control químico de <i>Phyrdenus</i> sp., en la comunidad de Cazorla, Mizque, Cochabamba. 1995-96..... | 80 |
| Figura 60. Representación esquemática de los daños causados por <i>Premnotrypes</i> spp. en los tubérculos de acuerdo a la posición de las plantas dentro la parcela. Candelaria, Cochabamba. 1994-95..... | 100 |
| Figura 61. Porcentaje de daño de <i>Rhigopsidius tucumanus</i> en parcelas MIP frente a parcelas testigo del agricultor. Candelaria, Cochabamba. 1995-96..... | 100 |
| Figura 62. Porcentaje e intensidad de daño ocasionado por <i>R. tucumanus</i> bajo el efecto de seis tratamientos y un testigo. Yamparaez-Chuquisaca 1994-95..... | 103 |
| Figura 63. Principales plagas citadas por los agricultores de Tarakollo, Kollana- La Paz, 1995..... | 112 |
| Figura 64. Potencial de aceptación de componentes del MIP-gorgojo. Tarakollo, Kollana. 1995..... | 113 |
| Figura 65. Componentes del MIP gorgojo usados por el grupo MIP de agricultores en Tarakollo..... | 114 |
| Figura 66. Conocimiento del agricultor sobre la biología y hábitos de <i>R. tucumanus</i> | 120 |
| Figura 67. Alternativas de control de <i>R. tucumanus</i> empleados por los agricultores..... | 121 |
| Figura 68. Incidencia de daño de <i>R. tucumanus</i> en los tubérculos por efecto de la aplicación de uno o más componentes del MIP..... | 123 |

| | |
|---|-----|
| Figura 69. Factibilidad de aplicación del embolsado de tubérculos-semilla para el control de <i>R. tucumanus</i> por parte de los agricultores..... | 125 |
| Figura 70. Factibilidad de aplicación del control químico de <i>R. tucumanus</i> por parte de los agricultores..... | 125 |
| Figura 71. Adopción de los componentes del MIP- <i>R. tucumanus</i> por parte de los agricultores en Pampa Yampara, Quirahuani y Alcantari (Yamparaez, Chuquisaca)..... | 126 |
| Figura 72. Ventajas en la preferencia del control físico y químico de <i>R. tucumanus</i> | 129 |
| Figura 73. Desventajas en las preferencias de parte del agricultor por el control físico y químico de <i>R. tucumanus</i> | 129 |
| Figura 74. Dificultades en la eficacia del control físico de <i>R. tucumanus</i> | 130 |
| Figura 75. Eficacia de uso del control químico de <i>R. tucumanus</i> por parte de los agricultores..... | 131 |
| Figura 76. Conocimiento de la biología y hábitos de <i>R. tucumanus</i> por los agricultores con difusión "espontánea"..... | 132 |
| Figura 77. Eficacia de uso del control químico de <i>Phyrdenus</i> por agricultores espontáneos..... | 132 |
| Figura 78. Canales de difusión espontánea..... | 133 |

LÁMINAS

| | |
|---|-----|
| Lámina 1. Biología, morfología, hábitos, comportamiento y, daños..... | 41 |
| Lámina 2. Manejo Integrado del Gorgojo de los Andes..... | 105 |

CONSIDERACIONES BÁSICAS SOBRE EL GORGOJO DE LOS ANDES

CONSIDERACIONES BÁSICAS SOBRE EL GORGOJO DE LOS ANDES

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES BÁSICAS SOBRE EL GORGOJO DE LOS ANDES

CONSIDERACIONES BÁSICAS SOBRE EL GORGOJO DE LOS ANDES

1.1. ANTECEDENTES

A los gorgojos de los Andes se les conoce con los nombres comunes de "gusano blanco de la papa", "gusano de la papa", "gorgojo de la papa", o simplemente "gusano blanco" (CIP, 1980).

El "gorgojo de los Andes" que incluye varios géneros y especies, se encuentra ampliamente distribuido en las zonas productoras de papa ubicadas en la Cordillera de los Andes, a la cual el gorgojo debe su nombre. Este insecto se encuentra entre los 2500 a 4350 msnm, desde Venezuela hasta Argentina y constituye la plaga de mayor importancia del cultivo de la papa por las galerías que ocasiona en los tubérculos, que afecta su calidad y valor comercial y representa un alto costo para su control (PRACIPA, 1990).

En Bolivia, el gorgojo de los Andes generalmente se encuentra en campos de papa por encima de los 2000 msnm; aunque el género *Phyrdenus* spp. que los agricultores lo denominan "arrocillo", esta presente en los valles mesotérmicos del departamento de Santa Cruz, entre 1800 a 2000 msnm (PROCIPLA, 1988).

Hacia 1990, PROINPA inicio estudios para identificar las limitantes en la producción de papa y generar tecnologías dirigidas a superar estas limitaciones (Watson y Quiroga, 1992). Una primera priorización de las plagas que atacan a la papa resultó de diagnósticos efectuados hasta 1991 en algunas comunidades de los Departamentos de Cochabamba, Chuquisaca y Potosí. Esta priorización fue reforzada con la evaluación de tubérculos provenientes de encuestas de rendimiento indicando como plagas más importantes del cultivo de la papa al gorgojo de los Andes *Premnotrypes* spp. en Cochabamba y *Rhigopsidius tucumanus* en Chuquisaca y Potosí (Barea, 1991). La polilla *Phthorimaea operculella* y la pulguilla de la papa *Epitrix* spp. también resultaron importantes en los tres departamentos (Andrew et al., 1991).

En contraste con los daños ocasionados por la pulguilla de la papa (*Epitrix* sp.) y que son más de tipo cualitativo, la importancia del gorgojo de los Andes como de la polilla de la papa radica en que ambos pueden ocasionar daños cualitativos en los tubérculos (Andrew y Herbas, 1991).

Rhigopsidius tucumanus, *Premnotrypes latithorax*, *Premnotrypes solaniperda*, *Premnotrypes zischkai* y *Phyrdenus* sp., fueron identificados como las especies del gorgojo de los Andes presentes en Bolivia. Sin embargo, de acuerdo a su distribución y daño, *Premnotrypes* spp., *Rhigopsidius tucumanus* y *Phyrdenus* sp. se distinguieron como los más importantes en el cultivo de la papa (Andrew et al., 1999). El desarrollo de estrategias de control por parte de PROINPA se concentró en estas tres especies, empezando por el estudio de su biología, etología y fluctuación poblacional, y posterior manejo integrado.

1.1.1. Taxonomía

La clasificación taxonómica del Gorgojo de los Andes (*P. latithorax* y *R. tucumanus*) fue dada por Pierce (1914 y 1949) y Heller (1906), ambos fueron citados por Carvajal (1993), de la siguiente manera:

| | |
|---------------|-----------------------------------|
| Phylum | : Arthropoda |
| Sub phylum | : Mandibulata |
| Clase | : Insecta |
| Orden | : Coleóptera |
| Sub orden | : Polyphaga |
| Serie | : Rhyncophora |
| Super familia | : Curculionidea |
| Familia | : Curculionidae (Latreille, 1804) |

| | |
|-------------|--|
| Sub familia | : Leptopiirae |
| Tribu | : Premnotrypini (Kuschel, 1956) |
| Género | : <i>Premnotrypes</i> (Pierce, 1949) |
| Especie | : <i>latithorax</i> (Pierce, 1914), <i>solaniperda</i> , <i>zischkai</i> |
| Género | : <i>Rhigopsidius</i> (Heller, 1906) |
| Especie | : <i>tucumanus</i> |
| Género | : <i>Phyrdenus</i> |
| Especie | : <i>muriceus</i> |

Por otro lado, hacia 1996-97 durante dos campañas consecutivas PROINPA incursionó en la determinación de especies del gorgojo de los Andes a través de técnicas electroforéticas para determinar los patrones de proteína de *Premnotrypes zischkai*, *Premnotrypes latithorax* y *Rhigopsidius tucumanus*.

En los dos trabajos, las bandas proteicas de las tres especies fueron de diferentes patrones electroforéticos (Figura 1). La banda inferior fue similar para las tres especies (*P. zischkai*, *P. latithorax* y *R. tucumanus*). Las diferencias por especie se mostraron en la banda superior, *P. latithorax* presentó una banda más ancha que las de *P. zischkai* y *R. tucumanus*; y esta tercera especie, una banda superior más delgada y además más distanciada en relación de las bandas proteicas en las otras dos especies (Calderón *et al.*, 1997; Calderón *et al.*, 1998).

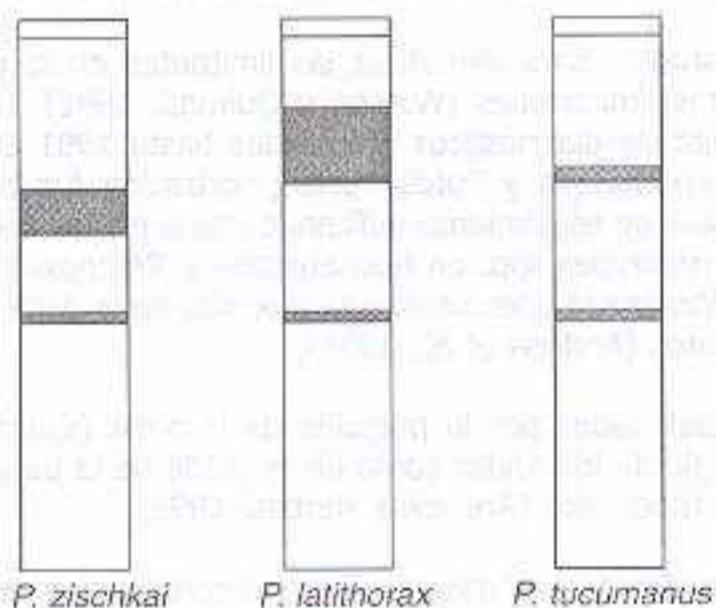


Figura 1. Patrones electroforéticos en bandas proteicas de tres especies del gorgojo de los Andes.

1.2. *Premnotrypes latithorax*

1.2.1. Origen

En 1990, *Premnotrypes spp.* y *Phyrdenus sp.*, se consideraron las más importantes entre 11 plagas detectadas e identificadas en el cultivo de la papa en Cochabamba, las poblaciones de ambas especies eran altas y causaban severos daños en los tubérculos. Otro diagnóstico efectuado en parte del departamento de Cochabamba y en el norte de Potosí y Chuquisaca, también resaltó la importancia de *Premnotrypes spp.* conjuntamente la polilla de la papa *P. operculella* (Barea, 1991 y 1992; Carvajal, 1993).

1.2.2. Distribución

En Bolivia, el gorgojo de los Andes *Premnotrypes* spp. está distribuido en las zonas paperas de los departamentos de Cochabamba, Chuquisaca, Potosí, La Paz y Oruro (Figura 2) (Andrew et al., 1991; Carvajal, 1993; Quiroga et al., 1993; Torrez et al., 1994; Bustamante et al., 1994; Andrew et al., 1999).

En Cochabamba se encuentra en comunidades de las provincias Punata, E. Arce, Jordán, Tiraque, Arani, Chapare (zonas altas), Carrasco (Pojo y Pocona), Tapacarí (Japo y Challa Arriba) (PROINPA, 1990, Watson et al., 1992, Terrazas y Watson, 1992). En Potosí en comunidades de las provincias Saavedra (zonas de Lequezana), Chayanta, Modesto Omiste y Sud Chichas (Barea, 1990 y 1991; Andrew et al., 1990, Morales y Bustamante, 1991). En Oruro el gorgojo fue mencionado como plaga en 14 comunidades distribuidas en la provincia Tomas Barrón y en la parte Norte de la provincia Cercado; asimismo en 10 comunidades de las provincias Nor y Sud Carangas, Avaroa y Poopo ubicados entre 3650 y 3800 msnm (Quiroga et al., 1993, Torrez et al., 1994).

En La Paz, *Premnotrypes* spp. es importante en el Altiplano Norte que comprende parte o toda la superficie cultivada con papa en las provincias Ingavi, Omasuyos, Camacho, Los Andes, Franz Tamayo, Pacajes, B. Saavedra, Manco Kapac y Muñecas (Bustamante et al., 1994). El género *Premnotrypes* en el altiplano de La Paz incluye diferentes especies, también esta presente *R. tucumanus*, sin embargo, *Premnotrypes* es más importante por su mayor distribución y daño (Cuadro 1) (Carvajal, 1996).

Cuadro 1. Distribución geográfica de los géneros y especies del Gorgojo de los Andes en el altiplano del Departamento de La Paz.

| Provincia | Cantón | Localidad | Especies | | | |
|-----------|-------------|---------------|---------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| | | | <i>R. tucumanus</i> | <i>Premnotrypes</i> spp. | <i>Listroderes</i> sp. | <i>Scoteovor</i> s sp. |
| Murillo | Achocalla | Achocalla | * | * | — | — |
| Omasuyos | Achacachi | Achacachi | — | * | — | — |
| | | Warisata | — | * | — | — |
| | | Tari | — | * | — | — |
| | | Belen | * | * | * | * |
| | Huarina | Huarina | — | * | — | — |
| | S. de Huata | S. de Huata | — | * | — | — |
| Pacajes | Caquiaviri | Calla Centro | * | * | — | * |
| | Comanche | Comanche | — | * | — | — |
| Camacho | Pto Acosta | Pto Acosta | — | * | — | — |
| | Carabuco | Carabuco | — | * | — | — |
| | Italaque | Cariquina | — | * | — | — |
| Larecaja | Tacacoma | Millimbaya | — | * | — | — |
| Ingavi | Viacha | Irpa Chico | — | * | — | — |
| | | Choquenaira | * | * | — | — |
| | Tiahuanacu | Achuta Grande | — | * | — | — |
| Los Andes | Pucarani | Cota Cota | * | * | — | — |
| | Ancocagua | — | * | — | — | — |
| | Patamanta | V. Vilaque | — | * | — | — |
| | Laja | Laja | — | * | — | — |
| | Tambillo | Tambillo | — | * | — | * |
| Aroma | Ayo Ayo | Villa Loza | — | * | — | — |
| | M. I. Belzu | Tambo | — | * | — | — |
| | Lahua Chaca | Huaraco | * | * | — | — |

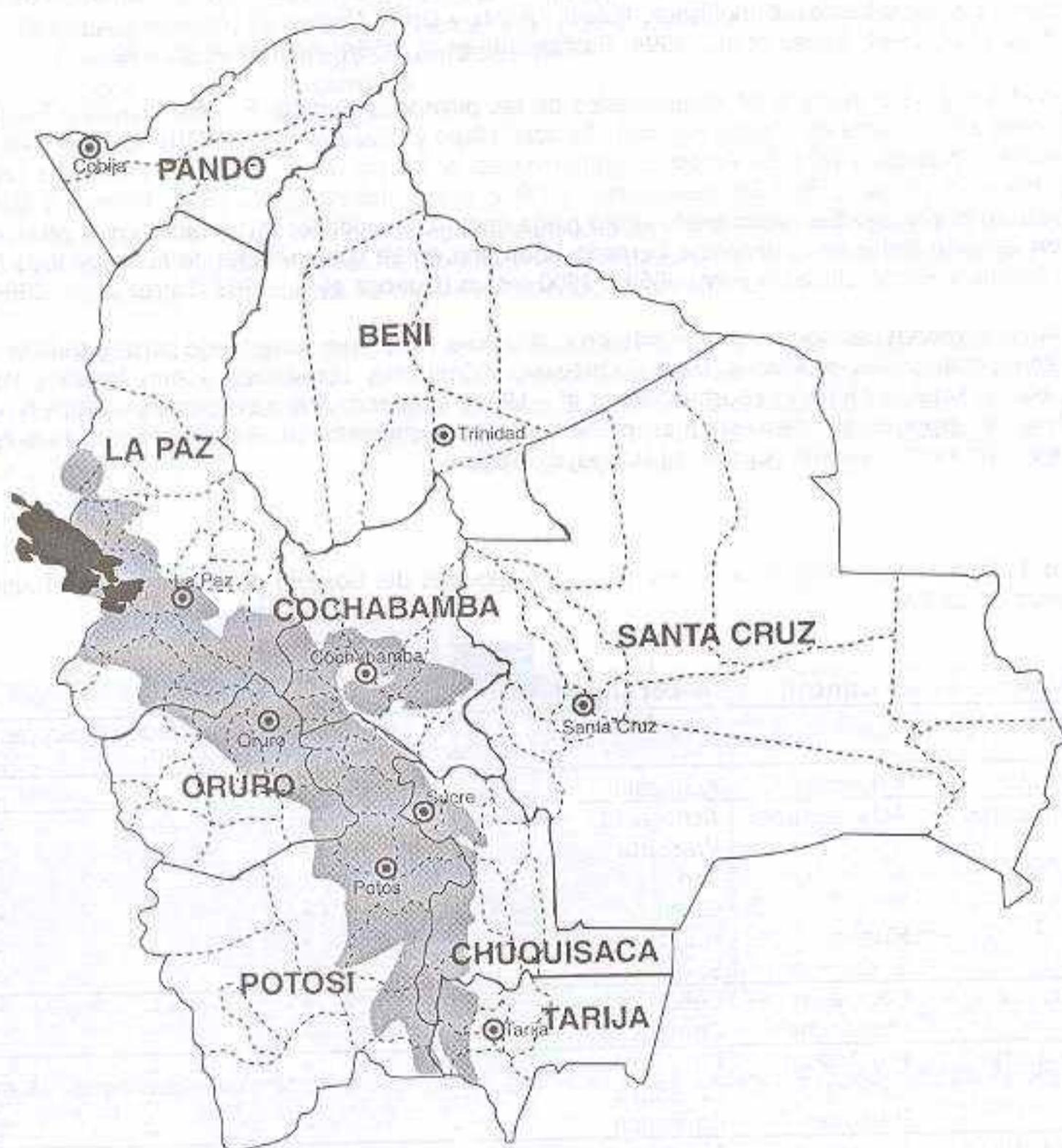


Figura 2. Zonas paperas de Bolivia afectadas por el gorgojo de los Andes *Premnotrypes latithorax*.

1.2.3. Biología y morfología

Premnotrypes spp. pasa por cuatro estados de desarrollo durante su ciclo biológico: adulto, huevo, larva y pupa; la duración promedio del mismo es 480 días desde los estados de huevo hasta el adulto (Cuadro 2). Sin embargo, el ciclo biológico varía considerablemente de acuerdo a la temperatura, humedad y disponibilidad de alimento (Carvajal, 1993).

Cuadro 2. Duración en días del ciclo biológico de *P. latithorax* en condiciones de laboratorio a 14.5°C de temperatura y 56.5% de humedad relativa. Centro Toralapa, 1993.

| Estados biológicos (días) | Min | Max | Prom | DS | CV(%) |
|----------------------------|-----|-----|-------|-------|-------|
| Huevo (incubación) | 44 | 78 | 64.7 | 6.05 | 6.05 |
| Larva I | 6 | 11 | 7.84 | 1.27 | 16.0 |
| Larva II | 5 | 12 | 7.18 | 1.95 | 25.0 |
| Larva III | 5 | 12 | 7.57 | 1.95 | 25.0 |
| Larva IV | 8 | 11 | 8.59 | 0.76 | 8.90 |
| Total vida larval | 27 | 37 | 30.6 | 2.4 | 7.82 |
| Prepupa | 21 | 48 | 35.0 | 6.9 | 19.8 |
| Pupa | 16 | 30 | 24.2 | 3.5 | 114.0 |
| Preadulto | 104 | 156 | 130.0 | 9.14 | 7.02 |
| Adulto macho | 63 | 374 | 213.5 | 86.03 | 40.30 |
| Adulto hembra | 63 | 364 | 122.7 | 71.78 | 58.50 |
| Total ciclo (huevo-adulto) | 275 | 577 | 479.7 | | |

DS= Desviación estandar

CV= Coeficiente de variación

Las características de los diferentes estados de desarrollo de *P. latithorax* (Carvajal, 1993; Andrew et al., 1999) son las siguientes.

Fase de adulto: El color de los adultos varía de marrón a casi negro. Miden de 5 a 7 mm de largo y 2 a 4 mm de ancho. Las alas anteriores o élitros son duras y coriáceas con estrias longitudinales. Los machos, generalmente más pequeños que las hembras, son de configuración delgada y abdomen angosto. Los adultos son caminadores, esto compensa su inaptitud para volar.

Fase de huevo: Los huevos son de forma elíptica de un 1 mm de largo y 0.5 mm de ancho. Recién colocados por la hembra son translúcidos y brillantes, a medida que se desarrollan pasan de blanco cremoso a ámbar. El promedio de incubación es 65 días.

Fase de larva: Las larvas pasan por cuatro estadios antes de transformarse en pupas, son blanco cremosas y del tipo curculioniforme, se caracterizan porque no poseen patas (ápodos), tienen el cuerpo grueso en forma de "C" cuando están en reposo, miden de 1.6 a 11 mm dependiendo de su estado de crecimiento.

La cabeza (cápsula cefálica) y las mandíbulas son marrones, el cuerpo cambia de translúcido hasta amarillo cremoso según el desarrollo larval.

Fase de pupa: La pupa es de tipo libre, se desarrolla dentro una celda formada de tierra o cámara pupal que la aísla de las condiciones ambientales adversas. Mide aproximadamente 10 mm de largo por 4 mm de ancho, al comienzo es blanca lechosa y a medida que se desarrolla cambia a blanca cremosa y por último a marrón clara. En la región cefálica se observan los ojos compuestos, el aparato bucal y antenas; el resto del cuerpo presenta patas anteriores y medias; las patas posteriores se encuentran cubiertas por las tecas elitrales.

1.2.4. Hábitos y ciclo de vida

La etología o estudio de los hábitos de vida del gorgojo de los Andes es importante, a partir de su conocimiento se desarrollaron métodos simples y efectivos para disminuir las poblaciones del insecto (Carvajal, 1993; Andrew et al., 1999).

Fase de larva: Las larvas dañan directamente a los tubérculos. Recién emergidas de los huevos buscan y localizan los estolones y tubérculos de papa, para ingresar y alimentarse de ellos.

Fase de pupa: Las larvas del último estadio de *Premnotrypes* spp. abandonan los tubérculos para completar su ciclo de vida en el suelo donde entran en un proceso de letargo que precede a la pupación. Por esta característica, los tubérculos se consideran vehículos en la formación de "focos de infestación", que se localizan donde se amontonan los tubérculos infestados recién cosechados en el campo y en las zonas de prealmacenamiento, y de almacenamiento definitivo. De estos focos de infestación salen los gorgojos adultos que migran a los nuevos campos de papa en el momento de la emergencia de las plantas.

El fenómeno de hibernación en este género ocurre en invierno en el suelo, en sus fases de larva, pupa y adulto.

Fase de adulto: Los adultos son lucífugos (evitan la luz), en el día permanecen en lugares oscuros y húmedos debajo de terrones y piedras, en el cuello de las plantas o en las grietas del suelo cerca de las plantas. Durante la noche suben al follaje y se alimentan de las hojas realizando cortes en las mismas, en forma de media luna. También se alimentan de tallos y de tubérculos descubiertos en el suelo, realizando pequeñas roeduras. Cuando son molestados fingen estar muertos, encogen las patas y permanecen inmóviles; comportamiento que se denomina "tanatosis" (Carvajal, 1993).

La duración de la vida del estado adulto de los gorgojos está correlacionada con la fecundidad. Las hembras mueren finalizada la época de oviposición, en cambio, los machos son más longevos posiblemente por su función fecundadora y por su menor proporción en la población; en condiciones de laboratorio viven en promedio 90.8 días más que las hembras. La relación hembra/macho es de 1.7 (Ross, 1968; Carvajal, 1993).

Los adultos antes de emerger de la cámara pupal, permanecen cierto tiempo en espera de condiciones ambientales favorables; o sea, el adulto hibernante o preadulto permanece dentro la cámara pupal hasta la ocurrencia de las primeras lluvias primaverales, que humedecen el suelo indicando el momento propicio para su emergencia.

En Candelaria (Prov. Chapare, Cochabamba) se determinó la época de migración de los adultos de *P. latithorax* desde almacén hacia los campos de cultivo. Para tal efecto, en la entrada del almacén se abrió una zanja en el suelo de 30 cm de ancho por 30 cm de profundidad para revestirla de plástico.

La migración de los adultos al campo se contó cada semana, a través de la población atrapada en el plástico. La población del gorgojo se incrementó a partir de septiembre, la mayor migración ocurrió en octubre y correspondió a 40% de la población existente en el almacén, a partir de noviembre la población migrante decreció paulatinamente (Figura 3). Entre octubre a diciembre fue común observar perforaciones sobre la superficie de la tierra dentro el almacén y en las zonas de prealmacenamiento, como constancia de la emergencia de los adultos a los campos de cultivo (Calderón y Herbas, 1993).

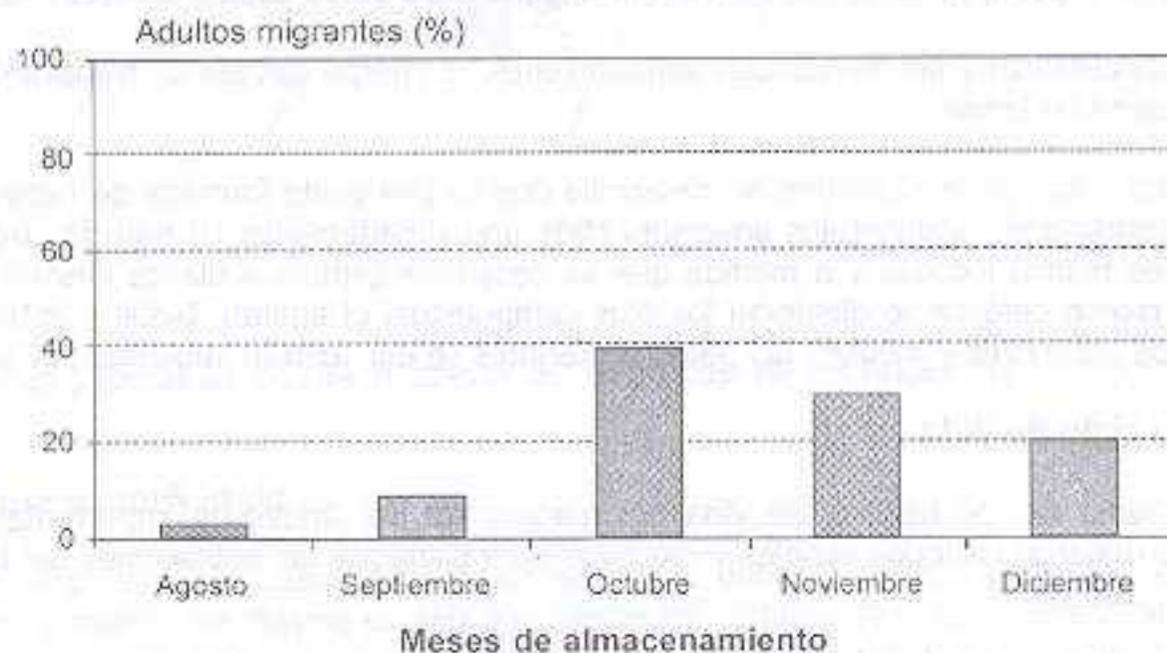


Figura 3. Migración de adultos del gorgojo *Premnotrypes* spp. de almacén a campos de cultivo.

Cópula: La cópula de *P. latithorax* ocurre a partir de los siete días después de la emergencia de los adultos de los focos de infestación. La cópula dura hasta dos horas y se efectúa durante la mañana hasta el medio día y por la noche, pudiendo el gorgojo copular cuatro o más veces durante su vida adulta (Carvajal, 1993).

Postura: La postura ocurre en promedio a partir del cuarto día después de la cópula y se realiza por la noche, para lo cual la hembra busca de preferencia rastros de gramíneas, ovipositando sus huevos en el interior o cerca del cuello de las plantas, algunas veces en el suelo debajo de terrones pequeños y piedras, formando grupos en hileras o montones, generalmente 16 en promedio. El período de postura dura aproximadamente 156 días (Cuadro 3) (Carvajal, 1993; Andrew *et al.*, 1999).

Cuadro 3. Características de las posturas de huevos por hembra de *P. latithorax*.

| Características | Min. | Max. | Prom. |
|--|------|------|-------|
| Número de posturas | 1 | 54 | 35.6 |
| Número total de huevos por hembra | 211 | 1096 | 564.7 |
| Número de huevos por postura | 2 | 51 | 16 |
| Porcentaje de fertilidad de los huevos | – | – | 87.3 |

La oviposición es estimulada favorablemente por la humedad del suelo, en condiciones de sequía esta es muy escasa o no se realiza. Las características individuales de la hembra también tienen una marcada importancia en el ritmo de oviposición (Carvajal, 1993).

Distribución espacial: Las poblaciones adultas de la plaga se concentran en una distribución errática en los bordes de la parcela sembrada con papa. Los ataques importantes se presentan en los terrenos que colindan con parcelas que tuvieron un cultivo de papa afectado por la plaga en la siembra anterior (Andrew *et al.*, 1999).

Capacidad migratoria del gorgojo: La migración de los gorgojos adultos de *Premnotrypes* spp. de los puntos de infestación hacia las parcelas cultivadas con papa ocurre durante la noche y con mayor probabilidad cuando los cultivos se encuentran a distancias no mayores a 300m (Cuadro 4). Los gorgojos adultos liberados a mayores distancias de las parcelas cultivadas con papa (500, 1000 y 2000 metros), no fueron capturados por las trampas (zanjas cubiertas con plástico y paja) instaladas en estas tres diferentes distancias desde los puntos de liberación (Esprella *et al.*, 1996).

Cuadro 4. Distancias recorridas por el gorgojo *P. latithorax*.

| Distancias recorridas por el gorgojo <i>P. latithorax</i> al cultivo | |
|--|-----------------------|
| Pumani (sistema de aynukas) | Kollana (sayañas) |
| 500 metros al cultivo | 100 metros al cultivo |
| 1000 metros al cultivo | 200 metros al cultivo |
| 2000 metros al cultivo | 300 metros al cultivo |

En un estudio a menor escala (5m de diámetro) se determinó las distancias desplazadas por el gorgojo de los Andes en determinados tiempos (Figura 4), *P. latithorax* se desplazó mayormente en distintas direcciones (95%), sólo un 5% se desplazó directamente al cultivo de papa. Por el contrario, *R. tucumanus* se desplazó sólo en dirección al cultivo de papa, y se estableció que *P. latithorax* es menos receptivo que *R. tucumanus* en ubicar un campo cultivado con papa (Esprella *et al.*, 1996).

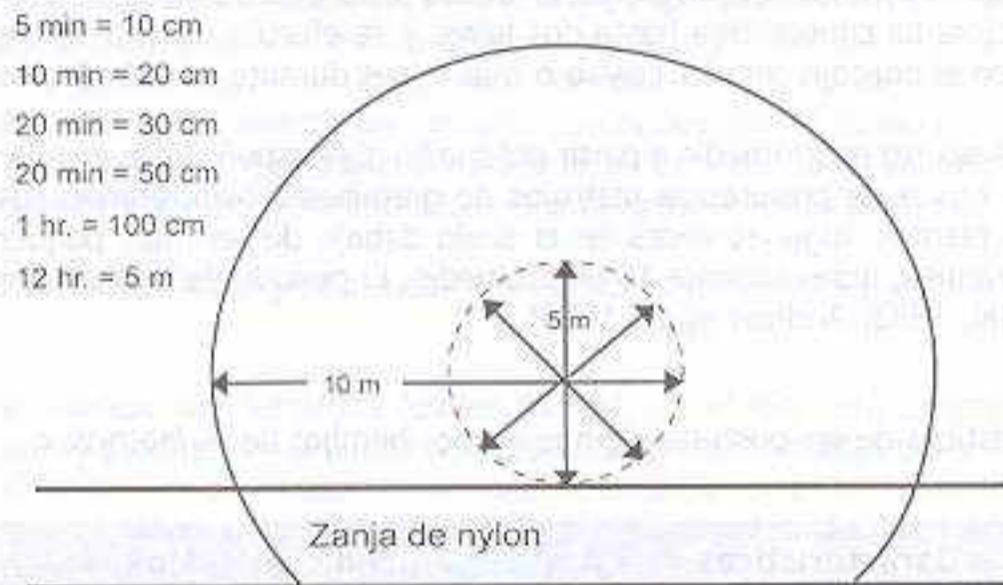


Figura 4. Tiempo de desplazamiento empleado por adultos del gorgojo de los Andes al cultivo de papa.

Focos de infestación: Las larvas por su biología, abandonan los tubérculos, durante la cosecha hasta el almacenamiento, infestando los campos recién cosechados, los lugares de pre-almacenamiento y almacenamiento definitivo, los que luego se constituyen en focos de infestación. Los adultos emergen del suelo cuando han completado la etapa de adulto hibernante para migrar a los campos de cultivo de papa (Calderón y Herbas, 1993).

Los focos de infestación identificados fueron:

- Parcelas cosechadas que presentan daño de la plaga.
- Parcelas abandonadas por alto daño de la plaga.
- Lugares de amontonamiento de tubérculos durante la cosecha
- Zonas de prealmacenamiento (donde se realiza normalmente la selección de los tubérculos)
- Almacenes

La determinación de la población de *Premnotrypes* spp. en los lugares de prealmacenamiento de tubérculos, se realizaron en tres comunidades de Candelaria (Provincia Chapare, Cochabamba), a partir de la cuantificación del número de individuos en estado de larva, pupa o adulto hibernante en excavaciones de 0.4 x 0.4m². La población total promedio fue de 24 individuos por punto de muestreo (Cuadro 5) y al extrapolar esta cantidad de individuos a la superficie de 5 m² que normalmente utiliza el agricultor para seleccionar la papa, resultaron 780 insectos por zona de prealmacenamiento (Calderón y Herbas, 1993).

Cuadro 5. Población promedio y totales de diferentes estadios de *Premnotrypes* spp. por punto de muestreo (120 cm²), en tres comunidades de Candelaria.

| Comunidades* | Estadios de vida | | | Total |
|---|------------------|------|-------------------|-------|
| | Larva | Pupa | Adulto hibernante | |
| Mishka Mayu | 10 | 16 | 2 | 28 |
| Mosoj Rancho | 3 | 15 | 1 | 19 |
| Rodeo Alto | 3 | 12 | 11 | 26 |
| Población promedio en 120 cm ² | | | | 24 |

* Se muestrearon tres sitios por comunidad.

En estos lugares de prealmacenamiento, se observó que el 95% de los insectos se encuentran 10 cm bajo la superficie del suelo y el restante 5%, a 15 cm de profundidad (Calderón y Herbas, 1993; Crespo, 1996).

1.2.5. Fluctuación poblacional

La mayoría de las plagas presentan cambios en las poblaciones asociados con las estaciones del año, siendo el patrón de su fluctuación relativamente similar en años sucesivos.

Los estudios sobre la fluctuación poblacional de *P. latithorax* se iniciaron en la localidad de Aguirre (Prov. Chapare). Para atrapar los gorgojos adultos se utilizaron trampas de caída, y los demás estadios se evaluaron por el método del lavado de suelo.

Se observó que los gorgojos adultos en el campo incrementaron a partir de la segunda quincena de enero alcanzando su máxima población en febrero y marzo, para luego disminuir (Figura 5). La presencia de adultos en el campo fue por un período largo, por lo cual la oviposición también abarcó un período similar, debido a ambos eventos a menudo se observaron huevos y larvas (Andrew y Herbas, 1992).

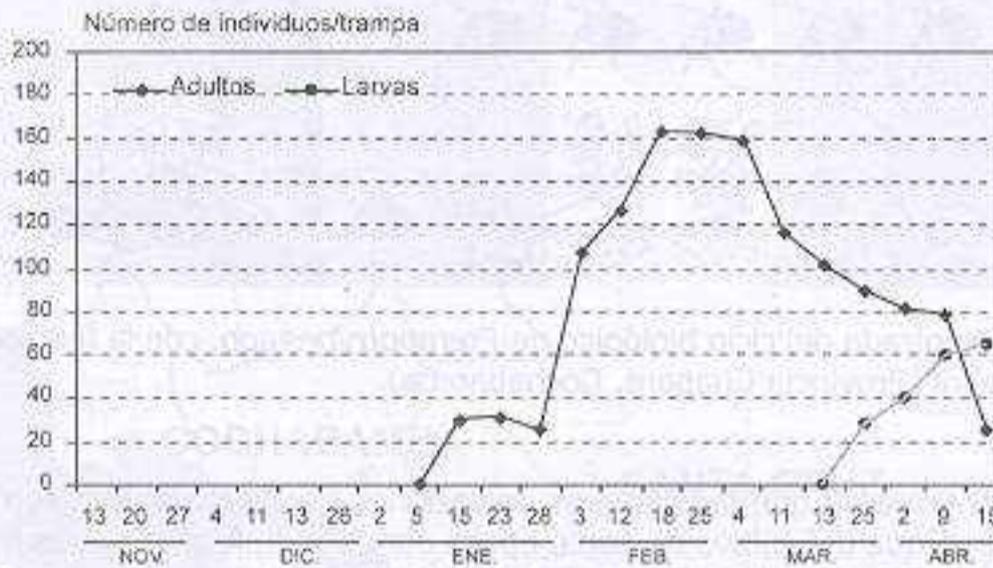


Figura 5. Fluctuación poblacional de larvas y adultos de *Premnotrypes latithorax* en campo.

Otros estudios de fluctuación poblacional en Pilapata y Chaupiloma (Provincia Carrasco, Cochabamba) también detectaron una mayor presencia del insecto adulto en enero. Se observó una mayor población de adultos (216 por trampa) (Figura 6) en la localidad de Pilapata en comparación de Chaupiloma (100 por trampa) (Borda, 1994).

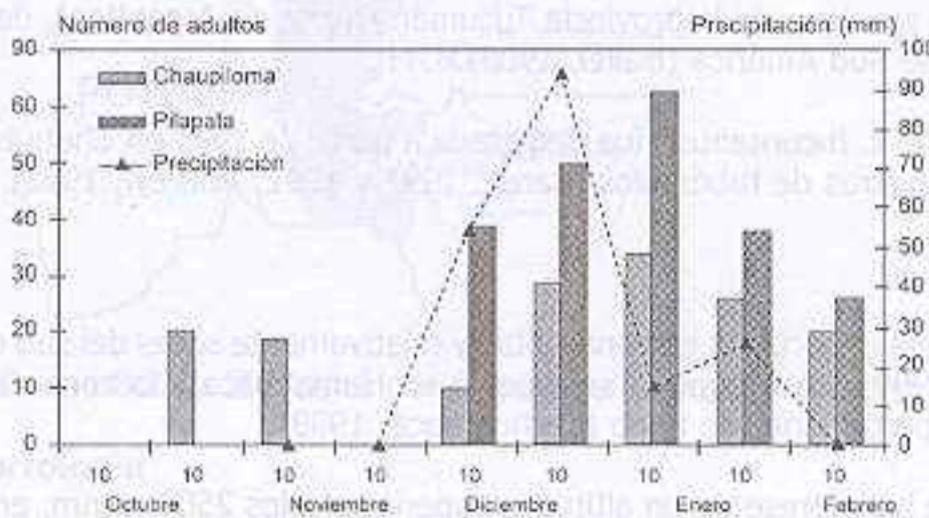


Figura 6. Fluctuación poblacional de adultos de *P. latithorax* en las localidades de Chaupiloma y Pilapata (Prov. Carrasco, Cochabamba, 1991-92).

Otro estudio en condiciones de campo en zonas altas de la provincia Chapare (Cochabamba) destacó que parte del ciclo biológico de *P. latithorax* ocurre de forma sincronizada con el ciclo vegetativo del cultivo de papa correspondiente a la siembra de año (noviembre-mayo-junio). Los adultos de *Premnotrypes spp.* se observaron entre enero y mayo, los huevos de febrero a abril, la presencia de larvas coincidió con la formación y crecimiento de los tubérculos entre marzo y junio (dentro o fuera de los mismos), y los individuos en estado de pupa de mayo a septiembre (Figura 7) (Carvajal, 1993).

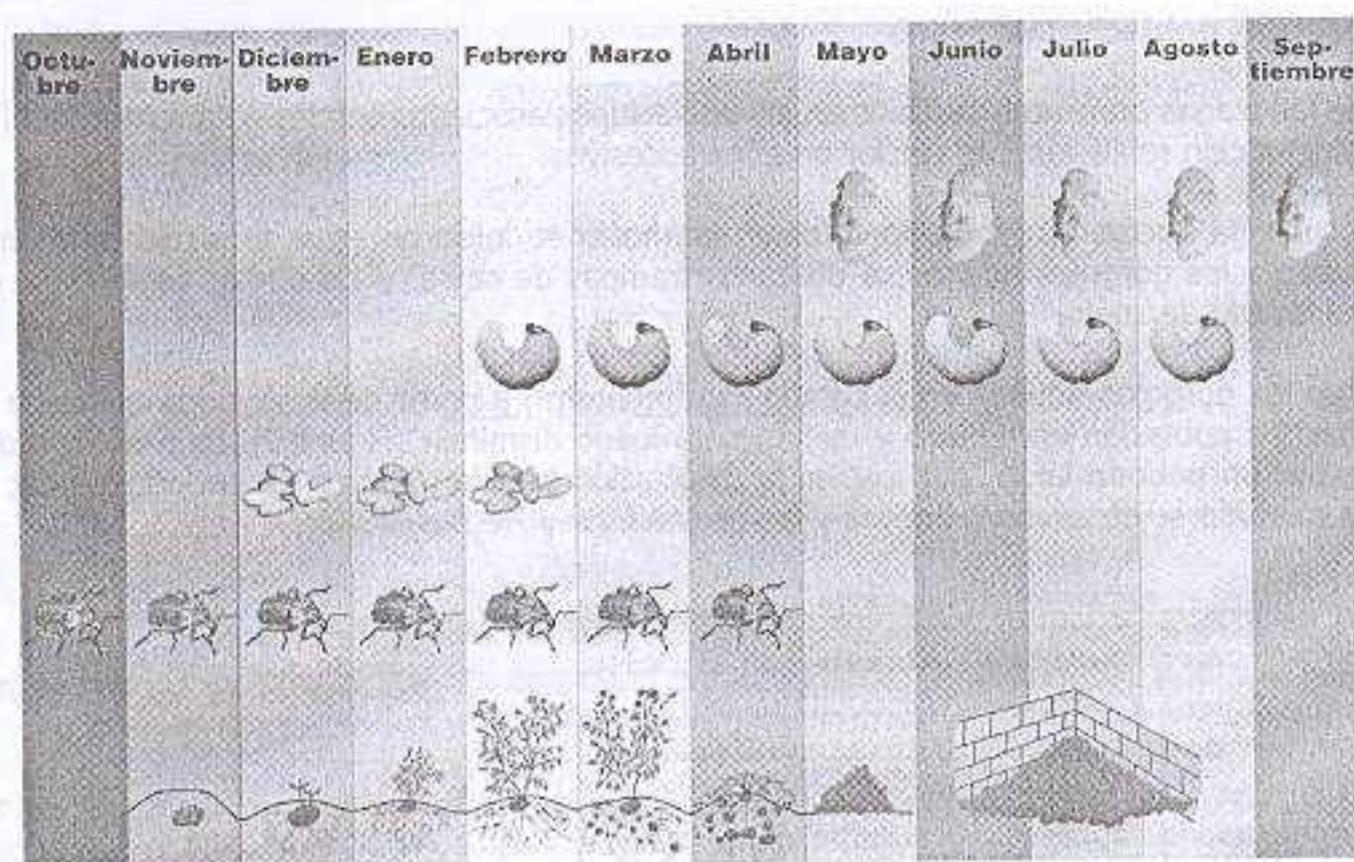


Figura 7. Relación sincronizada del ciclo biológico de *Premnotypes* spp. con la fenología del cultivo de papa. Siembra de noviembre a abril (Provincia Chapare, Cochabamba).

Otras observaciones confirmaron que las mayores poblaciones de *Premnotypes* spp. se presentan entre la emergencia y el segundo aporque del cultivo de papa, época donde se aplican medidas de control del adulto. Se confirmó que la presencia de larvas es alta cuando se inicia el proceso de tuberización y tiende a ascender hasta el momento de la cosecha (Andrew et al., 1999).

1.3. *Rhigopsidius tucumanus*

1.3.1. Origen

Rhigopsidius tucumanus proviene de la provincia Tucumán (Norte de Argentina), de donde se ha dispersado a casi toda la zona andina de Sud América (Heller, 1906).

En Bolivia, la presencia de *R. tucumanus** fue detectada a partir de 1991 en Chuquisaca y Potosí y en la zona Sud de Cochabamba, en muestras de tubérculos (Barea, 1991 y 1992; Andrew, 1992).

1.3.2. Distribución

R. tucumanus es una plaga importante en zonas altas y relativamente secas del sud oeste de Bolivia y el norte argentino (Andrew et al., 1999). En Argentina se reportó en Humahuaca y la zona de puna de Jujuy (Alcoba, 1979). En el Perú, en el Departamento de Puno (Carhuamaca, 1989).

En Bolivia, la especie se halla presente en altitudes superiores a los 2500 msnm, en zonas paperas de altura de los departamentos de Tarija, Potosí, Chuquisaca, La Paz y Cochabamba (Figura 8) (Barea, 1991; Andrew, 1991; Calderón y Perpich, 1994). En Potosí fue observado en las provincias Saavedra (Lequezana y Tinquipaya: Chinoli, Laguna Pampa, Chimpapata, San Jacinto, Belen-Hornos, Buey Tambo, Yanamok'ó, Taitani y Utacalla) (Barea, 1991, Nina et al., 1992, Calderón et al., 1995), Chayanta, Linares, Nor Chichas, Sud Chichas y Modesto Omiste (Andrew et al., 1999). En Chuquisaca en la provincia Yamparacé como Sirichaca, Alcantari, Pampa Yampara y Quirahuani (Nina et al., 1992; Bejarano, 1994; Alurralde et al., 1995) y en las provincias Zudañez, Nor Cinti y Sud Cinti. En Tarija, la especie fue detectada en la provincia Méndez en 16% de las parcelas de 17

**R. tucumanus*: Recientemente se ha constatado que *R. tucumanus* corresponde a la especie *R. piercei*.

comunidades bajo producción de la papa entre 3300 a 3700 msnm (Watson y Quiroga, 1992) y en la provincia Avilés. En La Paz se encuentra en las provincias Los Andes, Ingavi, Murillo, Aroma, Omasuyos y Pacajes y en el Departamento de Cochabamba, en las provincias Campero, Quillacollo, Capinota, Tiraque y Esteban Arce (Andrew *et al.*, 1999).

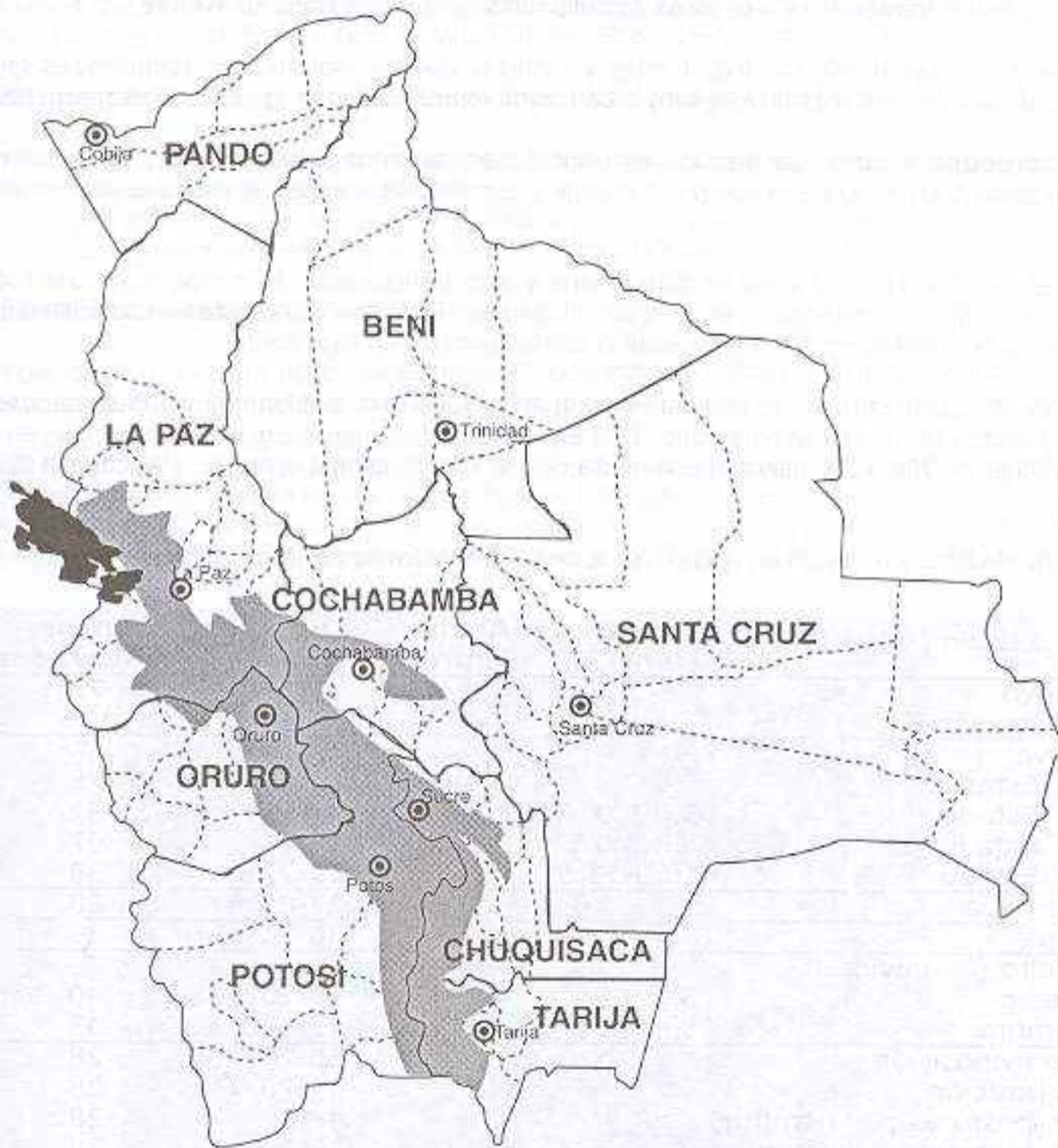


Figura 8. Zonas paperas de Bolivia afectadas por el gorgojo *Rhigopsidius tucumanus*.

1.3.3. Biología y morfología

El conocimiento de la biología y otras características de la plaga permite desarrollar tácticas de combate adecuadas y oportunas. Las fases de desarrollo que corresponden a *R. tucumanus* son las siguientes:

Fase de adulto: El cuerpo del adulto de *R. tucumanus* está formado por tegumentos castaño claros muy rugosos, sus alas presentan un par de élitros soldados no funcionales, por debajo de éstos se presenta un segundo par de alas membranosas funcionales. Los machos presentan una configuración corporal de menor dimensión que las hembras. Los adultos de *R. tucumanus* son más grandes y fuertes que los de las otras especies del gorgojo de los Andes.

Fase de huevo: Los huevos son amarillo intensos y tienen una forma elíptica semejante al huevo de gallina, la superficie es brillante y finamente reticulada. Miden de 1 a 0.8 mm de longitud y ancho, respectivamente.

Fase de larva: La larva es el estado más perjudicial de la plaga, su tamaño varía de 0.4 a 4.7 mm, es lucífuga y presenta cuatro estados. Es ápoda del tipo curculioniforme, el cuerpo consta de 13 tegumentos con numerosas setas, es blanquesino transparente y se torna amarillo pálido al avanzar hacia su madurez.

Las larvas de *R. tucumanus* son más fuertes y robustas que las especies de *Premnotrypes* spp.; los dos últimos estadios larvales son más prolongados y de mayor voracidad (Barea et al., 1997; Vargas, 1994)

Fase de prepupa y pupa: La prepupa es blanco cremosa, no ingiere alimento y se caracteriza por su completa inactividad. En esta fase el cuerpo se encoge y aumenta de volumen, debido a la diferenciación de sus tejidos.

La pupa es del tipo libre, al inicio es blanquecina y algo transparente. El cuerpo tiene una conformación blanda, tiene movimientos restringidos en la región abdominal. Este estado presenta una perfecta diferenciación de la cabeza, tórax y abdomen, los cuales están cubiertos por un fino tegumento.

La larva de *R. tucumanus* por lo general empupa en el tubérculo, a diferencia de *Premnotrypes* spp. que empupa en el suelo y forma una cámara pupal. Esta especie completa una sola generación por año, en laboratorio su ciclo de vida es de 206 a 290 días con una media de 266 días (Cuadro 6) (Vargas, 1994; Barea et al., 1997).

Cuadro 6. Medidas y duración en días de los estados de desarrollo de *R. tucumanus*.

| Estado biológico | Longitud (mm) | Ancho (mm) | Duración (días) | Casos observados |
|-------------------------|---------------|------------|-----------------|------------------|
| Huevo | 0.8-1.2 | 0.7-1.0 | | 72 |
| Incubación | | | 34-45 | 176 |
| Larva | | | | |
| 1º. Estado | 1.6-2.3 | 0.4-0.6 | 13-13 | 75 |
| 2º. Estado | 3.0-5.0 | 1.0-1.8 | 9-15 | 32 |
| 3º. Estado | 5.8-8.0 | 1.5-3.0 | 16-27 | 47 |
| 4º. Estado | 10.0-13.0 | 3.0-4.7 | 11-27 | 34 |
| Pre-pupa | | | 27-85 | 28 |
| Pupa | 8.0-11.5 | 3.0-4.2 | 36-71 | 39 |
| Adulto (longevidad) | | | | |
| Macho | 6.9-8.9 | 4.0-4.9 | 69-202 | 40 |
| Hembra | 8.4-11.2 | 4.8-1.2 | 73-190 | 43 |
| Pre-oviposición | | | 56-76 | 28 |
| Oviposición | | | 14-78 | 28 |
| Nº. posturas por hembra | | | 4-16 | 28 |
| Nº. huevos por postura | | | 1-19 | 28 |
| Nº. huevos por hembra | | | 18-109 | 28 |

1.3.4. Hábitos de vida

Fase de adulto: Los adultos de *R. tucumanus* son lucífugos, muestran bastante actividad en la noche. Durante el día permanecen casi inmóviles y con las patas recogidas, debajo los terrones de tierra, piedras y desechos vegetales. Son susceptibles a altas temperaturas, pero resistentes a la falta de alimento, pueden permanecer vivos durante 60 días sin alimentarse.

Los adultos, de preferencia dañan los folíolos más tiernos en forma de media luna, cortando el borde pero sin llegar a la nervadura central (Barea et al., 1997; Andrew et al., 1999).

Fase de larva: El daño que ocasionan las larvas en los tubérculos se inicia en el campo, cuando ingresan en ellos para barrenarlos y formar túneles. Las larvas de *R. tucumanus* a diferencia de *Premnotrypes* spp., requieren permanecer dentro del tubérculo para completar su ciclo biológico, salen de él únicamente como adultos (Nina *et al.*, 1992; Calderón y Perpich, 1994; Andrew *et al.*, 1999). Los tubérculos semilla infestados regresan a los campos para su siembra, constituyéndose en el medio de transporte y dispersión de esta plaga. Cuando las larvas son llevadas al campo dentro la semilla, emergen en estado adulto del interior del tubérculo para copular, ovipositar y continuar su ciclo de vida (Andrew *et al.*, 1999, Vargas, 1994).

Focos de infestación: Los focos de infestación de *R. tucumanus* constituyen:

- Los tubérculos semilla como principal fuente de diseminación de *R. tucumanus*.
- Las quíipas o plantas voluntarias.
- Los almacenes con tubérculos infestados, cercanos a parcelas de siembra de papa.
- Los campos sembrados con tubérculos semilla infestados por *R. tucumanus*.

1.3.5. Fluctuación poblacional

El desarrollo de *R. tucumanus* tiene una estrecha relación con la fenología del cultivo de papa, y se inicia en octubre con la presencia de gorgojos adultos en la siembra de año.

Luego del período de copula, se pueden encontrar huevos a partir de diciembre hasta marzo y los estados larvales de febrero a agosto (desde el inicio del período de tuberización hasta el almacenamiento). El estado de prepupa se observa de abril a septiembre, la pupa de julio a noviembre y por último el adulto de octubre a febrero del siguiente año (Figura 9) (Vargas, 1994; Andrew *et al.*, 1999).

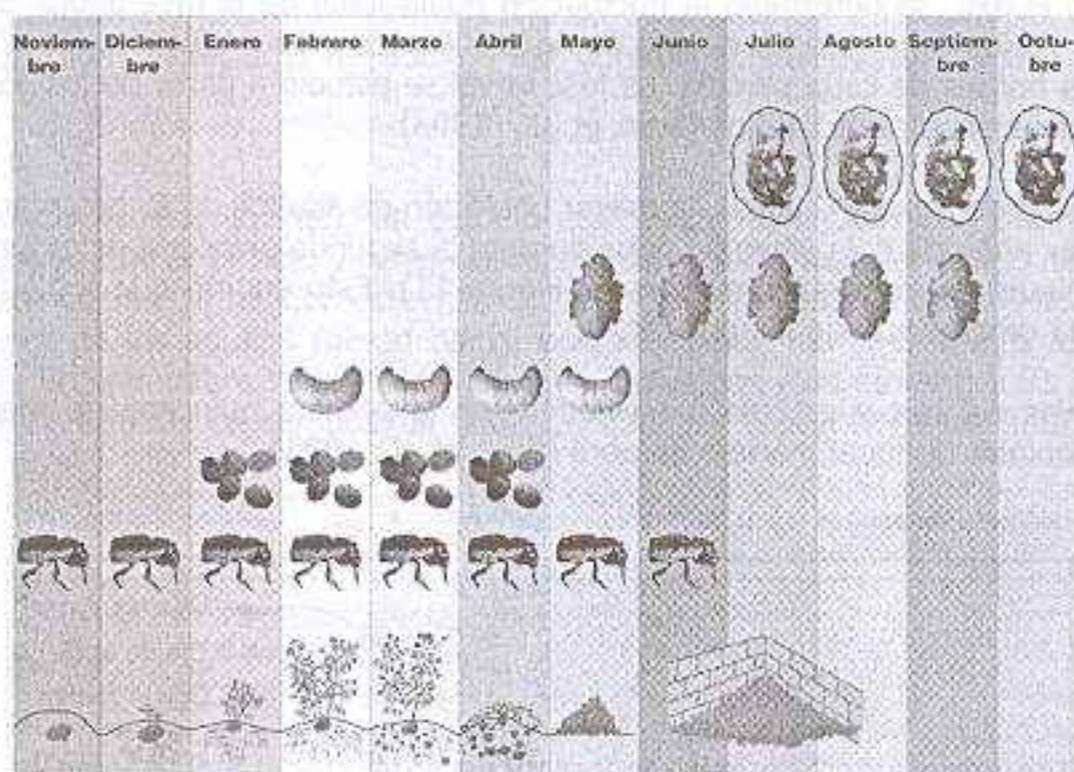


Figura 9. Desarrollo sincronizado de *R. tucumanus* con la fenología del cultivo de papa.

Se realizaron varios estudios de fluctuación poblacional de *R. tucumanus*. El primero de ellos se inició en Potosí y Chuquisaca, tomando periódicamente muestras de plantas junto con el suelo para determinar las fases en las que se encontraba el insecto en parcelas donde a la vez se estudiaba los efectos del control químico esta especie. En Potosí, no se observó al insecto en ninguno de sus estadios en las comunidades estudiadas (Chinoli, Laguna Pampa y Chimpapata). En cambio, en Chuquisaca (Sirichaca, Pampa Yampara y Quirahuani) se observaron larvas a partir de los 90 y 105 días de la siembra en las parcelas sin y con protección de insecticidas, respectivamente y en este mismo orden, el número promedio de larvas por tubérculo fue de 3.7 y 2.5 (Barea, 1991; Nina *et al.*, 1992).

En las Pampas de Yamparaez, la presencia de adultos fue detectada después de la segunda quincena de noviembre, alcanzando su máxima población en la segunda quincena de enero para luego disminuir (Figura 10). Las larvas se observaron a fines de diciembre, y su población se incrementó hasta la cosecha (Bejarano y Andrew, 1993).

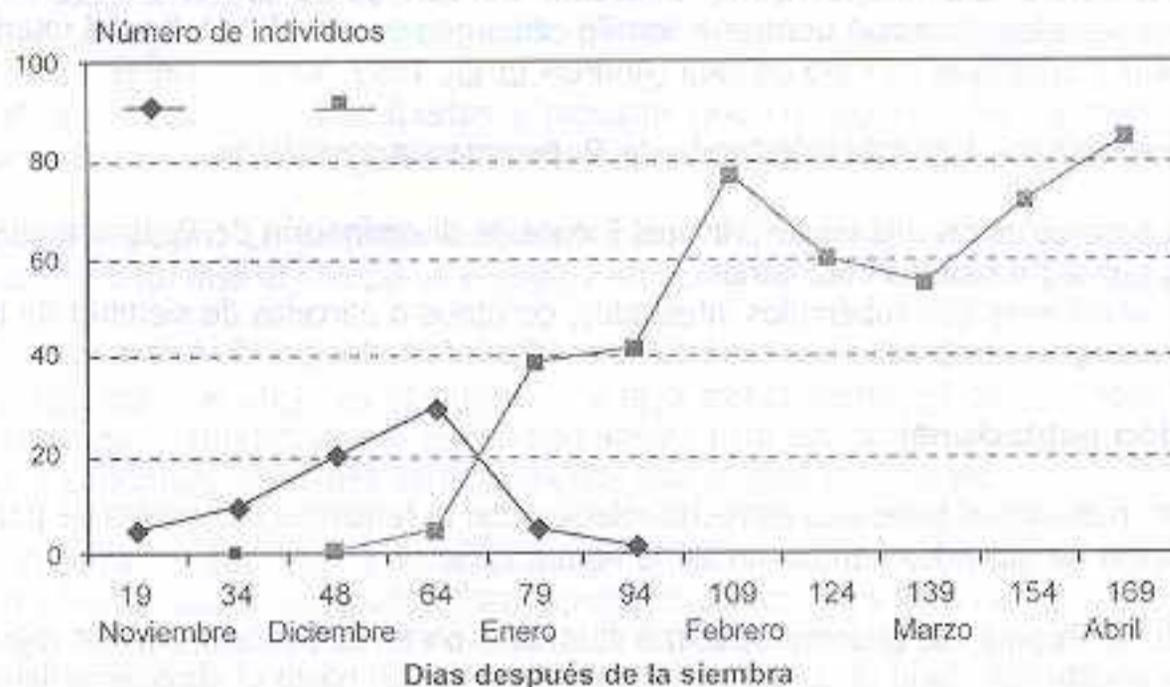


Figura 10. Fluctuación poblacional de adultos y larvas de *R. tucumanus*. Yamparaez, Chuquisaca. 1992-93.

En el mismo año en Potosí, se determinó la fluctuación poblacional de la fase adulta de *R. tucumanus* en parcelas de agricultores de las comunidades de Ojo de Agua, Cuartos y Corral Blanco (Prov. M. Omiste), usando trampas cotenses en los bordes de cada parcela. La fase larval se estudió a partir de los 45 días después de la siembra (DDS), con evaluaciones cada 14 días (Soza *et al.*, 1993).

En las comunidades Ojo de Agua y Cuartos, la mayor población de adultos de *R. tucumanus*, se presentó con la emergencia y el primer aporque del cultivo de papa durante la segunda quincena de diciembre y mediados de enero, para luego disminuir en los siguientes meses (Figura 11). Esto sugirió que los adultos abandonan el tubérculo de papa con la emergencia de las plantas.

La presencia de larvas del tercer estadio fue evidente en la primera quincena de marzo, para aumentar súbitamente y luego disminuir de igual manera en abril (Soza *et al.*, 1993).

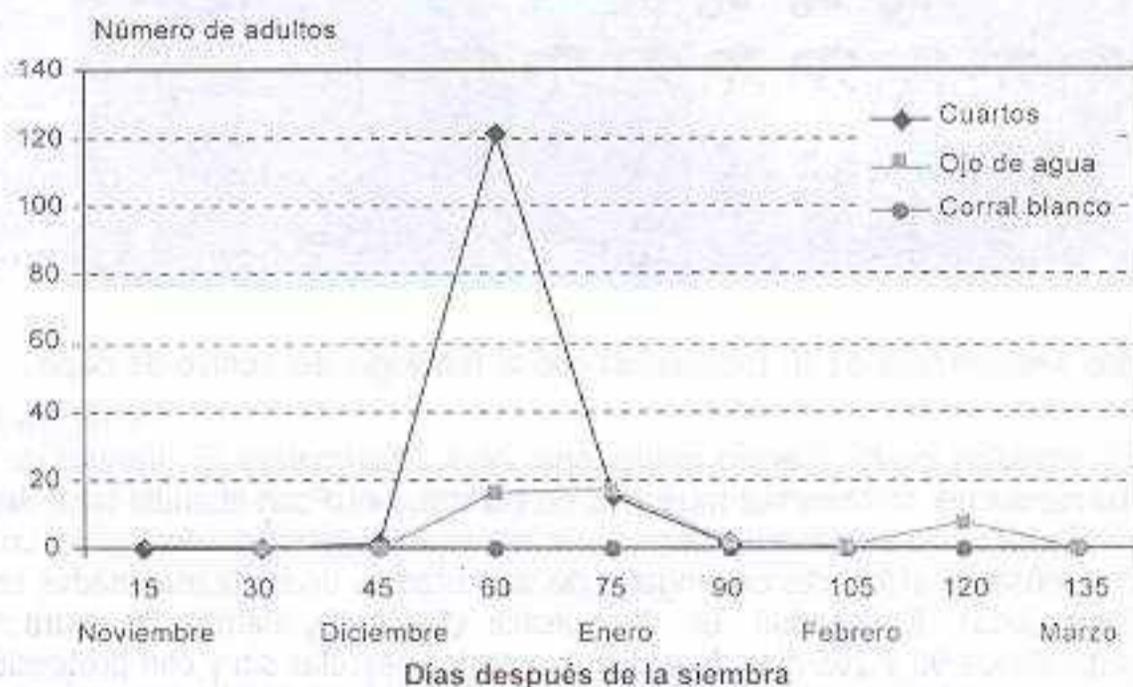


Figura 11. Fluctuación poblacional de adultos de *R. tucumanus* en tres comunidades de Potosí. 1992-93.

En Tarija en las comunidades San Antonio y Papachacra de la zona de Iscayachi, la presencia de adultos de *R. tucumanus* se hizo evidente a los 40 DDS coincidiendo con la emergencia del cultivo (variedad Sani imilla). En San Antonio la población de *R. tucumanus* fue mayor, observándose dos picos poblacionales a los 63 y 77 DDS y en Papachacra uno sólo a los 63 DDS (Figura 12) (Cardozo et al., 1993).

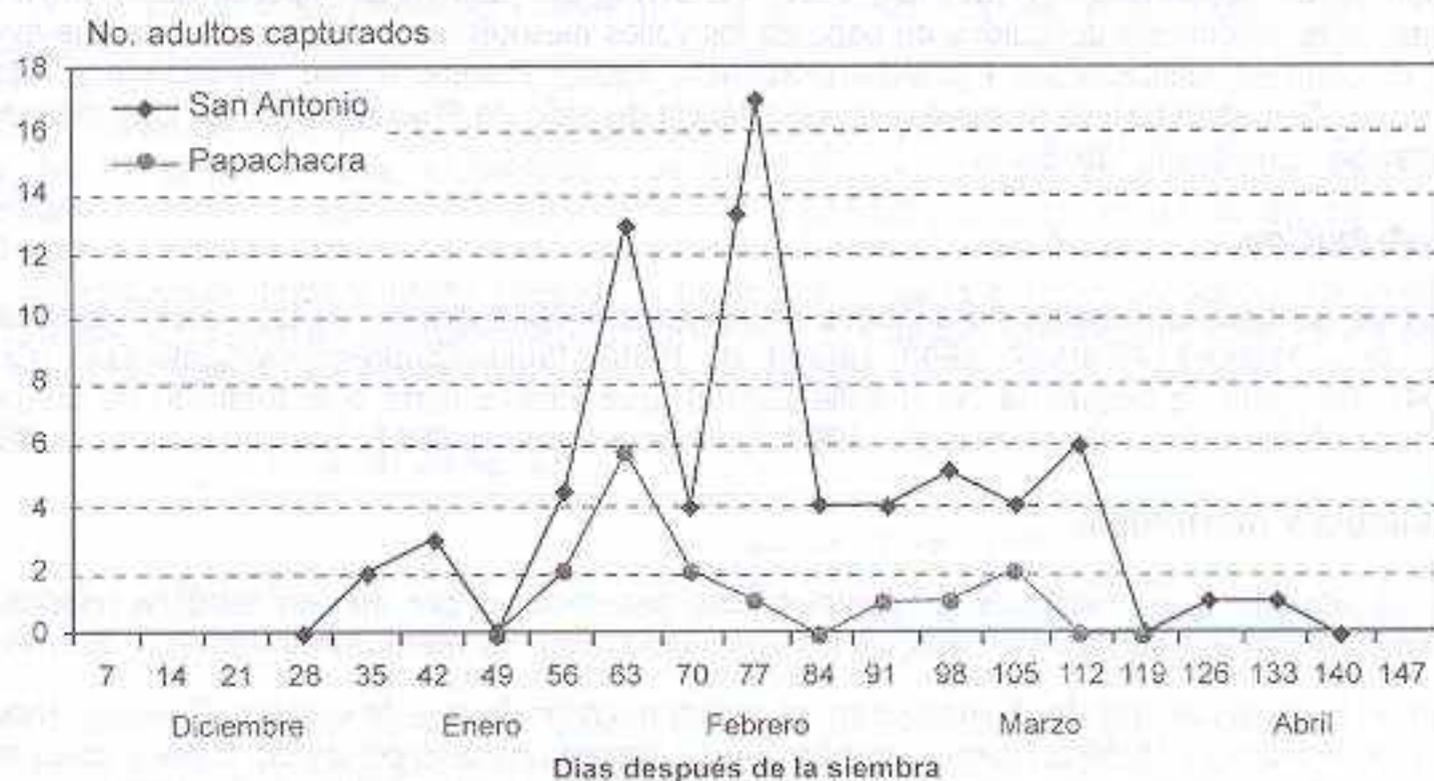


Figura 12. Fluctuación poblacional de adultos del gorgojo *R. tucumanus* en dos localidades. Iscayachi, Tarija. 1992-93.

En Kollana (Provincia Aroma, La Paz), un estudio con zanjas revestidas con plástico demostró que este método es bueno para atrapar al insecto y refleja la fluctuación poblacional del estado adulto del gorgojo de los Andes presentando una curva normal. Con este método también se capturaron adultos de *R. tucumanus*. Al inicio del cultivo las capturas de los adultos fueron bajas, posteriormente las poblaciones ascendieron con el ciclo vegetativo del cultivo. En noviembre se capturaron 6.29% individuos y en diciembre 53.73%, que correspondió al mayor porcentaje de adultos capturados; al final, en abril las capturas fueron mucho menores (0.076%) (Figura 13) (Vicente et al., 1997).

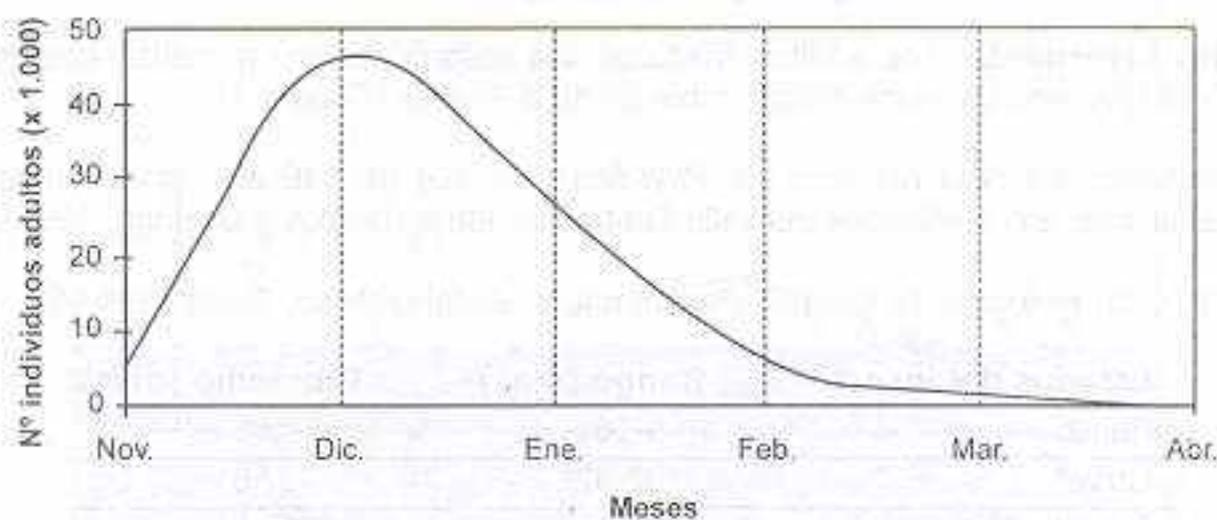


Figura 13. Fluctuación poblacional de *P. latithorax*, *P. solaniperda*, *Scotoeborus sp.*, *R. tucumanus* y *Lystroderes sp.*, recolectados durante el ciclo vegetativo del cultivo de papa (Kollana- La Paz, 1997).

1.4. *Phyrdenus* sp.

1.4.1. Origen

La especie *Phyrdenus* sp. en estado de larva es conocido por los agricultores con el nombre de "arrocillo" y el estado adulto como "cascarudo" (PROCIPLA, 1988; Watson *et al.*, 1993). La importancia de *Phyrdenus* sp. como limitante en la producción del cultivo de papa en los valles mesotérmicos de Cochabamba fue evidente, a partir de un diagnóstico realizado por PROINPA (PROINPA, 1990). Posteriormente, en Cazorla y Tukma Baja (Provincia Mizque, Cochabamba), se observó que la incidencia de daño de *Phyrdenus* sp., en los tubérculos cobró mayor importancia (Lino *et al.*, 1996).

1.4.2. Distribución

Phyrdenus sp. se halla distribuido en altitudes no mayores a 2000 msnm, en los valles mesotérmicos de Cochabamba (Prov. Mizque) (PROINPA, 1990; Lino *et al.*, 1995), Tarija, Chuquisaca y Santa Cruz (Calderon y Perpich, 1994). En Tarija se encuentra en el Valle Central, que incluye parte o la totalidad de las provincias Mendez, Cercado, Aviles y Arce (Watson *et al.*, 1993; Quiroga y Cardozo, 1994; Guzman y Herbas, 1994).

1.4.3. Biología y morfología

En Tarija, se observó que *Phyrdenus* sp. completa dos generaciones por año en estrecha relación con las épocas de siembra Mishk'a y Tardía de la papa, en las zonas bajo riego del Valle Central (Herbas y Guzman, 1995).

En Mizque las fases inmaduras de *Phyrdenus* sp. se registran en las épocas de siembra: Temporal (noviembre-abril), Lojru (enero-mayo) y Mishk'a (julio-noviembre), y su sobrevivencia depende del cultivo, aunque al igual que el cultivo, son vulnerables a condiciones adversas como la sequía y otros (Lino *et al.*, 1996).

Fase de huevo. Los huevos son de forma ovalada y recién colocados son blancos. En contacto con el aire se tornan blanco amarillentos. Vistos al esteroscopio los huevos presentan una superficie rugosa. Son colocados individualmente en número de 8 a 10 por postura. La incubación dura de 9 a 16 días dependiendo de la temperatura y la humedad.

Fase de larva. Aún no se establecieron los estadios larvales, sin embargo la duración desde la infestación de los tubérculos por las larvas hasta el estado de prepupa, fue de 32 a 42 días.

Fase de prepupa. Este estado se inicia en el momento en que la larva deja de alimentarse y cae al suelo para formar la cámara pupal, esta fase tiene duración de 10 a 15 días.

Fase de pupa. Este estado se observa en la cámara pupal, y se caracteriza por el cambio de color de rosado a castaño claro. La duración de esta fase fue de 17 a 21 días.

Fase de adulto invernante. Los adultos maduros son castaño oscuro mimetizándose con el suelo. La duración de esta fase tuvo una variación considerable de 40 a 90 días (Cuadro 7).

La duración promedio del ciclo biológico de *Phyrdenus* sp. fue de 146 días, y anualmente este insecto completa dos generaciones en condiciones del valle Central de Tarija (Herbas y Guzman, 1995).

Cuadro 7. Ciclo biológico del gorgojo *Phyrdenus* sp. en laboratorio. Tarija 1994-95.

| Estados del insecto | Rango (días) | Promedio (días) |
|---------------------|--------------|-----------------|
| Huevo | 9-16 | 12.5 |
| Larva | 32-42 | 37.0 |
| Prepupa | 10-15 | 12.5 |
| Pupa | 17-21 | 19.0 |
| Adulto | 40-90 | 65.0 |
| Total | | 146.0 |

1.4.4. Fluctuación poblacional

Uno de los primeros estudios de fluctuación poblacional de *Phyrdenus* sp., se realizó en Tolomosa y San Andrés (Valle Central de Tarija) en dos ciclos de cultivo: Mishk'a (septiembre-diciembre) y Tardía o Temporal (marzo-julio). Los muestreos de plantas de papa más el suelo circundante, mostraron que la mayor población de adultos coincide con la emergencia del cultivo a los 52 y 43 días después de la siembra (DDS) en la siembra Mishk'a y Tardía, respectivamente.

El estado larval se observó con el inicio de la tuberización y mostró un pico poblacional a 62 DDS en la siembra Mishk'a, posteriormente su población fue disminuida; en cambio en la siembra Temporal las larvas incrementaron continuamente su población a partir de los 25 DDS y alcanzaron su pico poblacional entre los 60 y 70 DDS. En las dos siembras, la población de adultos fue mayor en la emergencia del cultivo. En la siembra Mishk'a, los estados de pupa y adulto invernante, presentes desde la emergencia del cultivo tuvieron la mayor población a los 82 DDS, para nuevamente ascender hacia el final del ciclo del cultivo después de los 92 DDS (Figura 14 y 15) (Guzman y Herbas, 1994).

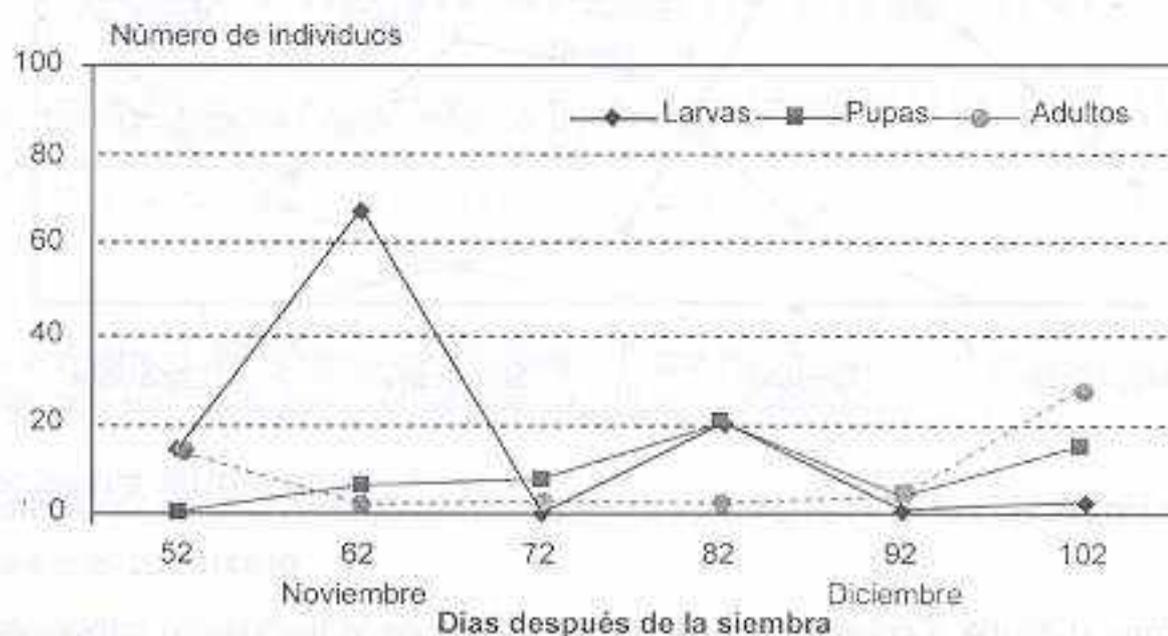


Figura 14. Fluctuación poblacional de *Phyrdenus* sp. en el cultivo de papa en la siembra Mishk'a. Valle Central, Tarija. 1993-94.

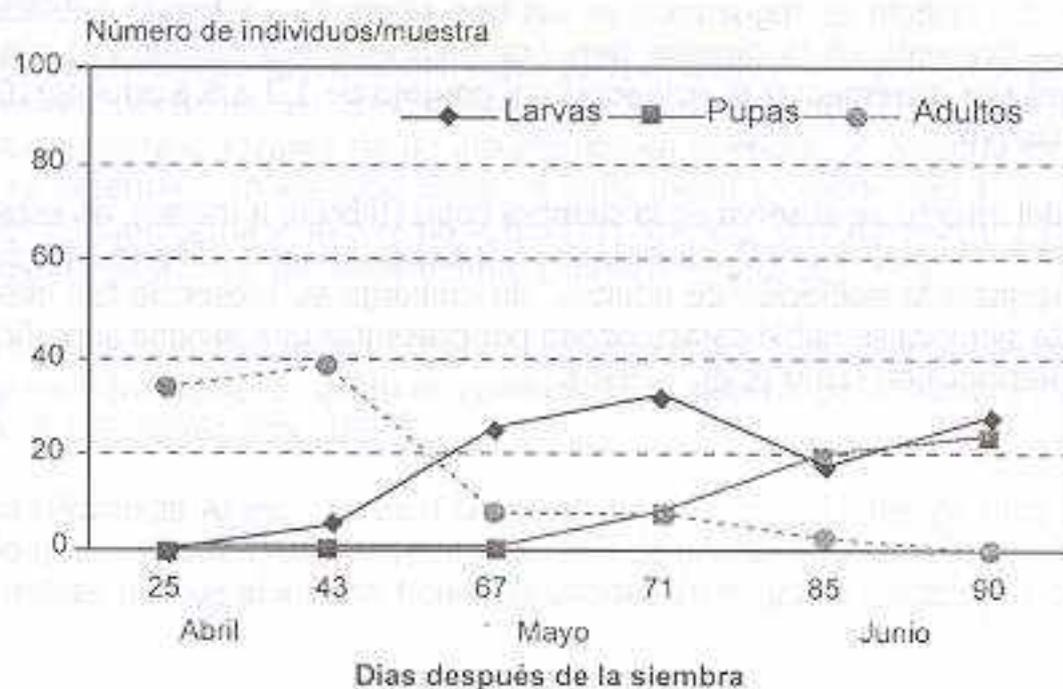


Figura 15. Fluctuación poblacional de *Phyrdenus* sp. en el cultivo de papa en la siembra Tardía. Valle Central, Tarija. 1993-94.

Estos resultados se confirmaron con el estudio posterior realizado en San Pedro de Sola del Valle de San Andrés (Tarija) en la siembra Mishk'a (agosto - diciembre). Los muestreos sucesivos de plantas y de suelo, mostraron la presencia de adultos durante la emergencia de las primeras plantas y el pico poblacional una vez completada la emergencia (50 DDS aproximadamente). Las larvas fueron observadas en la etapa de formación de los tubérculos e incrementaron su población en plena tuberización (aproximadamente a los 70 DDS), sin embargo, también estuvieron presentes durante la cosecha. La presencia del estado de pupa fue más evidente al inicio de la senectud del cultivo (90 DDS) incrementando su población hasta la cosecha (Figura 16) (Herbas y Guzmán, 1995).

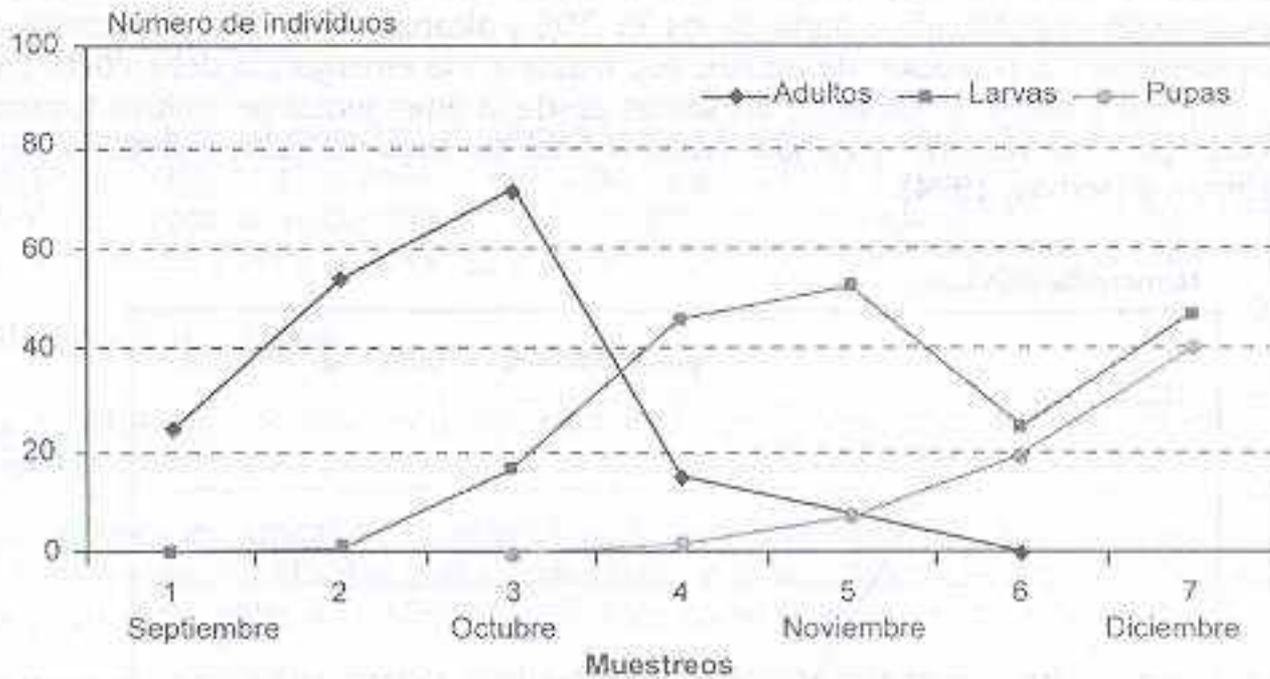


Figura 16. Fluctuación poblacional de *Phyrdenus sp.* en el cultivo de papa en el Valle de San Andrés, Tarija. 1994-95.

En el valle de Mizque (Cazorla, Cochabamba), la determinación de la fluctuación poblacional se realizó con muestreos manuales nocturnos de insectos adultos en forma periódica, dos semanas antes del primer aporque y por el resto del ciclo del cultivo a lo largo de un surco cada 15 surcos, y en tres épocas de siembra Temporal, Lojru y Mishk'a.

Las fases inmaduras del insecto se registraron en las tres siembras. La mayor población *Phyrdenus sp.* en estado larval y adulto, se presentó en la siembra temporal (septiembre a noviembre) con respecto a las otras siembras, y se caracterizó por incrementar la población del gorgojo de 1.2 a 5.8 adultos/10 m lineales de surco, según el desarrollo del cultivo.

La menor población del insecto se observó en la siembra Lojru (febrero a marzo), en esta siembra la población de *Phyrdenus sp.* decreció de 1.8 a 0.8 adultos/10 m lineales de surco (Figura 17). En la siembra Mishk'a (junio a agosto) no se registró la población de adultos, sin embargo su presencia fue observada en los demás estados, aún cuando esta siembra se había caracterizado por presentar una mínima superficie cultivada con papa y una sequía bastante pronunciada (Lino et al., 1996).

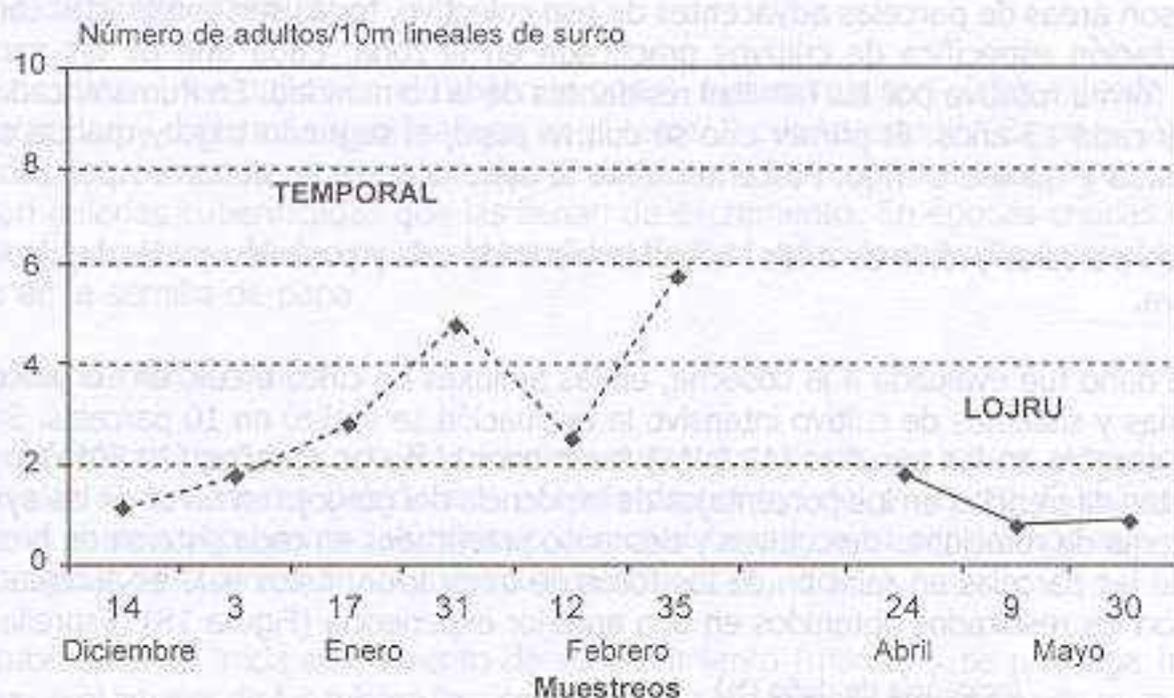


Figura 17. Fluctuación poblacional de adultos de *Phyrdenus sp.*, en la comunidad de Cazorla. Siembras Temporal y Lojru (Prov. Mizque, Cochabamba, 1995-96).

1.5. DAÑOS

La importancia económica del gorgojo de los Andes, recae en su estado de larva que produce daños en los tubérculos de papa, que son los órganos objeto de su cultivo (Yabar, Céspedes y Vittorelli, 1991).

1.5.1. *Premnotrypes latithorax*

1.5.1.1. Daño en el tubérculo

Las larvas de *P. latithorax* dañan directamente a los tubérculos; durante sus primeros estadios se alimentan de raicillas y estolones, pero luego penetran en los tubérculos en formación y permanecen alimentándose de ellos durante su período larval, efectuando galerías irregulares y dejando sus excrementos y residuos de tejido muerto. Debido a estos daños los tubérculos pierden su valor comercial, perjudicando en forma directa en la economía del agricultor (Andrew *et al.*, 1999).

Una de las primeras estimaciones sobre el daño del gusano blanco *Premnotrypes spp.* alcanzó un valor de 4% en tubérculos recién cosechados en condiciones del Centro Toralapa (Provincia Tiraque, Cochabamba) (Herbas, 1990). Simultáneamente, a través de un diagnóstico en la época de cosecha en las zonas de altura de la provincia Chapare, se determinó en los tubérculos un daño inicial promedio del 12% (PROINPA, 1990). Más tarde, en las localidades de Candelaria y Aguirre de la misma provincia, otro diagnóstico en almacenes determinó daños en los tubérculos de 54 y 60%, respectivamente (Andrew y Herbas, 1992).

En 1993, en Candelaria los daños ocasionados por el gorgojo en los tubérculos alcanzaron 25% en la cosecha de siembra de año o grande (noviembre - abril) en cambio, en la cosecha de la siembra Mishk'a (julio-diciembre) los daños llegaron sólo a 16% (Calderón, 1993).

En 1995 en Kollana (Provincia Aroma, La Paz) se registraron daños en lotes de tubérculos mayores a 50%. Se observó que el daño que ocasiona *Premnotrypes spp.* varía de año en año, en años lluviosos el nivel de ataque del gorgojo adulto se reduce porque el insecto tiene dificultades en migrar a los campos de papa (Esprella *et al.*, 1995).

Los sistemas de uso de la tierra también determinan la incidencia de daño del gorgojo en los tubérculos. En las comunidades de Kollana y Pumani, se compararon dos sistemas comunes de uso de la tierra: el sistema parcelario intensivo (sayañas) en Kollana y el sistema de aynukas en Pumani.

Las **aynukas**, son áreas de parcelas adyacentes de uso colectivo, todas son sembradas con un mismo cultivo de acuerdo a la rotación específica de cultivos practicada en la zona. Cada una de las parcelas es cultivada individualmente en forma rotativa por las familias residentes de la comunidad. En Pumani, cada aynuka se cultiva durante tres años y cada 13 años. El primer año se cultiva papa, el segundo trigo y quinua o quinua y cebada, y el último año cebada y quinua o trigo. Posteriormente la aynuka entra en descanso por 10 años.

Las **sayañas** son parcelas próximas a las viviendas y son de uso y posesión particular, la utilización de estas parcelas es intensiva.

La incidencia de daño fue evaluada a la cosecha, en las aynukas en cinco áreas, en 10 parcelas por área; para el caso de las sayañas y sistemas de cultivo intensivo la evaluación se realizó en 10 parcelas. Se determinó que el daño promedio del gorgojo en las aynukas (12.24%) fue menor al de las sayañas (30.80%) y parcelas de cultivo intensivo (65%). Estas diferencias en los porcentajes de incidencia del gorgojo en favor de las aynukas, se relacionó directamente al sistema de rotaciones de cultivos y descanso practicados en cada sistema de producción de cultivos y a las distancias de las parcelas en relación de los focos de infestación. Estos valores aunque relativamente más altos coincidieron con los resultados obtenidos en una anterior experiencia (Figura 18) (Esprella *et al.*, 1996).

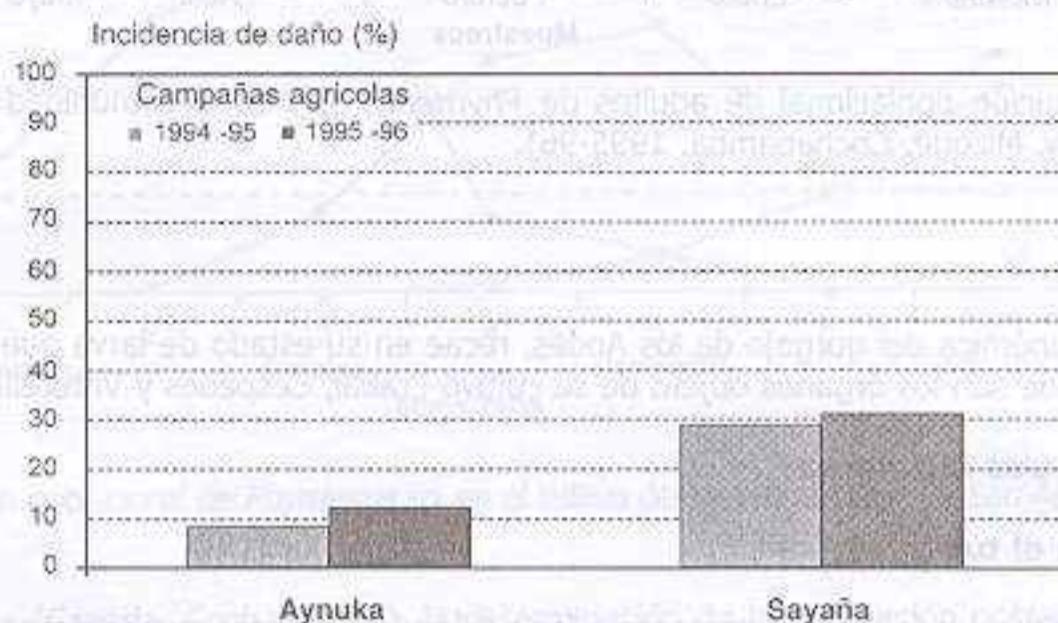


Figura 18. Porcentaje de daño del gorgojo de los Andes *Premnotrypes sp.* en dos sistemas de producción de cultivos. Pumani, La Paz, 1996.

1.5.1.2. Daño al follaje

Los daños ocasionados por los adultos de *P. latithorax* en el follaje son limitados. En un estudio realizado en Pilapata y Chaupiloma (Provincia Carrasco, Cochabamba) los daños en el follaje en varios tratamientos con barreras vegetales e insecticidas químicos llegaron en promedio a 2.3 y 3.5% (Cuadro 8) (Borda, 1994).

Cuadro 8. Daño foliar en plantas de papa ocasionados por adultos de *P. latithorax*, en las localidades de Chaupiloma y Pilapata, Provincia Carrasco, Cochabamba.

| Pilapata | | Chaupiloma | |
|--|------------|--|------------|
| Tratamientos | Daño (%) | Tratamientos | Daño (%) |
| Barrera de tarwi | 4.0 | Barrera de tarwi | 2.0 |
| Carbofuran al aporque | 2.3 | Barrera de oca | 3.2 |
| Barrera química con Carbofuran | 5.7 | Barrera química con Carbofuran | 2.8 |
| Carbofuran en la siembra, emergencia y aporque | 0.1 | Carbofuran en la siembra, emergencia y aporque | 0.3 |
| Testigo (sin tratamiento) | 5.5 | Testigo (sin tratamiento) | 3.4 |
| Daño promedio | 3.5 | Daño promedio | 2.3 |

1.5.2. *Rhigopsidius tucumanus*

En los campos de cultivo, los daños en el tubérculo por *R. tucumanus* son visibles desde el segundo estadio larval, siendo la voracidad y daño más significativos en el tercer y cuarto estadio (Barea y Vargas, 1992; Garate, 1994). Las larvas de *R. tucumanus* como ocurre con *P. latithorax*, barrenan los tubérculos para alimentarse, de esta manera forman galerías suberificadas que las llenan de excremento. En épocas críticas debido al daño que causa esta plaga, los agricultores suelen perder la totalidad de los tubérculos semilla, lo cual les impide recuperar el capital invertido en la semilla de papa.

1.5.2.1. Daño en los tubérculos

Las pérdidas económicas que ocasiona *R. tucumanus* son cuantiosas, en casos extremos se puede perder hasta el 80% del valor de la cosecha debido a la pérdida de calidad del producto. El daño ocasionado por las larvas se inicia en el campo y presenta las mismas características que el ocasionado por *Premnotrypes* spp., pudiendo encontrarse de 2 a 9 larvas en un tubérculo (Barea et al., 1997).

El daño a los tubérculos se inicia al momento de su crecimiento (marzo) y se prolonga hasta la cosecha. Al mantenerse la plaga en el interior de los tubérculos, ésta retorna a los campos con la semilla en la siguiente campaña, de esta manera continúa el ciclo de diseminación e infestación de los cultivos de papa (Andrew et al., 1999b).

La primera determinación de daños por efecto de la presencia de *R. tucumanus* en los tubérculos fue efectuada en las zonas paperas de Potosí (Provincia Saavedra) en la campaña agrícola 1990-91. En Potosí los daños en los tubérculos recién cosechados llegaron a 95 y 31% en Yanamok'o y Chinoli, respectivamente (Barea y Vargas, 1992).

Posteriormente, en Potosí (Chinoli, Laguna Pampa y Chimpapata) y Chuquisaca (Sirichaca, Pampa Yampara y Quirahuani) se compararon los daños en parcelas tratadas con y sin insecticidas (Nina et al., 1992). En ambos departamentos los porcentajes de daño y número de larvas en los tubérculos, fueron mayores en las parcelas donde no se aplicaron insecticidas (Cuadro 9). En Potosí los promedios de daño en los tubérculos después de almacenados y provenientes de las parcelas con y sin aplicación de insecticidas llegaron a 10 y 82%, respectivamente (Figura 19) (Nina et al., 1992; Barea et al., 1997).

Cuadro 9. Porcentaje de daño de *R. tucumanus* en tubérculos en condiciones de campo en Potosí y Chuquisaca. 1991-92.

| Parcela | Potosí | Daño (%) | Chuquisaca | Daño (%) |
|-----------------|--------------|--------------|---------------|-------------|
| Sin insecticida | Chinoli | 30.42 | Pampa Yampara | 5.16 |
| Sin insecticida | Chimpapata | 19.88 | Sirichaca | 11.07 |
| Sin insecticida | Laguna Pampa | 16.23 | Quirahuani | 4.19 |
| Promedio | | 22.18 | | 6.81 |
| Con insecticida | Chinoli | 11.23 | Pampa Yampara | 0.20 |
| Con insecticida | Chimpapata | 0.77 | Sirichaca | 1.05 |
| Con insecticida | Laguna Pampa | 0.82 | Quirahuani | 1.82 |
| Promedio | | 4.27 | | 1.02 |

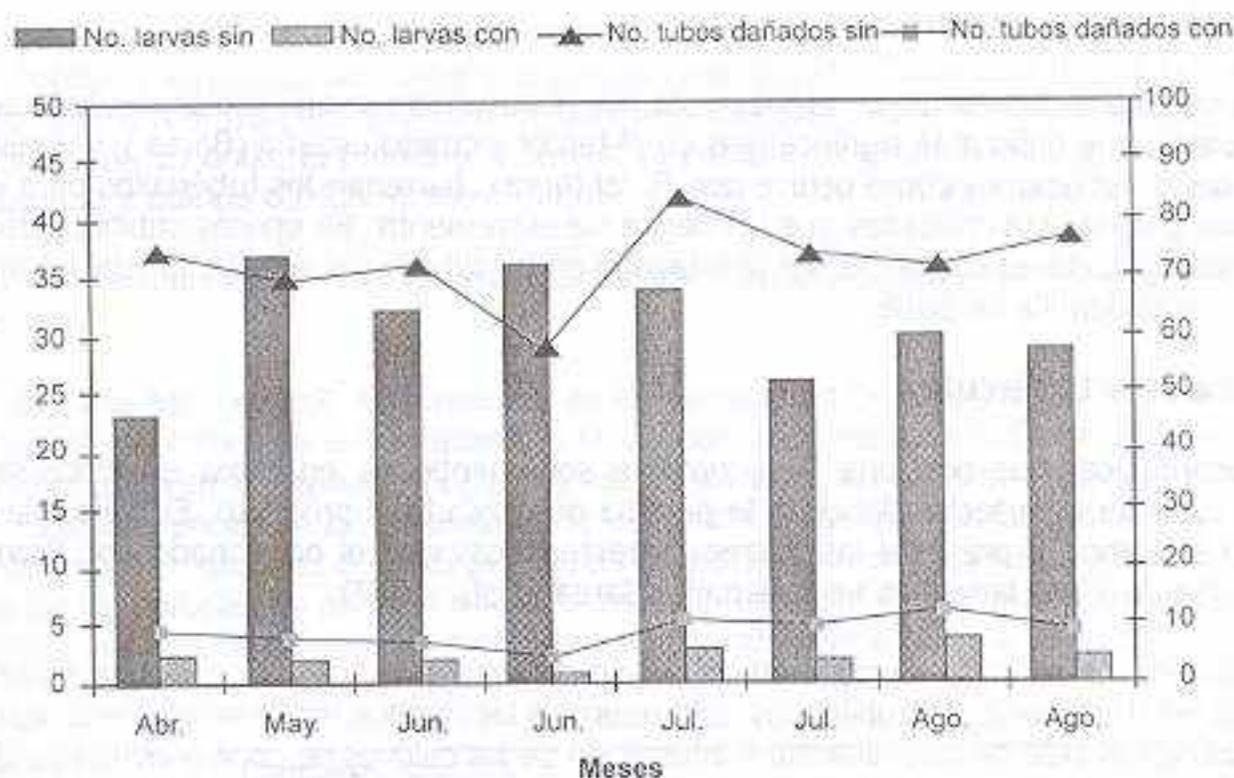


Figura 19. Número de larvas y tubérculos dañados en almacén, provenientes de ensayos en campo con y sin aplicación de insecticida. Chinoli, Potosí. 1991-92.

1.5.2.2. Daño en el follaje

Los daños de los gorgojos adultos de *R. tucumanus* en el follaje no afectan el desarrollo del cultivo. Los adultos de preferencia dañan los folíolos más tiernos en forma de media luna, cortando el borde pero sin llegar a la nervadura central de las hojas de la parte basal y media de la planta.

La severidad del daño foliar causado por el adulto de *R. tucumanus* se inicia con la emergencia del cultivo, la planta de papa en crecimiento ejerce mayor atracción a los adultos en la época de mayor desarrollo foliar, sin embargo, el daño no supera el 2.5% y carece de importancia económica, posteriormente, el daño en el follaje disminuye en la etapa de tuberización (Figura 20) (Garate, 1994; Barea et al., 1997).

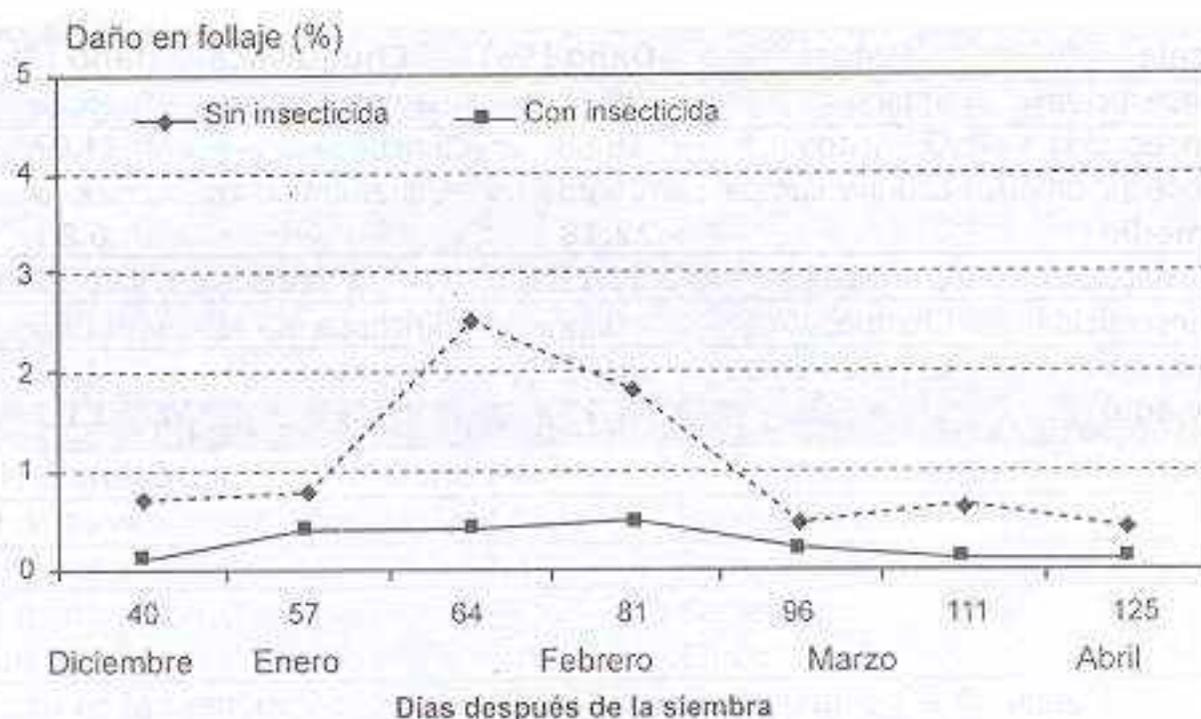


Figura 20. Daño foliar causado por adultos de *R. tucumanus* en parcelas con y sin insecticida. Chinoli, Potosí. 1991-92.

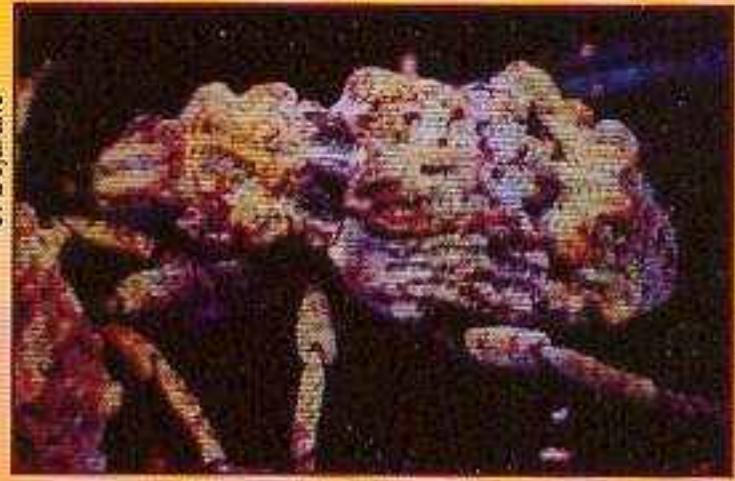
BIOLOGÍA Y MORFOLOGÍA

Rayne Calderón



Prennotrypes latithorax

C. Bejarano



Rhigopsidius tucumanus

Rayne Calderón



Phyrdenus sp.

Estado adulto de tres géneros y especies del Gorgojo de los Andes económicamente más importantes en Bolivia.

Estado de larva Las larvas dañan directamente a los tubérculos. Recién emergidas de los huevos localizan los estolones y tubérculos de papa para ingresar y alimentarse de ellos.

Rayne Calderón



Estado de pupa Las pupas de *P. latithorax* permanecen en el suelo de donde salen en estado adulto.

Rayne Calderón



Las larvas y pupas de *R. tucumanus* permanecen dentro los tubérculos de donde salen en estado adulto.



Estado de huevo. Los huevos son ovipositados en rastrojos de plantas, cerca del cuello de las plantas y algunas veces debajo de terrones de tierra y piedras, formando grupos en hileras o montones.

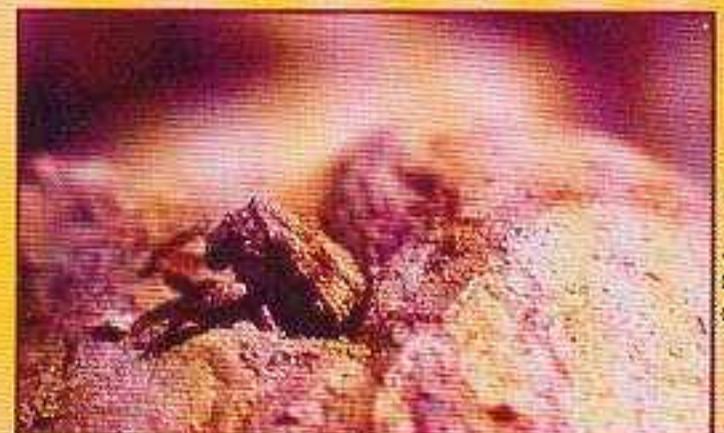
HÁBITOS Y COMPORTAMIENTO

L. Crespo



Orificios de salida de adultos de *P. latithorax* en pisos de tierra donde se amontonaron tubérculos infectados.

C. Bejarano



Salida del gorgojo adulto de *R. tucumanus* de un orificio en el tubérculo de papa.

HÁBITOS Y COMPORTAMIENTO



R. Esprella

En campo, los gorgojos adultos se esconden de la luz y el calor del sol, cerca de los tallos de plantas de papa, debajo de piedras, terrones de tierra y de otros.



Gorgojos adultos hembra y macho copulando entre terrones de tierra. La cópula dura hasta dos horas y se efectúa durante la mañana hasta el medio día y por la noche.



R. Esprella

DAÑOS



C. Bejarano



C. Bejarano



La planta de papa en crecimiento ejerce mayor atracción a los gorgojos adultos hasta la época de mayor desarrollo foliar. Estos individuos de preferencia dañan los folíolos más tiernos en forma de media luna, cortando el borde pero sin llegar a dañar la nervadura central.

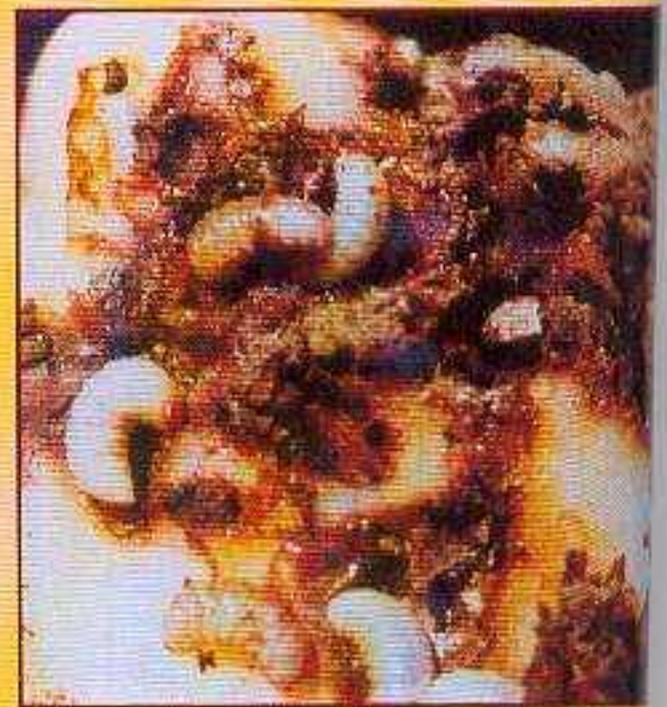
El daño más importante del gorgojo de los Andes es ocasionado por las larvas en los tubérculos. Los daños son menos visibles en los tubérculos infectados recién cosechados, en relación de aquellos que se almacenaron por un tiempo. Debido a estos daños los tubérculos pierden su valor comercial.



L. Crespo



L. Crespo



1.5.3. *Phyrdenus* sp.

En un diagnóstico efectuado en Tarija en la campaña 1992-93 en comunidades de las provincias Arce, Cercado y Avilez del Valle Central de Tarija, se observó que *Phyrdenus* sp. afecta al follaje como a los tubérculos del cultivo de la papa (Cuadro 10) (Quiroga y Cardozo, 1994).

Cuadro 10. Daños ocasionados por *Phyrdenus* sp. en el cultivo de la papa. Provincias Arce, Cercado y Aviles (Tarija).

| Plagas | Observados en parcela (n= 17) | | Mencionados por agricultores (n=38) | |
|--|-------------------------------|--------|-------------------------------------|--------|
| | % | Número | % | Número |
| En Follaje | | | | |
| Cascarudo adulto (<i>Phyrdenus</i> sp.) | 29 | 5 | 35 | 6 |
| En tubérculo | | | | |
| Arrocillo (larva) (<i>Phyrdenus</i> sp.) | 59 | 10 | 59 | 10 |

Se observó que las larvas de *Phyrdenus* sp. también atacan a las raíces y efectúan galerías superficiales en los estolones y tubérculos, siendo el principal daño a nivel de los tubérculos por afectar su valor comercial. Posteriormente, las larvas abandonan el cultivo generalmente antes de la cosecha, para introducirse al suelo. Los adultos causan daños en el follaje y tallos de las plantas (Guzman y Herbas, 1994a, Calderón y Perpich, 1994, Lino et al., 1995).

Los daños de *Phyrdenus* sp. en ciertas etapas de la fenología del cultivo de la papa se relacionaron con el hábito alimenticio del insecto en Tolomosa y San Andrés (Tarija). Los adultos iniciaron su emergencia conjuntamente con la del cultivo y se alimentaron del follaje; las larvas se presentaron al inicio de la tuberización y causaron daño en las raíces, estolones y tubérculos en formación y crecimiento; inclusive al momento de la cosecha, se hallaron larvas incrustadas en los tubérculos (Guzman y Herbas, 1994b).

En el valle de Mizque (Cazorla, Cochabamba) los daños de *Phyrdenus* sp. en los tubérculos a la cosecha fueron 17 y 2% en la siembra Mishk'a (julio-noviembre) y Lojru (febrero-junio), respectivamente, en base a la evaluación de 20 parcelas y 100 tubérculos por parcela. El daño de la plaga en la siembra Mishk'a para los propios agricultores fue alto y justificable para aplicar algún control por afectar directamente al valor comercial de su producto (Lino et al., 1995).

Otro ensayo con insecticidas químicos en el valle de San Andrés de Tarija (Huertas Abajo) ratificó que *Phyrdenus* sp. no afecta los rendimientos y que sin embargo su efecto negativo se traduce en el valor cualitativo de los tubérculos. Los daños ocasionados por las larvas de este gorgojo en los tubérculos del tratamiento testigo (sin control) llegaron a 18.3% (Herbas y Guzman, 1995).

1.6. FORMAS DE CONTROL DEL GORGOJO DE LOS ANDES POR PARTE DEL AGRICULTOR

1.6.1. *Premnotrypes* spp.

Las acciones realizadas en el control del gorgojo de los Andes *Premnotrypes* spp. por parte del agricultor se estableció a través de encuestas en Candelaria (Provincia Chapare, Cochabamba). Estas encuestas dirigidas al 10% del total de agricultores asentados en esta zona, mostraron que en Candelaria no se efectuaba ningún control contra el gorgojo en condiciones de campo, en cambio en almacén entre los métodos utilizados por el 50% de los agricultores encuestados predominó el control químico. Entre los insecticidas utilizados en almacén figuraron el Folidol, Malathion y otros, pero con resultados poco satisfactorios (Calderón, 1993).

Al contrario, en las comunidades de Kollana y Puchuni (Provincia Aroma) y Ch'alla (Provincia Loayza) del departamento de La Paz, se determinó que más del 90% de los agricultores aplicaban insecticidas en condiciones de campo con productos extremada hasta moderadamente tóxicos, por su efecto y fácil disponibilidad en el mercado, como Folidol etílico (Parathion etílico 50% CE), Tamaron (Metamidofos 60% LC), Metil parathion (Metil parathion 50% CE), Perfekthion (Dimetoato 40% CE), pero sin llegar a obtener resultados satisfactorios (Esprella et al., 1995; Calizaya, 1999).

1.6.2. *Rhigopsidius tucumanus*

En tres comunidades de la provincia Yamparaez (Chuquisaca), como parte de un trabajo de investigación, se determinó que los agricultores para controlar al gorgojo seleccionaban los tubérculos semilla para la siembra y cosechaban el cultivo en forma oportuna. Excepcionalmente en años secos y cuando la incidencia de la plaga era muy alta, parte de sus prácticas consistía en la defoliación del cultivo (Escalante, 1998).

1.6.3. *Phyrdenus* sp.

Un diagnóstico que consideró el 15% de la población en cada comunidad encuestada del valle de Mizque (Cazorla y Tukma Baja), reflejó que el 70% de los agricultores efectuaban el control químico sin obtener resultados satisfactorios. Se encontró que la falta de conocimiento sobre la biología del insecto hacía inoportuno la aplicación de los insecticidas afectando su efectividad. Este inconveniente también se asoció al escaso conocimiento del agricultor sobre las características de los insecticidas (Lino et al., 1996).

1.7. RESUMEN

1.7.1. Importancia, biología y etología del gorgojo de los Andes

El gorgojo de los Andes incluye varios géneros y especies, entre ellos *Premnotrypes latithorax*, *Rhigopsidius tucumanus* y *Phyrdenus* sp., conocidos con los nombres comunes de "gusano blanco de la papa", "gusano de la papa", "gorgojo de la papa" o simplemente "gusano blanco". La importancia de estas tres especies en Bolivia fue establecida a partir de diagnósticos efectuados por PROINPA en los departamentos de Cochabamba, Potosí, Chuquisaca, Tarija y La Paz.

Los daños ocasionados por las tres especies son principalmente en los tubérculos, y de tipo cualitativo. Las larvas de *P. latithorax* y *R. tucumanus* barrenan los tubérculos para alimentarse, de esta forma ocasionan galerías suberificadas que las llenan de excremento. *Phyrdenus* sp. también ocasiona galerías en los tubérculos, pero a diferencia de las otras dos especies, éstas son superficiales. De esta manera las tres especies de gorgojo afectan directamente el valor comercial de los tubérculos.

Con los años de investigación en las diferentes zonas agroecológicas se determinó la distribución geográfica de *P. latithorax*, *R. tucumanus* y *Phyrdenus* sp. La presencia de las dos primeras especies es mayor que la última. La especie *P. latithorax* se concentra en las zonas papeiras de La Paz, Cochabamba, Oruro y Potosí. *R. tucumanus* también se halla en estos departamentos, pero en menor proporción; y en mayor cantidad en Chuquisaca y Tarija. *Phyrdenus* sp. afecta la producción de papa en las zonas cálidas de Cochabamba, Tarija, Chuquisaca y Santa Cruz. Por otro lado, en La Paz también se detectó aunque de forma errática, la presencia de los gorgojos *Listroderes* sp. y *Scoteovorus* sp.

P. latithorax, *R. tucumanus* y *Phyrdenus* sp., pasan por cinco estados: adulto, huevo, larva, prepupa y pupa, sin embargo la duración de cada uno de ellos y entre especies es diferente. La duración del ciclo biológico de *P. latithorax* es mayor (480 días) que la de *R. tucumanus* (350 días) y el ciclo de este último mayor al de *Phyrdenus* sp. (150 días). Las dos primeras especies completan una sola generación por año, y la tercera dos generaciones.

Los gorgojos adultos de las tres especies son lucífagos evitan la luz, durante el día permanecen en lugares oscuros y húmedos, o debajo de terrones y piedras, en el cuello de las plantas o grietas del suelo cerca de las plantas. En el caso de *P. latithorax* y *R. tucumanus* su migración de los focos de infestación hacia las parcelas sembradas con papa ocurre durante la noche. Los adultos de *R. tucumanus* son más grandes y fuertes que los de *P. latithorax* y *Phyrdenus* sp., son castaños claros, los de *P. latithorax* marrones a casi negros y de *Phyrdenus*

sp. castaños oscuros. Los adultos macho de las dos primeras especies son de menor tamaño que las hembras, pero en relación a estas, son más longevos, posiblemente por su menor proporción poblacional y función fecundadora.

Por otro lado, al comparar tiempos y forma de desplazamiento de los gorgojos adultos de *P. latithorax* y *R. tucumanus* al cultivo de papa, se estableció que el primero es menos receptivo que el segundo en ubicar un campo cultivado con papa.

Las larvas de *R. tucumanus* en comparación a las de *P. latithorax* permanecen dentro el tubérculo para completar su ciclo biológico y salen de él únicamente como adultos, en cambio, las larvas del último estado de *Premnotrypes* spp. y *Phyrdenus* sp. abandonan los tubérculos para completar su ciclo de vida en el suelo.

Los focos de infestación más importantes de *R. tucumanus* son los tubérculos semilla y los demás focos que se citan a continuación son comunes a esta especie y *P. latithorax*: 1) plantas quíipas, 2) almacenes con tubérculos infectados cercanos a parcelas de siembra de papa, 3) campos sembrados con tubérculos semilla infectados por el gorgojo, 4) lugares de amontonamiento de los tubérculos durante la cosecha y 5) zonas de prealmacenamiento o de selección de los tubérculos; siendo estos dos últimos focos más importantes para la diseminación de la especie *P. latithorax*.

1.7.2. Fluctuación poblacional

Parte del ciclo biológico de *P. latithorax*, *R. tucumanus* y *Phyrdenus* sp. ocurre de forma sincronizada con el ciclo vegetativo del cultivo de papa, en cualquier época de siembra.

En las zonas altas de producción de papa (> 3000 msnm) las siembras de año comprenden de noviembre a mayo-junio, en esta siembra las mayores poblaciones de *P. latithorax* en los estados de adulto, huevo y larva, ocurre entre la emergencia y segundo aporque del cultivo. Los adultos se observan de enero a mayo, los huevos de febrero a abril, la presencia de larvas coincide con la formación y crecimiento de los tubérculos, dentro y fuera de las papas entre marzo a junio, y los individuos en estado de pupa se observan de mayo a septiembre.

De forma similar el desarrollo de *R. tucumanus* se inicia en octubre con la presencia de gorgojos adultos en la siembra de año (octubre-noviembre a mayo-junio). Luego del período de copula, se encuentran huevos a partir de diciembre hasta marzo y los estados larvales de febrero a agosto (desde el inicio del período de tuberización hasta el almacenamiento). El estado de prepupa se observa de abril a septiembre, la pupa de julio a noviembre y por último, el adulto de octubre a febrero del próximo año. Sin embargo, la mayoría de los estudios de fluctuación poblacional de *R. tucumanus* mostraron que las mayores poblaciones de adultos se presentan entre la emergencia y primer aporque del cultivo, lo que sugirió que los adultos abandonan recién los tubérculos semilla con la emergencia de las plantas, siendo los tubérculos importantes focos de diseminación de la plaga.

De igual forma, en *Phyrdenus* sp. se observó una mayor población de adultos en la siembra Mishk'a (agosto-diciembre), que coincide con la emergencia del cultivo de papa, y el mayor pico poblacional una vez completada la emergencia. El estado larval se presentó al inicio del período de tuberización e incrementó su población en pleno crecimiento de los tubérculos, sin embargo, también se presentaron en la cosecha. La presencia de pupas ocurrió a la senectud del cultivo y su población incrementó hasta la cosecha. En el valle de Mizque (Cochabamba) se observó que *Phyrdenus* sp. esta presente en mayor población en la siembra Temporal (septiembre-noviembre) que en la siembra Lojru (febrero a marzo) y Mishk'a (junio a agosto). En Tarija, la presencia de *Phyrdenus* sp. es mayor en la siembra Mishk'a (agosto a diciembre).

DESARROLLO DE COMPONENTES PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL GORGOJO DE LOS ANDES

1.1. INTRODUCCIÓN

El gorgojo de los Andes es una especie de gorgojo que se encuentra en los Andes de Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Es una especie que causa graves daños a los cultivos de papa, maíz, trigo y otros cereales. Este gorgojo es una plaga muy común en los Andes y su control es un desafío para los agricultores. Este libro tiene como objetivo proporcionar información sobre el gorgojo de los Andes y sus métodos de control, así como también proporcionar información sobre el manejo integrado de plagas.

El control de las plagas de gorgojo de los Andes requiere un enfoque integrado que combine diferentes métodos de control. Este libro proporciona información sobre los diferentes métodos de control y cómo combinarlos para controlar eficazmente a las plagas de gorgojo de los Andes. Este libro también proporciona información sobre el manejo integrado de plagas y cómo aplicarlo a las plagas de gorgojo de los Andes.

1.2. Terminología

1.2.1. Aspecto biológico

CAPÍTULO II

DESARROLLO DE COMPONENTES PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL GORGOJO DE LOS ANDES

El gorgojo de los Andes es una especie de gorgojo que se encuentra en los Andes de Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Es una especie que causa graves daños a los cultivos de papa, maíz, trigo y otros cereales. Este gorgojo es una plaga muy común en los Andes y su control es un desafío para los agricultores. Este libro tiene como objetivo proporcionar información sobre el gorgojo de los Andes y sus métodos de control, así como también proporcionar información sobre el manejo integrado de plagas.

2.1. Control de la plaga de gorgojo de los Andes en el cultivo de papa

El control de la plaga de gorgojo de los Andes en el cultivo de papa requiere un enfoque integrado que combine diferentes métodos de control. Este capítulo proporciona información sobre los diferentes métodos de control y cómo combinarlos para controlar eficazmente a las plagas de gorgojo de los Andes en el cultivo de papa. Este capítulo también proporciona información sobre el manejo integrado de plagas y cómo aplicarlo a las plagas de gorgojo de los Andes en el cultivo de papa.

El control de la plaga de gorgojo de los Andes en el cultivo de papa requiere un enfoque integrado que combine diferentes métodos de control. Este capítulo proporciona información sobre los diferentes métodos de control y cómo combinarlos para controlar eficazmente a las plagas de gorgojo de los Andes en el cultivo de papa. Este capítulo también proporciona información sobre el manejo integrado de plagas y cómo aplicarlo a las plagas de gorgojo de los Andes en el cultivo de papa.

El control de la plaga de gorgojo de los Andes en el cultivo de papa requiere un enfoque integrado que combine diferentes métodos de control. Este capítulo proporciona información sobre los diferentes métodos de control y cómo combinarlos para controlar eficazmente a las plagas de gorgojo de los Andes en el cultivo de papa. Este capítulo también proporciona información sobre el manejo integrado de plagas y cómo aplicarlo a las plagas de gorgojo de los Andes en el cultivo de papa.

El control de la plaga de gorgojo de los Andes en el cultivo de papa requiere un enfoque integrado que combine diferentes métodos de control. Este capítulo proporciona información sobre los diferentes métodos de control y cómo combinarlos para controlar eficazmente a las plagas de gorgojo de los Andes en el cultivo de papa. Este capítulo también proporciona información sobre el manejo integrado de plagas y cómo aplicarlo a las plagas de gorgojo de los Andes en el cultivo de papa.

DESARROLLO DE COMPONENTES PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL GORGOJO DE LOS ANDES

2.1. INTRODUCCIÓN

Son varias las causas comunes por las cuales *Premnotrypes* spp., *Rhigopsidius tucumanus* y *Phyrdenus* sp., ocasionan pérdidas económicas a los agricultores, las principales son el conocimiento reducido por parte del agricultor de la biología del insecto, comportamiento y forma de ataque, fuentes de infestación, inadecuado uso de insecticidas y a la falta y/o uso de otras alternativas de control.

Para el control de las tres especies de gorgojo se han desarrollado una serie de prácticas que usadas simultáneamente se definen como estrategias de Manejo Integrado (MIP-Gorgojo), por su viabilidad económica y fácil aplicación por parte del agricultor y por minimizar daños al medio ambiente, que son características con grandes posibilidades de ser adoptadas.

2.2. *Premnotrypes* spp.

2.2.1. Control biológico

La naturaleza parasítica de *Beauveria* spp. abrió posibilidades alentadoras para ser utilizado en el control de *P. latithorax*, ya que a este hongo se le halló parasitando en forma natural larvas, pupas y adultos del gorgojo, en condiciones de almacén y campos de agricultores.

2.2.1.1. Control con *Beauveria brongniartii* en condiciones de campo

Los estudios de control de *P. latithorax* con *B. brongniartii* (aislamiento Ayopaya) en condiciones de campo se efectuaron en Candelaria (Provincia Chapare, Cochabamba), sin embargo su acción y efecto contra este gorgojo no fue suficiente, aún aplicado en diferentes épocas (siembra y/o aporque) y con distintos tipos de estiércoles (ovino y de pollos); debido principalmente a la dificultad de mantener una humedad en el suelo favorable para su desarrollo (Crespo *et al.*, 1995).

2.2.1.2. Control con *Beauveria brongniartii* en condiciones de almacén

En condiciones de almacén en Kollana, en dos años consecutivos (1996-97 y 1997-98) se estudió el control de *Premnotrypes* spp. con el hongo *B. brongniartii*, los resultados fueron alentadores. Con este tipo de control fueron compatibles la biología del insecto (las larvas abandonan los tubérculos para introducirse al suelo y continuar su ciclo biológico) y las costumbres del agricultor (no manipula más los tubérculos cosechados una vez almacenados).

El hongo se multiplicó en arroz (que fue utilizado como substrato del hongo), antes de incorporarse en los focos de infestación dentro almacén. La cantidad de arroz incorporado fue de 2 kg/m² en 10 almacenes, diez días antes de almacenar los tubérculos. El suelo de los focos de infestación fue previamente humedecido, removido y mullido hasta 10 cm de profundidad, luego se incorporó el hongo, se cubrió con tierra y regó.

La mortalidad del gorgojo en los focos de infestación incorporados con el hongo, llegó a 74% en el primer año. El estado adulto invernante fue el más afectado (69%) que el estado de pupa (5%) (Esprella *et al.*, 1997).

En el siguiente año, se observó que *B. brongniartii* se había establecido en los focos de infestación. En esta segunda evaluación, la eficiencia de control del gorgojo por el hongo incorporado un año atrás llegó a 77%, siendo que el estado larval y adulto invernante fueron afectados en un 33 y 34%, respectivamente. Sin embargo, también se observaron almacenes donde el hongo no pudo sobrevivir y desapareció, principalmente porque los suelos no se mantuvieron húmedos (Esprella *et al.*, 1998).

2.2.2. Control cultural (remoción de focos de infestación)

Los tubérculos infectados por el gorgojo son formadores de focos de infestación, que son lugares donde se amontonan las papas durante la cosecha, prealmacenamiento (o de selección de los tubérculos) y almacenamiento definitivo. También son focos de infestación, las parcelas de cultivo infestadas por la plaga y las plantas quíipas formadas a partir de tubérculos infectados que quedaron en el campo después de la cosecha.

En las localidades de Candelaria y Aguirre (Provincia Chapare, Cochabamba), la eliminación de la plaga se limitó a los focos de infestación próximos a las viviendas de los agricultores (zonas de prealmacenamiento) a pocos días después de la cosecha. En siete zonas de prealmacenamiento se eliminó una población equivalente a 124,460 especímenes que en su mayoría fueron gorgojos en estado de larva. Esta población se estimó en base a poblaciones contabilizadas por foco de infestación de 5 m² de superficie promedio que utiliza el agricultor, y considerando que la población del insecto por m² varió de 48 a 3556 individuos (Calderón y Crespo, 1994).

Posteriormente, en Candelaria (Provincia Chapare, Cochabamba) y Kollana (Provincia Aroma, La Paz), se estableció que las áreas de prealmacenamiento son los focos de infestación más importantes en la concentración de la plaga, en relación de las de amontonamiento y almacenamiento de los tubérculos. Las superficies promedio de los tres tipos de focos de infestación llegaron a 6 m² y las poblaciones del insecto de 120 a 10.865 individuos/m². En general, con la remoción de 39 focos de infestación (áreas de amontonamiento, prealmacenamiento y almacenamiento) se destruyó una población potencial de 174.498 individuos (Cuadro 11) (Crespo et al., 1995).

Cuadro 11. Población de *P. latithorax* en focos de infestación de 6 m² de superficie promedio en Kollana (La Paz) y Candelaria (Cochabamba). 1994-95.

| Focos de infestación | Comunidad | Nº Focos de infestación | No. individuos/ m ² | No. individuos/ 6 m ² |
|-------------------------|------------|-------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Áreas de amontonamiento | Kollana | 23 | 8540 | 51.240 |
| Áreas de selección | Kollana | 7 | 10.865 | 65.190 |
| | Candelaria | 8 | 9.558 | 57.348 |
| Áreas de almacenamiento | Kollana | 1 | 120 | 720 |
| TOTAL | — | 39 | 29.08 | 174.50 |

Estas experiencias, determinaron la importancia de considerar las costumbres de los agricultores en cuanto a los lugares, labores y materiales que utilizan durante la cosecha y postcosecha, para priorizar la destrucción de los focos de infestación de la plaga. Así por ejemplo, cuando los agricultores cosechan los tubérculos directamente en bolsas, se eliminarían mayores poblaciones del insecto con la remoción del suelo en los lugares asignados para la selección de los tubérculos, y no donde se amontonan durante la cosecha en campo.

2.2.3. Control con variedades precoces

Parte de un estudio de control de *Premnotrypes* spp. consistió en determinar si la precocidad en el cultivo de papa permitía reducir el ataque de las larvas a los tubérculos, pues al cosecharlos antes no se incrementaría el daño. Sin embargo, se observó que al emerger primero la variedad precoz Alpha, ésta atrajo antes a los insectos adultos, de tal forma que al momento de la cosecha, los tubérculos de dicha variedad presentaron mayor daño en relación de la variedad tardía Sani Imilla.

Asimismo, al usar una variedad de tuberización superficial como la variedad Alpha se determinó que el daño del gorgojo en los tubérculos es mayor por estar más expuestos al ataque de las larvas. La infección de los tubérculos fue menor en la variedad Sani Imilla de tuberización profunda (Andrew y Herbas, 1992; Carvajal, 1993).

2.2.4. Control con barreras vegetales

En estudios de control de *P. latithorax* con métodos diferentes al químico, se determinó que las barreras vegetales pueden impedir el ingreso de esta especie a la parcela sembrada con papa. Se compararon las barreras vegetales de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y de oca (*Oxalis tuberosa*), sembrados al contorno de las parcelas con papa con una parcela testigo (sin control). La barrera de tarwi controló mejor el ingreso del gorgojo a la parcela, con esta barrera los daños en los tubérculos se redujeron en 45% y con la oca en 28%, respecto al testigo (Andrew y Herbas, 1992; Carvajal, 1993).

2.2.5. Control mecánico (trampas de caída o zanjas revestidas con plástico)

Con el antecedente de que las zanjas o trampas de caída impidieron la migración del escarabajo colorado en el cultivo de papa y que mejoraron los resultados cuando dichas zanjas se cubrieron con plástico negro (Boiteau et al., 1993), esta tecnología se aplicó para el control del gorgojo de los Andes con resultados satisfactorios.

Para tal efecto, algunas de las parcelas altamente infestadas de *P. latithorax* en Kollana (Aroma, La Paz), se cercaron con zanjas de 30 cm de ancho y 25 a 30 cm de profundidad y revistieron con plástico negro, los tratamientos fueron las épocas de instalación de las zanjas (Cuadro 12). En el total de la superficie revestida se realizaron 20 muestreos o recolecciones de gorgojos cada 4 días al azar de dos metros de largo cada una.

Cuadro 12. Épocas de instalación de zanjas revestidas de plástico para el control mecánico del gorgojo de los Andes. Kollana, La Paz. 1997.

| Tratamientos | Época de instalación |
|--------------|--------------------------------------|
| T1 | A la siembra |
| T2 | Al 50% de la emergencia del cultivo |
| T3 | Al 100% de la emergencia del cultivo |

Desde la siembra a la cosecha del cultivo (noviembre a abril), la mayor población de especímenes y por lo tanto controlada o eliminada fue del género *Premnotrypes* spp. (37% de *P. latithorax* y 36% de *P. solaniperda*), 15.3% correspondió al género *Scotoeborus* sp., 6.9% a *R. tucumanus* y por último 4.7% a *Lystroderes* sp. (Figura 21). Cabe mencionar que las especies *Scotoeborus* sp. y *Lystroderes* sp. no son importantes en la papa, no se ha observado que sus larvas ingresan a los tubérculos, pese a que los adultos consumen el follaje. Todos los individuos capturados de las especies citadas sumaron a 85.720 adultos.

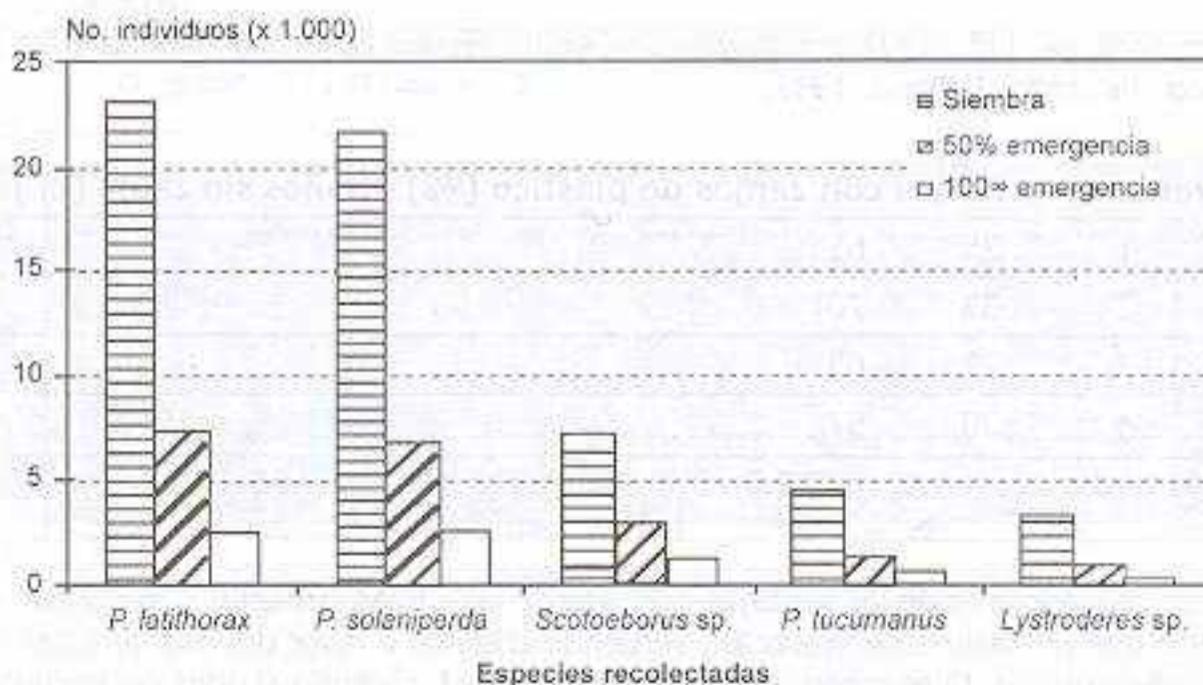


Figura 21. Géneros de gorgojos recolectados en las zanjas revestidas con plástico por fecha de instalación de las zanjas. Kollana, la Paz. 1996-97.

Con este estudio, se determinó que las zanjas deben de instalarse desde la siembra, con esta fecha se capturó la mayor población de gorgojos de 59.775 individuos equivalente al 70% de la población capturada. Las zanjas instaladas en la emergencia del cultivo capturaron 19.090 individuos (22.28%) y en el aporque 6.860 (8.0%) (Figura 22) (Vicente et al., 1997).

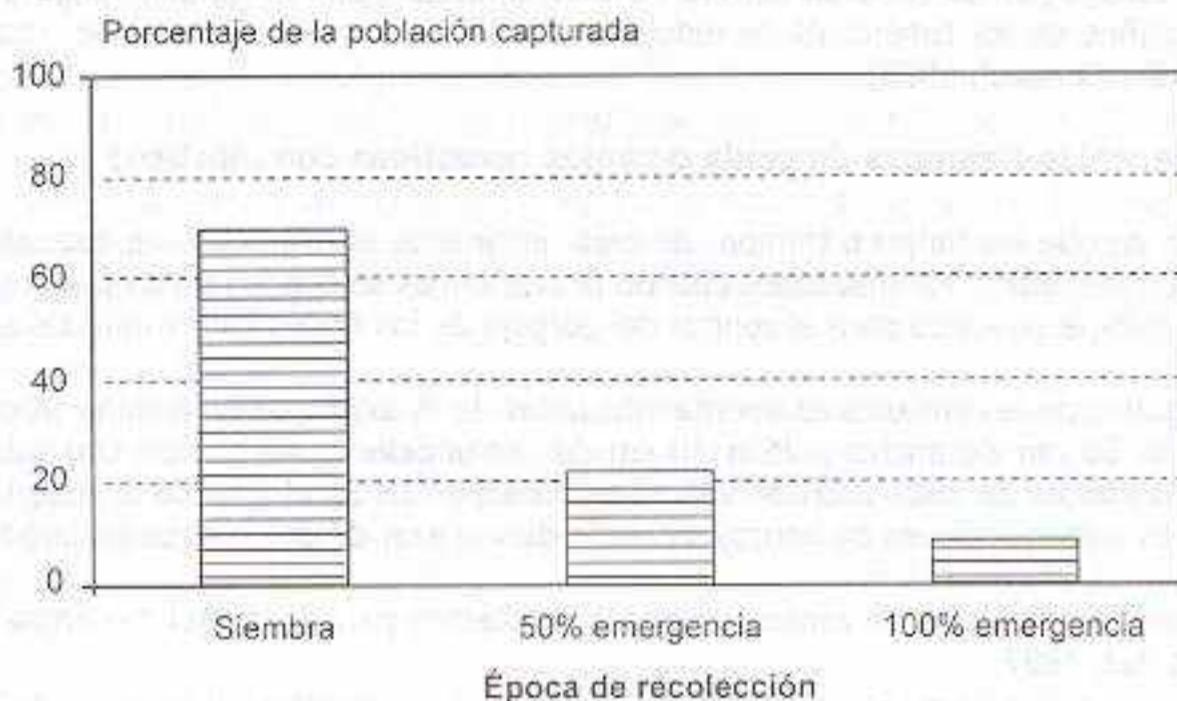


Figura 22. Porcentaje de gorgojos adultos capturados en tres diferentes fechas de instalación de zanjas revestidas con plástico. Kollana, La Paz. 1996-97.

Simultáneamente, con el CIAL* de Taracollo (Kollana, Aroma), se instalaron zanjas revestidas de plástico en cuatro parcelas recientemente sembradas con papa y próximas una de la otra, una quinta parcela desprovista de las zanjas se consideró foco de infestación porque un año anterior estuvo sembrada con papa infectada. Las zanjas revestidas con plástico evitaron el desplazamiento de los gorgojos adultos desde el lado donde se encontraba la parcela infestada. Con los integrantes del CIAL*, se determinaron los porcentajes de daño del gorgojo en los tubérculos a la cosecha, encontrándose un daño promedio de 29% en las parcelas bloqueadas con las zanjas revestidas de plástico y 65% de daño en la parcela testigo (Cuadro 13) (Esprella et al., 1997).

Cuadro 13. Porcentaje de daño de *Premnotrypes spp.* en tubérculos cosechados de parcelas con y sin zanjas revestidas de plástico. Taracollo, Kollana, 1997.

| Parcela | Daños con zanjas de plástico (%) | Daños sin zanja (%) |
|-----------------|----------------------------------|---------------------|
| 1 | 25 | 65 |
| 2 | 35 | 70 |
| 3 | 27 | 68 |
| 4 | 30 | 57 |
| Promedio | 29.3 | 65 |

Los agricultores se convencieron de las ventajas que ofrecen las zanjas cubiertas con plástico en comparación con el control químico que normalmente practican, vertiendo criterios a favor del uso de estas zanjas dentro la estrategia de control del gorgojo, tales como que no daña a la salud, controla al gorgojo, poca papa agusanada, no existe peligro para los animales, etc.

*CIAL: Comité de Investigación Agrícola Local.

2.2.6. Control químico

Uno de los primeros estudios de control químico reportados contra *P. latithorax*, se realizó en Candelaria (Provincia Chapare, Cochabamba) por los altos daños del gorgojo registrados en esta comunidad. Los insecticidas estudiados, fueron el Carbofuran (Carbodan 48 FW) e Isazophos (Miral 500 CS), ambos aplicados a la siembra y aporque controlaron los daños en los tubérculos en mayor proporción (Anexo 1 y Figura 23) (Calderón, 1994).

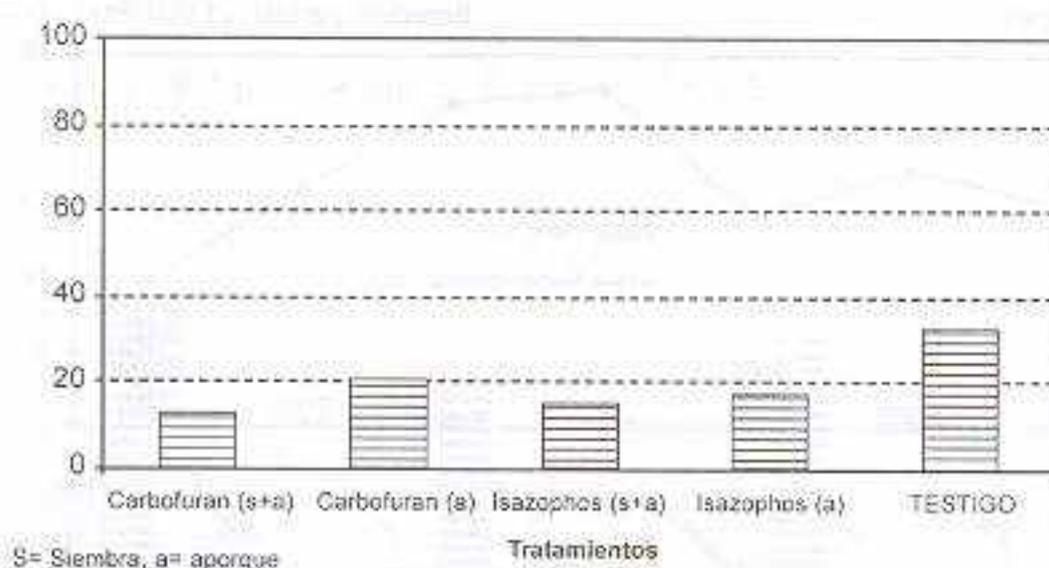


Figura 23. Porcentaje de daño de *Premnotrypes spp.* en tubérculos recién cosechados de parcelas tratadas con insecticidas. Candelaria, Cochabamba.

En investigaciones posteriores sobre control químico de *P. latithorax* se incorporaron diferentes insecticidas selectivos y menos tóxicos (Anexo 1).

El primero de los estudios con insecticidas selectivos se efectuó en dos parcelas de la zona de Candelaria (Prov. Chapare), comparándolos con el Carbofuran líquido (Carbodan 48 FW) y granulado (Carbodan 5G), para determinar si alguno o algunos podrían reemplazar al Carbofuran (Calderón et al., 1995). Uno sólo, el Triflumuron (Alsylin: 0.15 kg/ha) aplicado tres veces al cultivo redujo más los daños del gorgojo que el Carbofuran líquido y granulado (Figura 24). Sin embargo, considerando el porcentaje de daño obtenido con los demás insecticidas por y entre agricultores, se puede afirmar que el Teflutrina (Force EC), Permetrina (Ambush) y Clorpirifos (Pyrinex 48 EC), también redujeron satisfactoriamente los daños en los tubérculos.

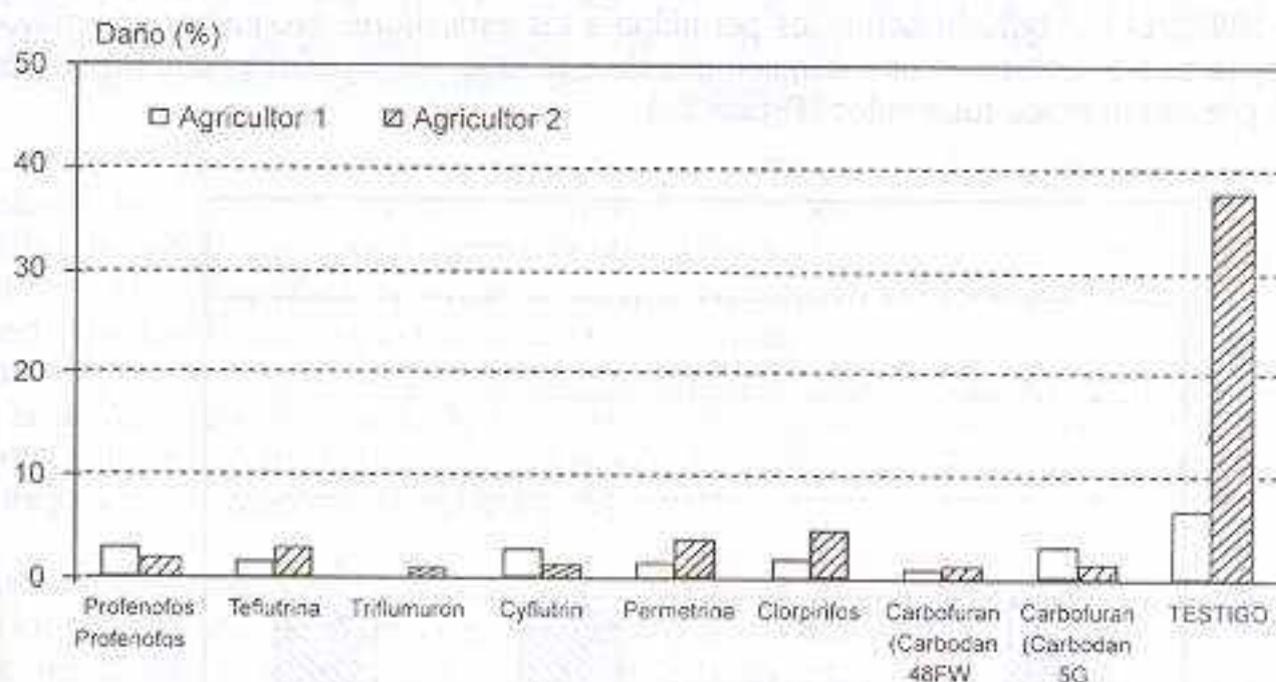


Figura 24. Porcentaje de daño de *Premnotrypes spp.* en tubérculos de ensayos de control químico. Candelaria, Cochabamba. 1994-95.

Por estos resultados, en las siguientes investigaciones no se usó el Carbofuran, en cambio se incorporaron los insecticidas Triflumuron (Alsystin) y Teflutrina (Force EC) por que resultaron más efectivos en el control de *P. latithorax* (Figura 24) (Crespo et al., 1996). Estos dos insecticidas y principalmente el Teflutrina, fueron superados en sus efectos por el Lambdacihalotrina (Karate) y Fenil Pirazol (Regent 800 FW), con ambos se obtuvieron mayores beneficios parciales (Figura 25).

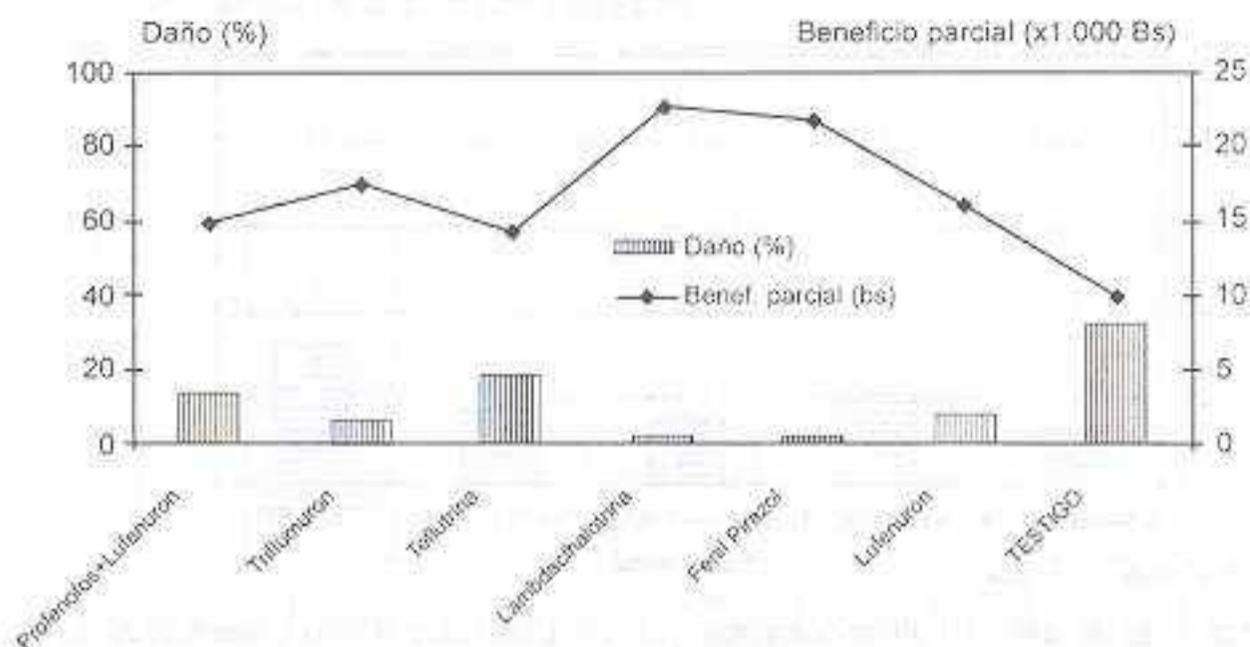


Figura 25. Porcentaje de daño y beneficio parcial, en tratamientos de control químico contra *Premnotrypes sp.* Candelaria, Cochabamba (Crespo et al., 1996).

En 1996-97 y 1997-98, el Lambdacihalotrina (Karate) continuó validándose con los insecticidas Triflumuron y Fenil Pirazol en investigaciones participativas con el CIAL de Cebada Jichana (Provincia Tiraque). Las evaluaciones absolutas de parte de los agricultores de este CIAL, se concentraron en criterios como rendimiento, porcentaje de daño, facilidad de venta y costos. Al final ellos mismos manifestaron que el Lambdacihalotrina controló mejor al gorgojo, dando a conocer este resultado al resto de su comunidad.

En 1996-97 con la aplicación de Lambdacihalotrina se obtuvo 252% de Tasa de Retorno Marginal (TRM) en comparación con los demás insecticidas. Con este insecticida los tubérculos presentaron un bajo porcentaje de daño (0.53%) aún haber retrasado la cosecha, lo cual significó para los agricultores una ventaja adicional (Gandarillas et al., 1997). El Lambdacihalotrina les permitiría a los agricultores programar con mayor elasticidad la fecha de cosecha, ya que el retraso en una sola semana de esta labor les significaba una fuerte pérdida debido al mayor daño que presentaban los tubérculos (Figura 26).

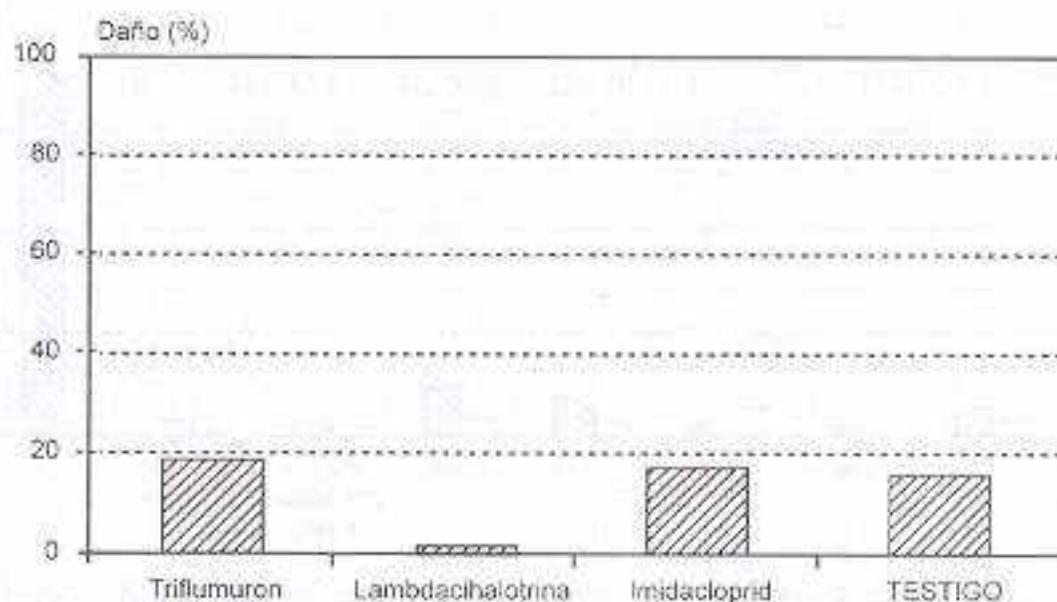


Figura 26. Daño promedio de *P. latithorax* en los tubérculos con la aplicación de tres insecticidas con el CIAL de Cebada Jichana (Tiraque, Cochabamba).

En la segunda experiencia con el CIAL de Cebada Jichana (1997-98), se reiteró la efectividad de los insecticidas Lambdacihalotrina (Karate) y Fenil Pirazol (Regent 800 FW) en el control de *P. latithorax* en cinco parcelas de agricultores (Figura 27). De acuerdo a estos resultados los miembros del CIAL, seleccionaron al Lambdacihalotrina como mejor alternativa de control químico del gorgojo, el Fenil Pirazol se estudiaría una campaña más para confirmar su efecto (Gandarillas et al., 1998).

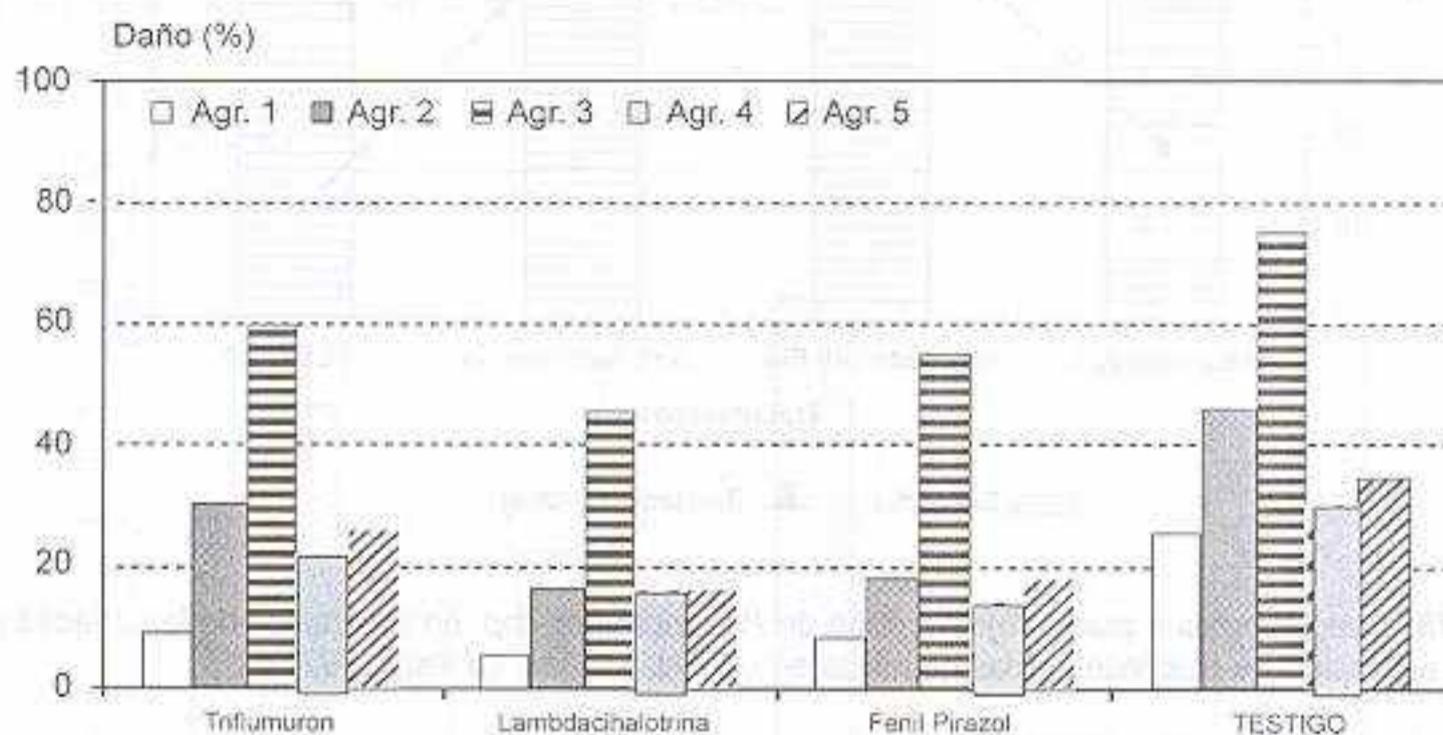


Figura 27. Porcentaje de daño por *Premnotrypes spp.* en los tubérculos por efecto de la aplicación de tres insecticidas químicos por el CIAL de Cebada Jichana, 1998.

Posteriormente, se realizaron dos ensayos más con los insecticidas Lambdacihalotrina, Fenil Pirazol y Thiamethoxan, en el Centro Toralapa y sólo con el insecticida Lambdacihalotrina en Cebada Jichana, todos controlaron eficientemente la plaga (Crespo et al., 1999). En la primera localidad, los daños con los tres insecticidas estudiados fueron 3.15, 0.52 y 0.41%, respectivamente; y en la segunda, cuatro de las parcelas tratadas con Lambdacihalotrina (Karate) presentaron daños promedio de 7.2%, los tratamientos testigo en ambas localidades presentaron daños en 25% en los tubérculos. Sin embargo, en 1998-99 los daños del gorgojo en Toralapa como en Cebada Jichana, no alcanzaron la magnitud de anteriores años, por la ocurrencia de mayores precipitaciones durante la campaña (Crespo et al., 1999)

En La Paz en 1997-98 y 1998-99, las investigaciones participativas de control químico de *P. latithorax* en Taracollo (Kollana, Prov. Aroma), también incluyeron al Lambdacihalotrina (Karate) en comparaciones con Methamidophos (Tamaron: insecticida normalmente utilizado por los agricultores de la zona), Carbofuran (Carbodan 48 FW), Monocrotophos (Novafos) y Triflumuron (Alsystin) (Esprella y Gandarillas, 1998). En los dos años, el insecticida Lambdacihalotrina reiteró su efectividad en el control del gorgojo y en condiciones medioambientales y niveles de infestación diferentes, principalmente respecto al Methamidophos. En el primer año, aunque la sequía había incrementado la incidencia de la plaga y reducido la expresión de los insecticidas estudiados, el Lambdacihalotrina (Karate) y Carbofuran (Carbodan 48 FW) redujeron los daños aunque levemente y mejoraron los rendimientos (Figura 28).

En el segundo año el insecticida Lambdacihalotrina fue más eficiente que el Monocrotophos y Triflumuron, sin embargo con los tres se obtuvieron mejores resultados que el Metamidophos en el control del gorgojo (Esprella, 1999). Estos resultados positivos para con el insecticida Monocrotophos (Novafos) posteriormente se confirmarían en años normales de precipitación, ya que los resultados obtenidos fueron con poblaciones bajas del gorgojo por la presencia excesiva de las lluvias (Figura 29).

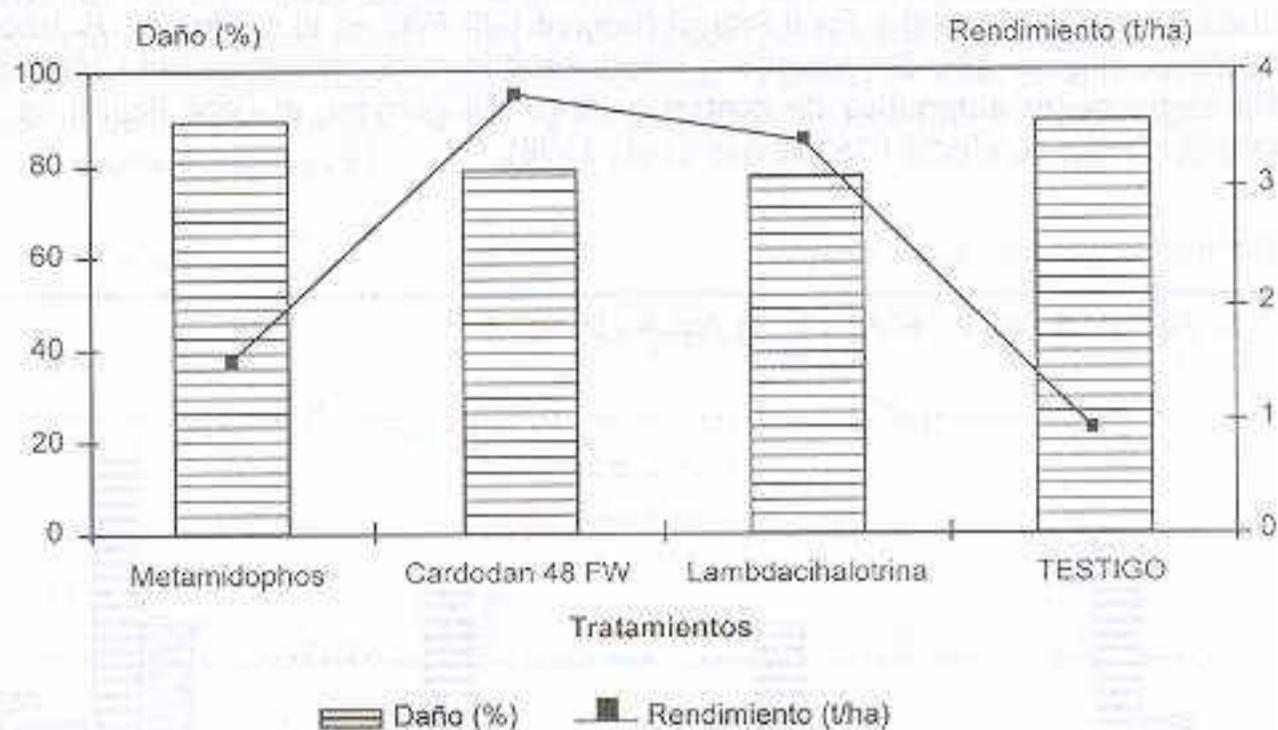


Figura 28. Rendimientos y porcentaje de daño de *Premnotrypes spp.* en tubérculos de la variedad Luk'y por efecto de la aplicación de tres insecticidas químicos en el CIAL Kollana. La Paz, 1997-98.

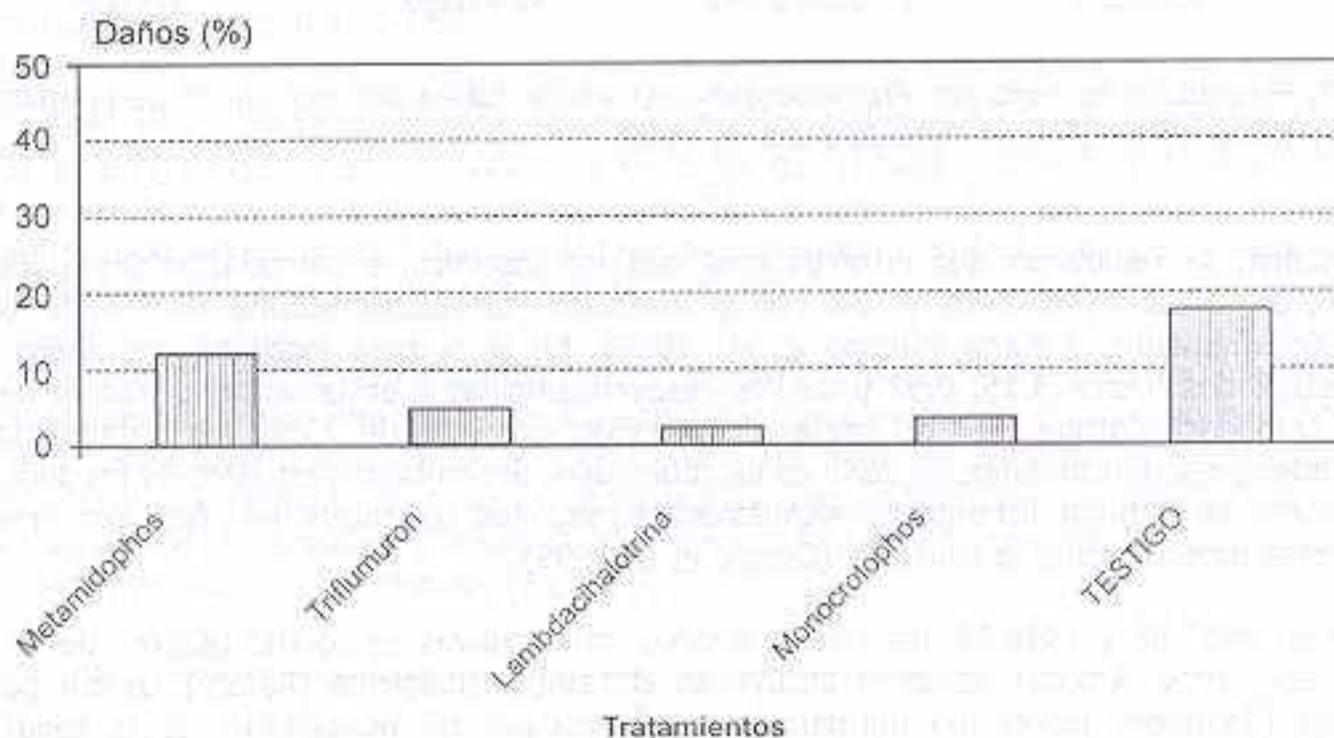


Figura 29. Control del gorgojo *Premnotrypes spp.* con insecticidas químicos en el CIAL de Tarakollo (Kollana La Paz). 1999.

2.2.7. Estudios comparativos de diferentes métodos de control de *P. latithorax* en condiciones de campo

Se realizaron tres estudios comparativos de eficiencia entre métodos de control de *P. latithorax* (Anexo 2). El primer estudio se llevó a cabo en Chaupiloma y Pilapata (Prov. Carrasco, Cochabamba), y consistió en evaluar los efectos de las barreras vegetales de tarwi y oca, y barrera química con Carbofuran (Carbodan 48 FW), respecto al mismo Carbofuran pero aplicado al cultivo en la siembra, emergencia y aporque; sobre los daños del gorgojo en los tubérculos.

Los menores porcentajes de daño en los tubérculos se obtuvieron con el insecticida Carbofuran aplicado a la siembra, emergencia y aporque del cultivo, sin embargo, no fue posible determinar exactamente las diferencias de eficiencia en el control de *P. latithorax* con las barreras vegetales y química, frente al Carbofuran aplicado a todo el cultivo, porque se hallaron indicios de que las parcelas destinadas para el estudio también se encontraban infestadas por la plaga (Figura 30). La barrera de tarwi redujo un poco más la migración del gorgojo a la parcela sembrada con papa y los daños del gorgojo en los tubérculos, respecto a la de oca y barrera química (Borda, 1994).

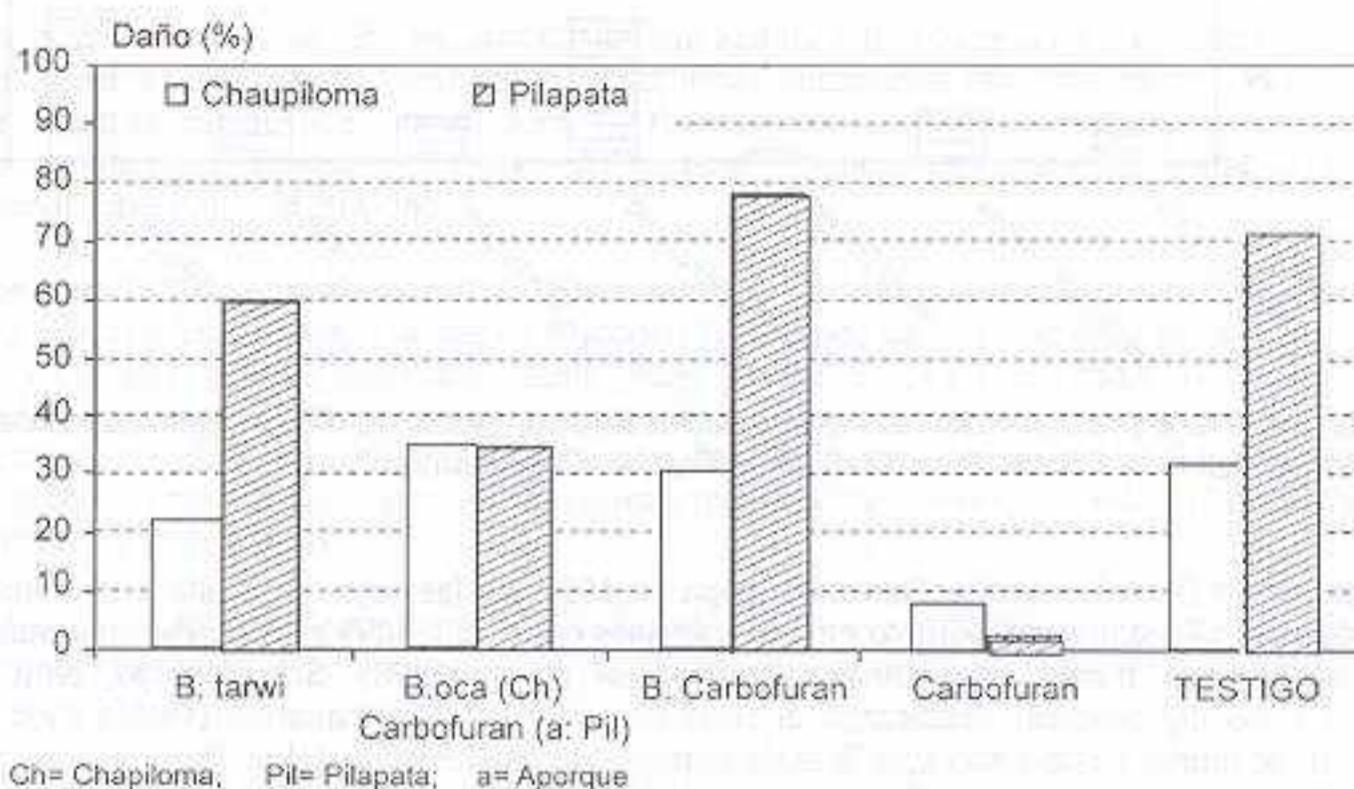


Figura 30. Comparación de daños de *P. latithorax* en los tubérculos por la aplicación de barreras vegetales y barrera química frente al Carbofuran, en Chaupiloma y Pilapata (Prov. Carrasco, Cochabamba).

En los dos siguientes estudios en Candelaria (Prov. Chapare), Cotani y Centro Toralapa (Prov. Tiraque), y Chulcunqani (Prov. Carrasco), se compararon los efectos de la aplicación de hojas de muña (*Mintostachys* spp.) y el hongo *B. brongniartii* (con arroz como substrato y en aspersiones al cultivo en una solución de concentración conocida de conidias), con insecticidas selectivos de baja toxicidad y el Carbofuran (Carbodan 48 FW), en el control de *P. latithorax*.

En Candelaria y Cotani, el tratamiento con hojas de muña fue uno de los cinco primeros que redujeron a 7.3% los daños del gorgojo en los tubérculos, en relación del Imidacloprid (16% de daño) y testigo (sin tratamiento: 17% de daño). Sin embargo, los tratamientos más eficientes en el control del gorgojo y con mayores probabilidades de adopción que con la muña y la mezcla de CGA** + Profenofos + Cypermetrina (4% de daño), fueron con los insecticidas Fenil Pirazol, Lambdacihalotrina y Carbofuran, los daños con cada uno de estos productos se registraron en 1.3, 6 y 5%, respectivamente (Figura 31) (Crespo *et al.*, 1997).

** CGA293343: Producto experimental de la línea CIBA GEICY.

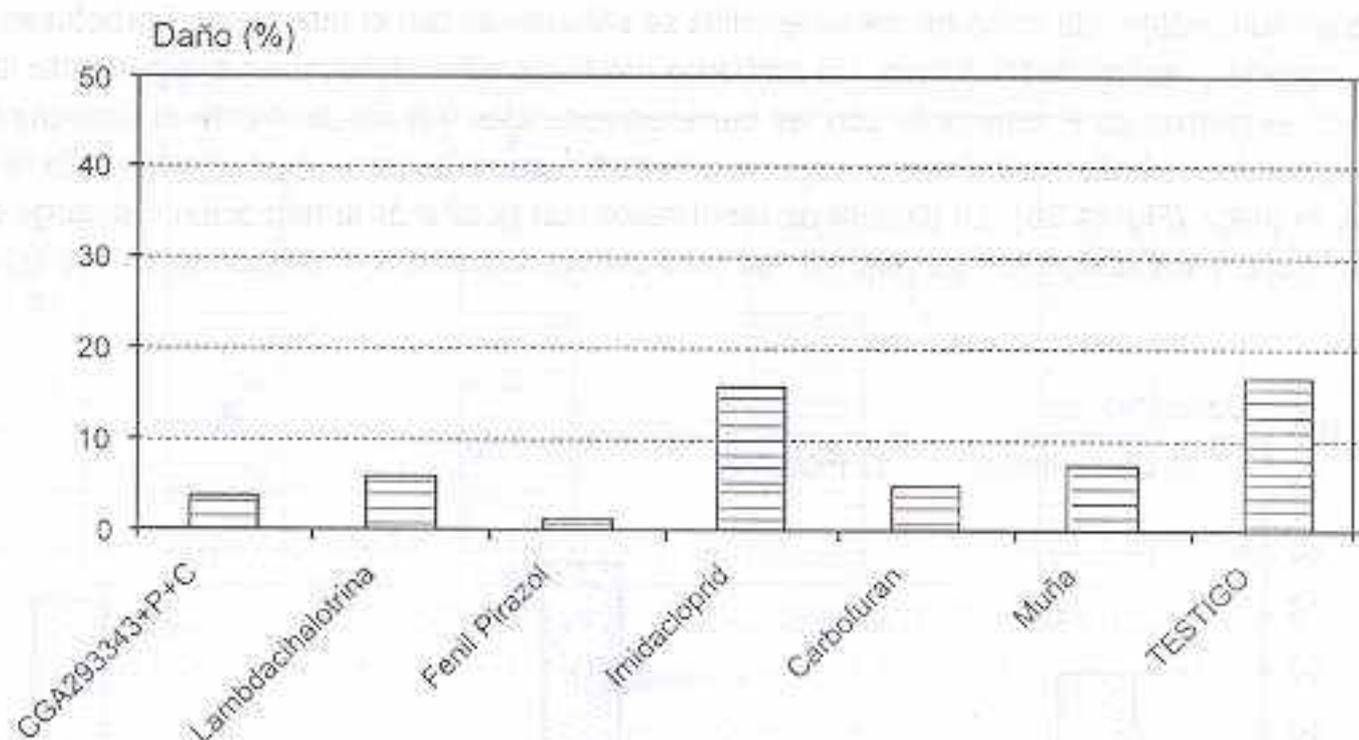


Figura 31. Porcentaje promedio de daño en los tubérculos por efecto de diferentes métodos de control de *P. latithorax* en Candelaria y Cotani (Prov. Chapare y Tiraque, Cochabamba).

En otro estudio en Chullchunqani y Centro Toralapa en 1997-98, las hojas de muña y el hongo *Beauveria brongniartii*, redujeron los daños del gorgojo en los tubérculos entre 35 a 40% y 42 a 59%, respectivamente, en relación del testigo (sin tratamiento) (Anexo 2) (Andrew *et al.*, 1998). Sin embargo, para efectos de recomendación a los agricultores, destacaron el Fenil Pirazol y Lambdacihalotrina (Figura 32). Este último insecticida fue el de menor costo y con una Tasa de Retorno Marginal encima del 400%.

La multiplicación y patogenecidad de *B. brongniartii* tuvo mejor expresión en Chullchunqani, principalmente porque las precipitaciones y humedad relativa de esta comunidad son mayores que en el Centro Toralapa.

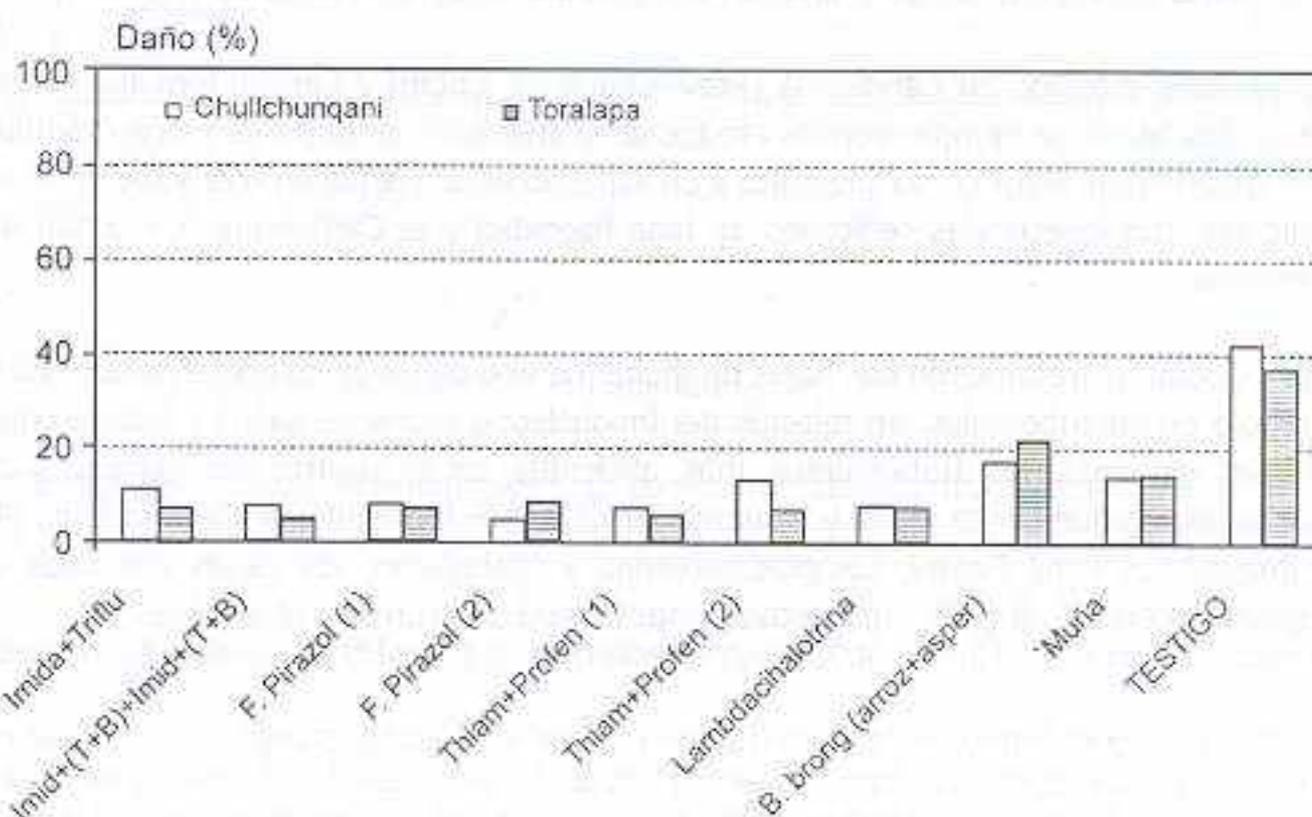


Figura 32. Porcentaje de daño de *P. latithorax* en los tubérculos, por efecto de la aplicación de insecticidas químicos, *B. brongniartii* y hojas de muña, en Chullchunqani y Toralapa, 1997-98.

2.3. *Premnotrypes latithorax* y *Rhigopsidius tucumanus*

2.3.1. Avances en la investigación para la aplicación de control biológico

El control biológico consiste en el uso y manejo de enemigos naturales nativos, introducidos y de otros organismos benéficos seleccionados y sus productos, para reducir las poblaciones y efectos de los insectos plaga.

2.3.1.1. *Bacillus thuringiensis*

La bacteria *B. thuringiensis* (Bt) es uno de los patógenos más utilizados en el control de plagas a nivel mundial, en base a esta bacteria existen bioinsecticidas altamente efectivos contra plagas clave. Por la importancia de los daños causados por los gorgojos *Premnotrypes* spp. y *R. tucumanus* en el cultivo de la papa, se realizaron pruebas usando aislamientos de esta bacteria en ambas especies en los estados de larva y adulto, para determinar su efecto y efectividad.

Se emplearon 181 aislamientos de Bt: 150 aislados de la Universidad de Valencia (España) a partir de muestras de Bolivia y España, 26 aislados de Mycogen (California, USA) y 5 toxinas puras (Cry 3A, Cry 3B, Cry 3C, Cry 3D y Cry 3E) de Plant Genetic Systems (PGS) (Gante, Bélgica); con cada uno de ellos se realizaron biopreparados para aplicar al follaje y los tubérculos, dependiendo del estado al cual se deseó afectar, en este caso a los estados de adulto y larvas, respectivamente. Para controlar adultos, se trató el follaje dentro una jaula entomológica con un biopreparado por separado, este follaje posteriormente se infectaba con gorgojos adultos de *R. tucumanus* y *P. latithorax*.

Los resultados no fueron alentadores, sólo la toxina Cry 3A logró controlar la plaga en estado larval, esta proteína eliminó 3 larvas de *R. tucumanus* y una de *P. latithorax* de un total de tres larvas por tubérculo y especie (Andrew *et al.*, 1997).

Posteriormente, con la misma toxina pura Cry 3A de la bacteria *B. thuringiensis*, se realizaron dos estudios con un mayor número de larvas para confirmar la efectividad de la toxina en la mortalidad de este estadio. En la primera prueba se utilizaron larvas de primer estadio de *P. latithorax* y *R. tucumanus* y en el segunda, larvas de primer y segundo estadio de ambas especies. En ambas pruebas se practicó un agujero por tubérculo para aplicar al fondo de los mismos 50 ml de la toxina Cry 3A. Después de que la proteína hubo penetrado en los tejidos de cada tubérculo, estos se infectaron con una larva por especie, justo en el agujero que fue tapado con el pedazo de papa obtenido al abrirlo.

Los resultados en ambos estudios confirmaron que la toxicidad de la proteína Cry 3A es baja para las larvas de *R. tucumanus* y nula para *P. latithorax*. Se obtuvieron eficiencias del 25% en el control de *R. tucumanus*, en la primera prueba fueron muertas tres larvas y en la segunda, una larva de primer y dos de segundo estadio, de un total de 12 larvas utilizadas por biopreparado y especie.

De acuerdo a estos resultados, fue más recomendable no considerar ninguno de los aislados estudiados de *B. thuringiensis* en el control de *P. latithorax* y *R. tucumanus* (Andrew *et al.*, 1998).

2.3.1.2. *Beauveria brongniartii*

El hongo *Beauveria* spp. parasita en forma natural a individuos muertos de distintos estadios de desarrollo de *Premnotrypes* spp. y *R. tucumanus*, en almacenes y campos de agricultores, por lo que se consideró la factibilidad de utilizarlo para controlar a ambas especies en diferentes condiciones.

2.3.1.2.1. Patogenicidad

La determinación de la patogenicidad de *B. brongniartii* sobre *P. latithorax* y *R. tucumanus* se realizó en condiciones de laboratorio (Centro Toralapa, Cochabamba), con ocho aislamientos o variantes recolectados de diferentes zonas paperas de Bolivia y utilizando la dosis mínima de 1.18×10^7 conidias/cc de agua, para que no

se descarte ninguna variante. Luego se evaluó la aparición del micelio y mortandad del insecto en envases de plástico que contenían tierra desinfectada y húmeda para que favorezca el desarrollo del hongo.

De acuerdo al desarrollo, esporulación (Cuadro 14) y al tiempo letal medio (TL50) que las diferentes soluciones del hongo, lograron matar al 50% de la población de adultos de *P. latithorax* y *R. tucumanus* (Cuadro 15), se seleccionó el aislamiento Ayopaya (Cochabamba) por ser el más agresivo.

Cuadro 14. Características de desarrollo y esporulación de ocho aislamientos del hongo *B. brongniartii*. Cochabamba, 1994.

| Zona | Departamento | Desarrollo en 14 días | No. conidias en 25 (%) ml agua |
|---------------|--------------|-----------------------|--------------------------------|
| Palta Loma | Cochabamba | 100 | 2.56 x 10 ⁷ |
| Ayopaya | Cochabamba | 75 | 3.24 x 10 ⁷ |
| Linares | Potosí | 75 | 5.21 x 10 ⁷ |
| Saavedra | Potosí | 75 | 2.88 x 10 ⁷ |
| Candelaria 1* | Cochabamba | 90 | 4.32 x 10 ⁷ |
| Candelaria 2* | Cochabamba | 82 | 1.78 x 10 ⁷ |
| Sud Cinti | Chuquisaca | 95 | 2.40 x 10 ⁷ |
| Yamparaez | Chuquisaca | 90 | 1.18 x 10 ⁷ |

*: Recolectados en comunidades diferentes

Cuadro 15. Tiempo letal (TL50) y porcentaje de mortalidad acumulado en adultos de *P. latithorax* y *R. tucumanus*, después de ser inoculados con 1.18 x 10⁷ conidias de *B. brongniartii* por ml de agua a 16.5 °C de temperatura. Cochabamba, 1994.

| Variante | <i>P. latithorax</i> | | <i>R. tucumanus</i> | |
|---------------|----------------------|----------------|---------------------|----------------|
| | Días | Mortalidad (%) | Días | Mortalidad (%) |
| Palta Loma | 11.7 | 57.1 | 13.3 | 39.2 |
| Ayopaya | 11.0 | 90.0 | 8.1 | 90.0 |
| Linares | 23.3 | 50.8 | 8.1 | 76.7 |
| Saavedra | 23.8 | 45.0 | 8.1 | 76.7 |
| Candelaria 1* | 20.8 | 50.8 | 11.0 | 51.3 |
| Candelaria 2* | 20.8 | 50.8 | 8.1 | 76.7 |
| Sud Cinti | 24.6 | 45.0 | 15.0 | 38.7 |
| Yamparaez | 25.8 | 39.2 | 0.0 | 0.0 |

*: Recolectados en lugares y fechas diferentes

El aislamiento Ayopaya se seleccionó para la prueba de la Dosis Letal Media (DL50) que consistió en el registro de los porcentajes de mortalidad acumulados y el tiempo en que se alcanzó la infección final. Los resultados de la DL50, mostraron similitud entre las dosis del hongo aplicadas: D1 (1.47 x 10⁷ conidias/ml), D2 (2.39 x 10⁷ conidias/ml) y D3 (3.03 x 10⁷ conidias/ml). Sin embargo, conforme aumentó la concentración del hongo, incrementó la mortalidad de los insectos y el tiempo en que se alcanzó la infección final fue menor (Cuadro 16). En *P. latithorax*, los mayores porcentajes de mortandad (99%) se alcanzaron con las dosis baja y alta, pero la mortalidad de la dosis alta se alcanzó en menor tiempo (15 días). Asimismo, con *R. tucumanus*, la dosis baja y la intermedia, causaron los mayores porcentajes de mortandad (99%), respecto a la dosis alta con una mortandad menor (95.7%), pero con menor tiempo de infección final (12 días).

Cuadro 16. Dosis Letal Media (DL50) y tiempo en días que tardan en morir especímenes de *P. latithorax* y *R. tucumanus*, después de ser tratados con tres dosis del hongo *B. brongniartii* (aislamiento Ayopaya). Cochabamba, 1994.

| Aislamiento Ayopaya | Dosis | <i>P. latithorax</i> | | <i>R. tucumanus</i> | |
|------------------------|--|----------------------|------|---------------------|------|
| | | Mortandad | Días | Mortandad | Días |
| Ayopaya 1 | 1.47 x 10 ⁷ conidias por cc | 99 | 16 | 99 | 14 |
| Ayopaya 2 | 2.39 x 10 ⁷ conidias por cc | 95.7 | 20 | 99 | 13 |
| Ayopaya 3 | 3.03 x 10 ⁷ conidias por cc | 99 | 15 | 95.7 | 12 |

Posteriormente se realizaron pruebas de control de *P. latithorax* y *R. tucumanus* con *B. brongniartii* (aislamiento Ayopaya) en invernadero (Centro Toralapa); en campo, los estudios consistieron en probar formas de aplicación y los efectos del hongo en las dos especies de gorgojo.

2.3.1.2.2. Multiplicación masiva

Los resultados alentadores en el control de *P. latithorax* con *B. brongniartii* en almacenes de agricultores, indujeron a investigar metodologías para multiplicar masivamente al hongo, para que los productores de papa lo demanden como una opción para reducir poblaciones de *P. latithorax* en almacén dentro de un Manejo Integrado.

Los estudios de multiplicación del hongo fueron dos y con el aislamiento Ayopaya, debido a su mayor patogenicidad demostrada en pruebas de anteriores años (Crespo *et al.*, 1997; Meneces *et al.*, 1998).

En ambos estudios, tres de los medios de cultivo fueron comunes y se diferenciaron por el cuarto tratamiento que fue un testigo sin inóculo en el primer y una solución con conidias del hongo (0.008g de conidias/5cc agua) en el segundo estudio (Cuadro 17), en ambos, se utilizó arroz como sustrato del hongo en bolsas de 500g cada una. El arroz (sustrato) se esterilizó a 121°C y 10 lb de presión por 10 minutos, en el primer estudio; y en el segundo, por 15 minutos. El proceso de inoculación se realizó en un microvoid, siguiendo pasos de desinfección para evitar contaminaciones.

Cuadro 17. Tratamientos para la multiplicación de *B. brongniartii* aislamiento Ayopaya. Toralapa, Cochabamba. 1996-97 y 1997-98.

| Campaña | Tratamientos | |
|---------|--|---|
| | Medios de cultivo del hongo | Dosis |
| 1996-97 | 1. Medio líquido de papa dextrosa (PD) | 15cc/500 g arroz |
| | 2. Medio papa dextrosa agar (PDA) | 1/2 placa/500 g arroz |
| | 3. Arroz con <i>B. brongniartii</i> | 15 g/500 g arroz |
| | 4. Testigo sin inóculo | |
| 1997-98 | 1. Medio Líquido de papa Dextrosa (PD) | 155cc/500g arroz |
| | 2. Medio papa dextrosa agar (PDA) | 1/2 placa/500g arroz |
| | 3. Arroz con <i>B. brongniartii</i> | 15g/500g arroz |
| | 4. Solución con conidias de <i>B. brongniartii</i> | (0.008g de conidias/5cc de agua)/500g arroz |

El desarrollo del hongo se evaluó después del tercer día de la inoculación utilizando una escala de 0 a 4 (0= sin desarrollo, 1= 1-25%, 2= 26-50%, 3= 51-75% y 4= 76-100% de desarrollo). En los dos estudios *B. brongniartii* se multiplicó más utilizando como medio de cultivo el arroz (15g/500g de arroz como sustrato), este medio fue más favorable que el resto por ser el menos contaminado (Figura 33). Sin embargo, también se obtuvieron menos contaminaciones con el medio líquido de Papa Dextrosa (PD: 15cc/500 g arroz) y la solución de agua con conidias del hongo (0.008g conidias/5cc agua) (Crespo *et al.*, 1997; Meneces *et al.*, 1998).

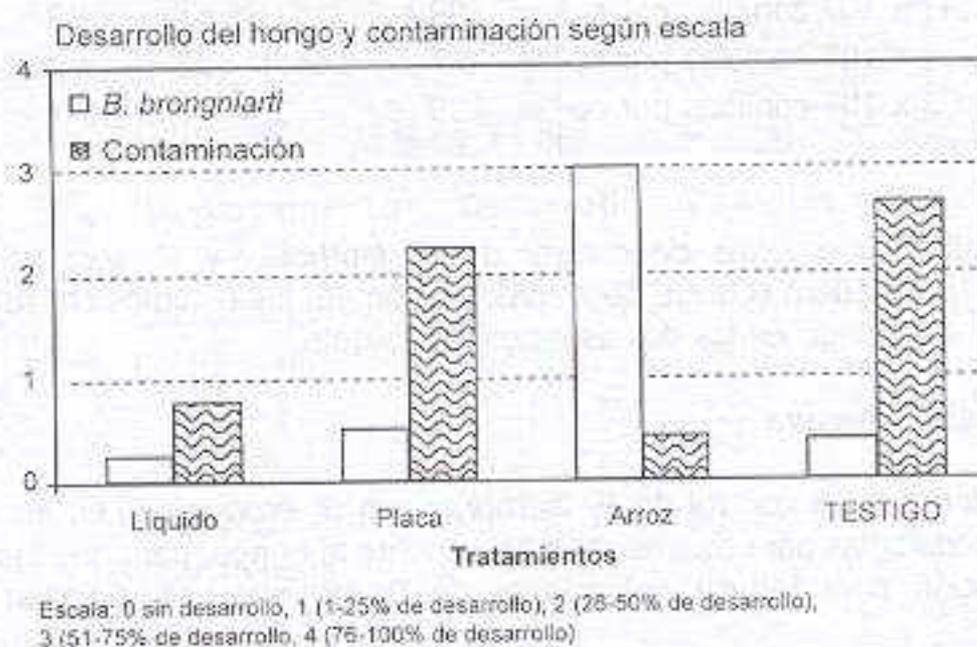


Figura 33. Desarrollo del hongo *B. brongniartii* y contaminación en tres medios de cultivo. Toralapa, Cochabamba. 1996-97.

2.3.1.2.3. Viabilidad durante su conservación

Durante la multiplicación masiva del hongo *B. brongniartii* se detectó pérdidas en la viabilidad después de algunos meses de su conservación, esta inviabilidad fue uno de los principales obstáculos en la disponibilidad e utilización del hongo en forma masiva. Para disminuir las pérdidas en la viabilidad del hongo, y mantener la patogenicidad y virulencia por mayor tiempo posible, se investigaron diferentes métodos de conservación (Cuadro 18) durante ocho meses de evaluación, a una temperatura de refrigeración de 4 °C.

Cuadro 18. Descripción de los métodos de conservación de *B. brongniartii*. Cochabamba, 1999.

| Trat. | Método de conservación | Dosis |
|-------|--|---|
| T1 | Conservación en Papa Dextrosa Agar (PDA) (Testigo) | Transferencia periódica del micelio del hongo cada 15 días en un nuevo medio de cultivo |
| T1 | Conservación en agua | 4 ml de agua + 1 cm de micelio desarrollado |
| T3 | Conservación en aceite mineral | 2cc PDA + 3cc de aceite mineral |
| T4 | Conservación sobre sílice | 0.024g de conidias en 1/3 de silica gel |
| T5 | Conservación en caolín | 0.024g de conidias en 1/4 de caolín |

Después de ocho meses de evaluación, el Silica gel y Caolín mantuvieron en 97 y 93% la viabilidad del hongo. La efectividad de estos dos medios de conservación se asoció a la utilización de conidias puras del hongo, considerando que el porcentaje de viabilidad del hongo es aceptable a partir del 85% de conidias frescas. Con los otros métodos de conservación, el hongo perdió su viabilidad después de los tres meses. En general, se observó que los medios de cultivo, reducen el metabolismo del hongo y que sólo pueden ser usados en forma temporal para conservar al hongo, por ejemplo, el medio PDA no fue recomendable para periodos de conservación mayores a 60 días (Meneces, 1999).

La patogenicidad y virulencia del hongo fue evaluada con TL50 sobre *Acanthoscelides obtectus* (gorgojo del frijol), criado en laboratorio. La patogenicidad del hongo durante los ocho meses de evaluación no fue afectado en su capacidad de matar a *A. obtectus*, es decir el hongo fue patogénico por ocho meses. La virulencia del hongo fue evaluada a partir de los 30 hasta los 240 días de su conservación, y determinada de acuerdo al tiempo en días que el 50% de la población de *A. obtectus* tardó en morir con una concentración de 3.07×10^7 conidias/cc del hongo. A los 30 días de almacenamiento del hongo, el Tiempo Letal 50 de *B. brongniartii* para el gorgojo fue menor utilizando Sílica gel llegó a 3 días, con caolín el TL50 fue 3.26 días, el mayor TL50 fue obtenido con PDA en 10.03 días. A los 240 días el porcentaje de mortandad del gorgojo por efecto de la virulencia del hongo fue drásticamente reducido después de ocho meses (Meneces, 1999).

2.3.3. Control del gorgojo de los Andes con *B. brongniartii* en condiciones de invernadero

En invernadero, el estudio de control de *P. latithorax* y *R. tucumanus* con *B. brongniartii* (aislamiento Ayopaya) consistió en probar dos dosis y tres épocas de aplicación del hongo (Cuadro 19).

Cuadro 19. Tratamientos con el hongo *B. brongniartii* (aislamiento Ayopaya) para el control de *P. latithorax* y *R. tucumanus* en condiciones de invernadero.

| Tratamientos | Dosis | |
|--------------|---|---|
| | 3 x 10 ⁷ conidias/ml | 5 x 10 ⁷ conidias/ml |
| T1 | Aplicación a la siembra | Aplicación a la siembra |
| T2 | Aplic. a la siembra y aporque | Aplic. a la siembra y aporque |
| T3 | Aplic. a la siembra, primer y segundo aporque | Aplic. a la siembra, primer y segundo aporque |
| T4 | Testigo con insectos sin aplicación | Testigo con insectos sin aplicación |

Las épocas de aplicación del hongo marcaron las diferencias en la mortalidad entre las especies de gorgojo. El hongo aplicado a la siembra, primer y segundo aporque, fue el más eficiente de todos para la primera y segunda dosis, alcanzando un porcentaje de control de 69.4% que fue común para *P. latithorax* y de 35 y 23% para *R. tucumanus*, respectivamente (Cuadro 20). *P. latithorax* fue más afectado por el hongo en relación a *R. tucumanus*, debido básicamente a las diferencias biológicas entre las dos especies (Crespo et al., 1995; Albarracín, 1997).

Cuadro 20. Pruebas de eficiencia de *B. brongniartii* en el control de *P. latithorax* y *R. tucumanus* en condiciones de invernadero. Cochabamba, 1994-95.

| Trat. | Mortalidad (%) | | | |
|-------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | <i>Premnotrypes latithorax</i> | | <i>Rhigopsidius tucumanus</i> | |
| | 3x10 ⁷ conidias/ml | 5x10 ⁷ conidias/ml | 3x10 ⁷ conidias/ml | 5x10 ⁷ conidias/ml |
| 1 | 25.0 c | 78.4 a | 2.5 b | 7.7 b |
| 2 | 44.3 b | 36.1 b | 10.0 b | 2.6 b |
| 3 | 69.4 a | 69.4 a | 35.0 a | 23.1 a |
| 4 | 0.0 d | 0.0 c | 0.0 b | 0.0 b |
| 5 | 0.0 d | 0.0 c | 0.0 b | 0.0 b |

Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

2.3.3. Evaluación de resistencia del cultivo de papa al gorgojo de los Andes

La existencia de material con resistencia a *P. latithorax* y *R. tucumanus* podría ser importante para evitar el peligro de contaminación aplicando insecticidas, así como para reducir los costos por el uso de los mismos.

Se considera que los componentes de resistencia de las plantas a las plagas corresponden a las categorías de: no preferencia, antibiosis y tolerancia. La no preferencia es la característica de una planta de no ser escogida por el insecto como sustrato de oviposición, de alimento o de refugio. La antibiosis es el efecto adverso que provoca una planta al desarrollo normal del insecto, sea causándole mortalidad, retardando su desarrollo, disminuyendo su tamaño o reduciendo la capacidad de reproducción de los adultos. La tolerancia es la capacidad de una planta de producir cosecha a pesar de la presencia de la plaga en una cantidad que reduciría la producción de la planta no tolerante.

Comprobada la resistencia del material evaluado a una o ambas especies del gorgojo, éste se incluiría en el Manejo Integrado de la especie u especies (MIGA).

Sin embargo, las investigaciones a través de los años, mostraron que ninguno de los materiales evaluados confirmaron su resistencia a ninguna especie de gorgojo, ya sea en condiciones de laboratorio, invernadero, almacén o campo. Los últimos intentos en la búsqueda de resistencia al gorgojo de los Andes, se efectuaron entre 1995-96 y 1996-97, en condiciones de laboratorio y campo con variedades potenciales u promisorios generados en PROINPA.

Las pruebas en laboratorio consistieron en encerrar por tubérculo dos larvas de primeros estadios por especie de gorgojo, es decir de *P. latithorax* y *R. tucumanus*, en vasos individuales. Las variedades potenciales evaluadas fueron Gendarme¹, India², Jaspe³, Perla², Puquina², Robusta², el clon G84381.9⁴ y la variedad Waych'a como testigo. Se observó que *P. latithorax* como *R. tucumanus* no fueron afectados por ninguna variedad de papa estudiada, sólo el clon G84381.9 presentó menor número de larvas por tubérculo respecto a la variedad Waych'a, esta respuesta del clon fue identificada como antibiosis (Figura 34).

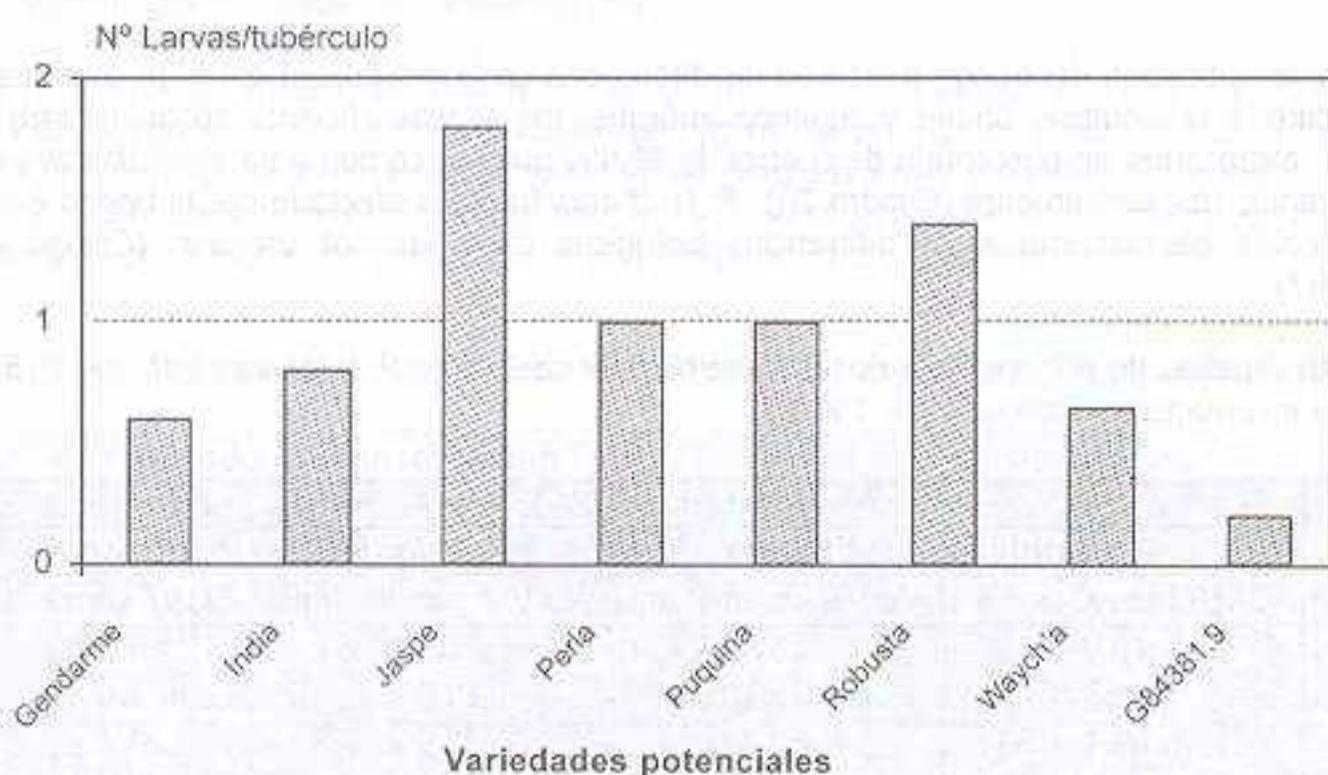


Figura 34. Variedades potenciales y un clon promisorio evaluados por su resistencia a *Premnotrypes* spp. y *R. tucumanus* en laboratorio. Cochabamba, 1995-96.

- 1 Variedad resistente al nematodo del rosario *N. aberrans*
- 2 Variedad resistente al tizón tardío *P. infestans*
- 3 Variedad resistente a *N. aberrans* y a *P. infestans*
- 4 Clon promisorio resistente a *N. aberrans* y *Globodera* spp.

En condiciones de campo, las evaluaciones de resistencia sólo fueron para *P. latithorax* con algunas variedades de papa evaluadas en laboratorio: India, Jaspe, Perla, Puquina y Chaposá, pero ninguna resistió a la infección y daño ocasionado por *P. latithorax* (Calderón et al., 1996).

La siguiente prueba de resistencia a *P. latithorax* se efectuó también en laboratorio con material promisorio generado por PROINPA (Cuadro 21), y consistió en colocar un tubérculo de cada variedad en un mismo envase, de tal manera que las larvas de primer estadio liberados dentro este envase a una densidad de 3 larvas por tubérculo, tengan la opción de escoger la variedad de su preferencia.

Cuadro 21. Material promisorio de papa resistente a nematodos y heladas generado por PROINPA y evaluado contra *P. latithorax*.

| Variedad | Características |
|------------|--|
| Jaspe | Resistencia parcial a <i>N. aberrans</i> y <i>Globodera</i> spp. |
| Gendarme | Resistencia parcial a <i>N. aberrans</i> y <i>Globodera</i> spp. |
| Proinpeña | Resistencia parcial a <i>N. aberrans</i> y <i>Globodera</i> spp. |
| Pucauya | Resistencia parcial a <i>N. aberrans</i> y <i>Globodera</i> spp. |
| Toralapeña | Resistencia parcial a <i>N. aberrans</i> y <i>Globodera</i> spp. |
| Condori | Tolerancia a heladas |
| Illimani | Tolerancia a heladas |
| Totoreña | Tolerancia a heladas |
| Waych'a | Testigo |
| Alpha | Testigo |

A los 30 días de evaluados los tubérculos contando el número de larvas presentes por tubérculo, se observó que *P. latithorax* no mostró especial preferencia por ninguna de las variedades probadas. Estos resultados fueron suficientes para abandonar las pruebas de resistencia con las variedades generadas en PROINPA u otro material, contra *P. latithorax* y/o *R. tucumanus* (Crespo et al., 1997).

2.4. *Rhigopsidius tucumanus*

De acuerdo al ciclo biológico de *R. tucumanus*, el momento oportuno de su control es cuando los adultos están libres en campo, sin embargo, también se determinó la factibilidad de su control dentro los tubérculos a través de varios estudios innovativos.

2.4.1. Control biológico

B. brongniartii existe en forma natural en larvas, pupas y adultos de *R. tucumanus* en condiciones de almacén como de campo, este hongo fue aislado y multiplicado bajo condiciones controladas para aplicarlo en campo con abono orgánico en la siembra, emergencia y aporque del cultivo de papa, en dosis de 3×10^7 conidias/ml con 10 litros de agua y 120 cc de aceite emulsionable (Bejarano, 1995).

Esta prueba de control biológico de *R. tucumanus* con el hongo *B. brongniartii* en condiciones de campo en Pampa Yampara (Yamparacuz, Chuquisaca), no controló satisfactoriamente los daños en los tubérculos, principalmente por la falta de humedad del suelo que afectó su adaptación y desarrollo masivo (Figura 35).

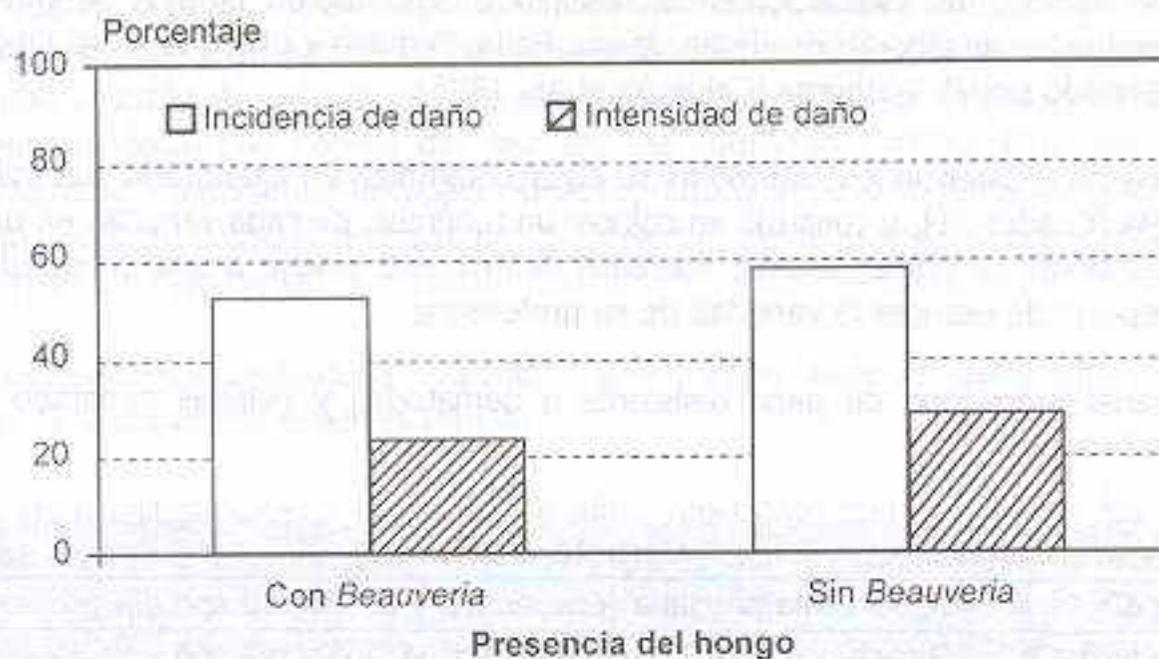


Figura 35. Incidencia e intensidad de daño de *R. tucumanus* en tubérculos en campo, por efecto del hongo *B. brongniartii*. Yamparaez, Chuquisaca, 1994-95.

2.4.2. Tratamiento de tubérculos semilla en bolsas de polietileno (control físico)

La práctica de embolsar los tubérculos infectados con *R. tucumanus* dentro bolsas transparentes por determinados períodos de tiempo para estimular la salida de los gorgojos fuera de los tubérculos, se identificó como control físico.

Este tipo de control de *R. tucumanus* comienza cuando los tubérculos infectados mantenidos dentro bolsas de polietileno transpiran, generando humedad por la elevación de la temperatura. Esta elevación de la temperatura y la humedad, confunde y estimula a los gorgojos a salir fuera de los tubérculos para continuar su ciclo biológico, como si se tratara de un campo sembrado próximo a la emergencia del cultivo. Los períodos de tiempo más favorables para la salida de los gorgojos fuera de los tubérculos fueron de 6, 9 y 12 días (Figura 36) (Bejarano y Barea, 1996).

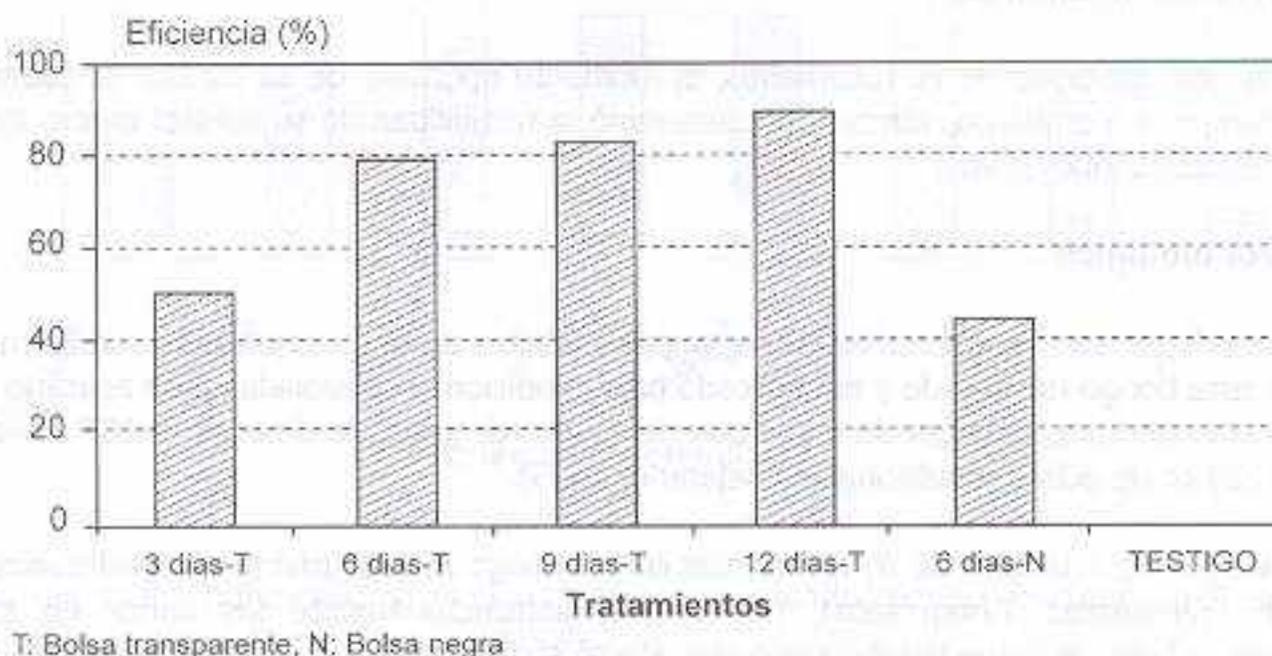


Figura 36. Eficiencia en el control de *R. tucumanus* a diferentes tiempos de exposición de los tubérculos semilla dentro bolsas plásticas transparentes y negras. Yamparaez, Chuquisaca, 1995-96.

La validez de estos resultados en campo se demostró sin aplicar insecticidas y utilizando barreras plásticas para evitar la migración de los insectos de una unidad experimental a otra. Los bajos porcentajes de daño del gorgojo en los tubérculos coincidieron con aquellos tratamientos en los que se había obtenido una mayor salida de los gorgojos fuera de los tubérculos. Para que el agricultor aplique esta práctica sin ningún inconveniente, como posibles pudriciones y mayor desarrollo de patógenos presentes en los mismos, se recomendó encerrar los tubérculos dentro las bolsas plásticas sólo por seis días (Bejarano y Barea, 1996).

2.4.3. Control con barreras de polietileno (control mecánico)

En Alcantari (Prov. Yamparaez, Chuquisaca), la barrera mecánica estudiada en el control de *R. tucumanus* consistió en colocar alrededor de la parcela sembrada con papa libre de gorgojo (daño inicial 0%), barreras verticales de polietileno de 40 cm de altura que la separarían de las parcelas vecinas infestadas y sembradas con las variedades Desirée y Malcacho con 12 y 13% de daño inicial, respectivamente.

Las barreras de plástico controlaron eficientemente la migración del insecto de las parcelas vecinas hacia la parcela sembrada con semilla sana, ya que los tubérculos cosechados de esta parcela no presentaron daños; en cambio los tubérculos de las parcelas vecinas incrementaron sus daños de 12 a 46 y de 13 a 56% en las variedades Desirée y Malcacho, respectivamente (Bejarano y Barea, 1996).

En otro estudio en las comunidades de Alcantari y Querahuani (Yamparaez, Chuquisaca), las barreras de plástico reiteraron su efectividad en el control de *R. tucumanus* con las variedades Waych'a (semilla sana) y Malcacho (semilla infestada) (Bejarano et al., 1997).

El estudio consistió en tres ensayos, en el primero se sembró semilla sana (Waych'a) esta se apartó con barreras de plástico de otra parcela de papa sembrada con semilla infestada de la variedad Malcacho y con 64% de daño inicial. En el segundo ensayo, la semilla sana se sembró en la parte central y fue separada por los bordes con barreras de plástico, de las parcelas sembradas con semilla de la variedad Malcacho y con 35% de daño inicial. En cambio, el tercer ensayo consistió en corroborar la investigación sobre la infestación del gorgojo a nuevas parcelas de papa por migración de los adultos, para ello se sembraron dos parcelas 10 metros distantes entre sí, una con semilla sana y la otra con semilla infestada con 37% de daño inicial.

Los dos primeros ensayos, confirmaron la efectividad de las barreras de plástico en evitar la migración del gorgojo, los tubérculos cosechados de la variedad Waych'a no presentaron daño alguno. En cambio los daños fueron evidentes en los tubérculos de la variedad Malcacho en porcentajes de 54 y 52%, en el primer y segundo ensayo, respectivamente (Figuras 37 y 38).

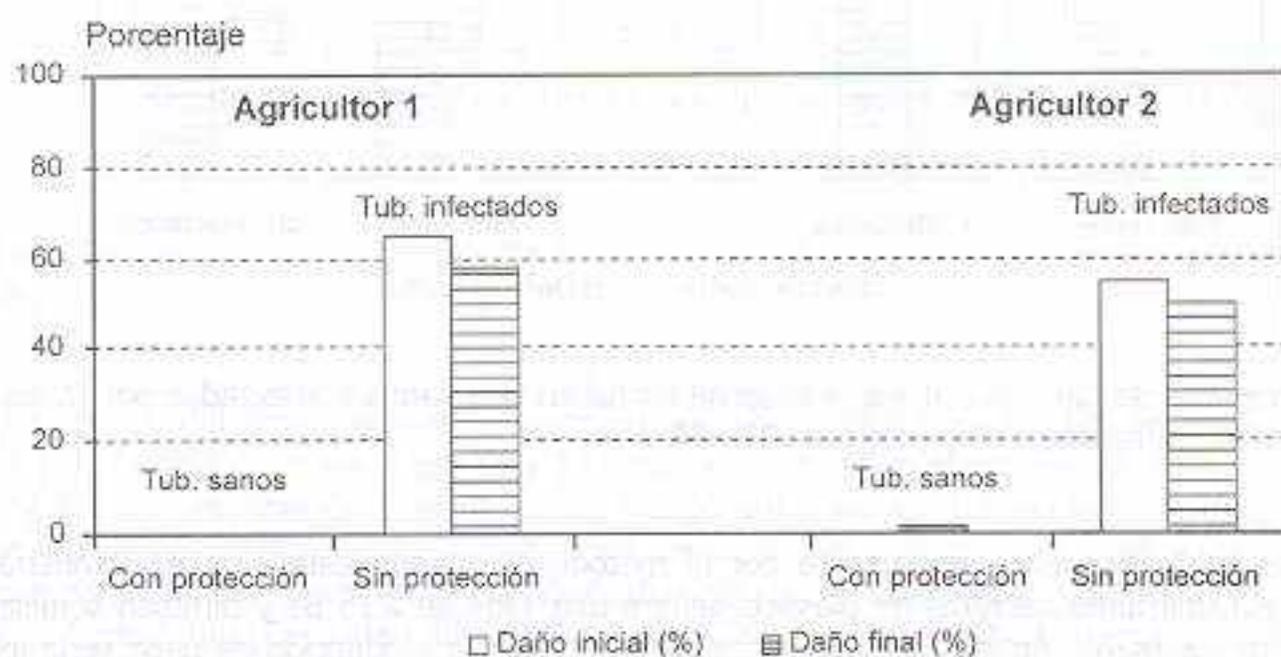


Figura 37. Porcentaje de daño inicial y daño a la cosecha en los tubérculos por la presencia de *R. tucumanus* en parcelas con protección de barreras de polietileno. Yamparaez, Chuquisaca. 1996-97.

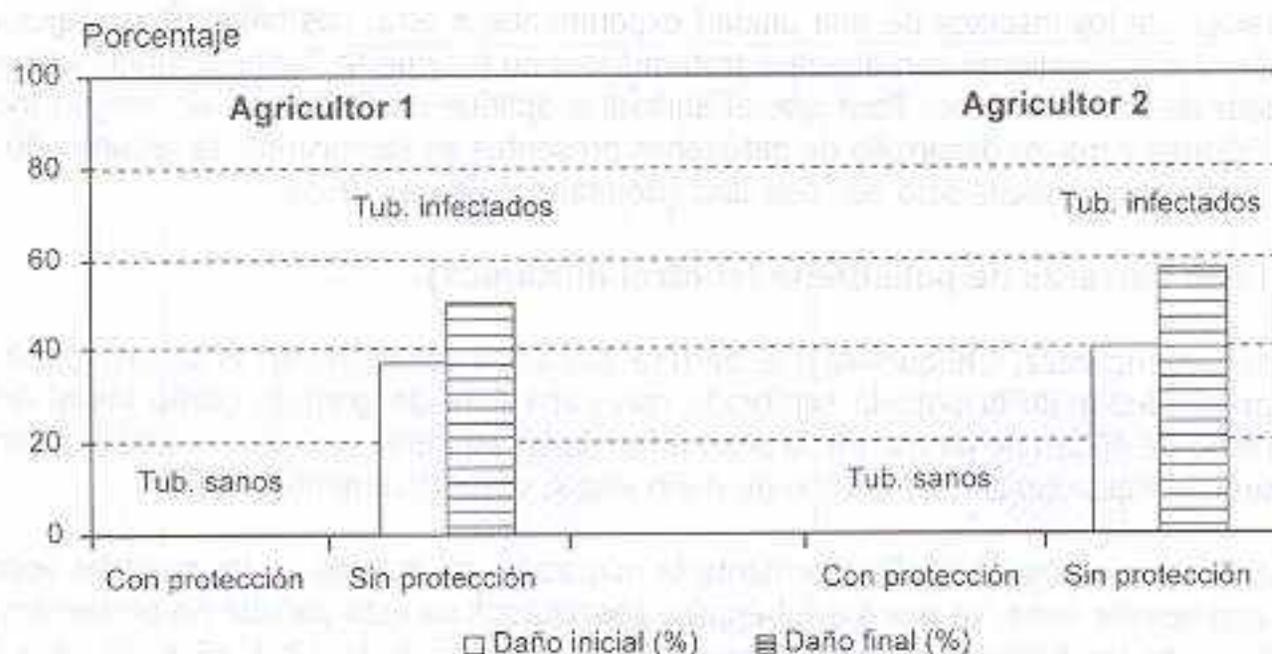


Figura 38. Porcentaje de daño inicial y a la cosecha en los tubérculos por la presencia de *R. tucumanus* en parcelas con protección de barreras de polietileno y presión de protección, Yamparaez, Chuquisaca, 1996-97.

En el tercer ensayo (testigo), la sanidad de los tubérculos fue afectada en 37%, determinándose que el gorgojo también migra de la parcela sembrada con semilla infestada hacia la parcela con semilla sana en una misma campaña agrícola (Figura 39).

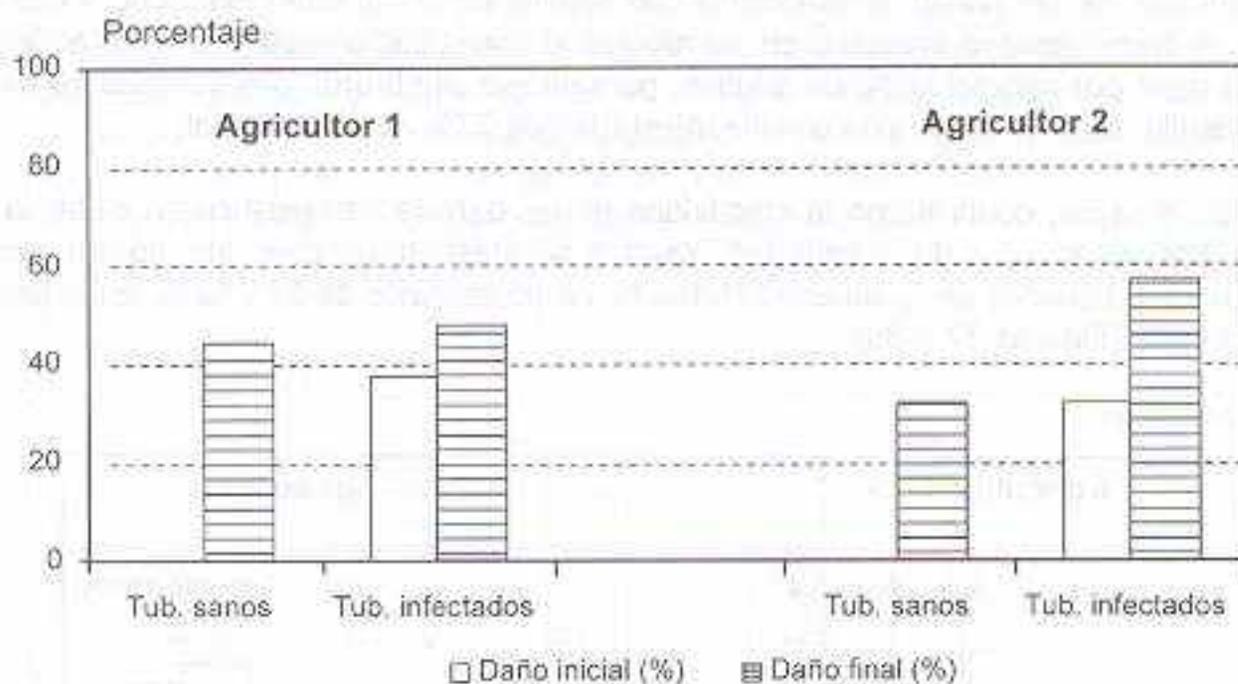


Figura 39. Porcentaje de daño inicial y a la cosecha en tubérculos sanos e infectados por *R. tucumanus* en parcelas sin protección, Yamparaez, Chuquisaca, 1996-97.

Estos resultados analizados económicamente por el método de presupuesto parcial, demostraron que la producción de semilla utilizando barreras de plástico genera una TRM de 7.15 Bs y también semilla libre de la plaga para la próxima campaña. Aplicando estas prácticas se vio que la producción de papa sería más rentable y sostenible a largo plazo (Bejarano et al., 1997).

2.2.4. Tratamiento de tubérculos

2.2.4.1. Tratamiento químico de tubérculos

Los estudios de tratamiento químico de los tubérculos semilla para eliminar *R. tucumanus* antes de la siembra, tuvieron lugar en las Estaciones Experimentales de Iscayachi (Tarija) y Chinoli (Potosí) entre 1994-95 y 1995-96.

Los insecticidas Phostoxin (Fosforo de aluminio) y Furateocarb (Promet 400 CS), controlaron la plaga con mayor éxito y las determinaciones de dosis y concentraciones para ambos insecticidas fue producto de varios estudios. También se evaluó al insecticida Curater 330 CS, pero este no llegó a controlar al gorgojo como los mencionados insecticidas (Anexo 3).

Los daños iniciales del gorgojo en los tubérculos oscilaron entre 37 a 69%, observándose que cuanto mayor fue la dosis del insecticida Phostoxin o el tiempo de exposición de los tubérculos con el insecticida (4 pastillas/4 días, 2 pastillas/4 días, 1 pastilla/4 días, 2 pastillas/2 días) se eliminaron más individuos, sin embargo también se observó que la aplicación de estos tratamientos en los tubérculos originaron síntomas de fitotoxicidad (presencia de manchas oscuras en la pulpa) que posteriormente afectaron los rendimientos en campo respecto al testigo (semilla no tratada) (Figura 40) (Herbas, 1994). Por estos resultados para posteriores estudios no se recomendó utilizar más de dos pastillas de Phostoxin ni reducir el tiempo de exposición de los tubérculos a menos de dos días, para una cantidad aproximada de 100 a 150 tubérculos.

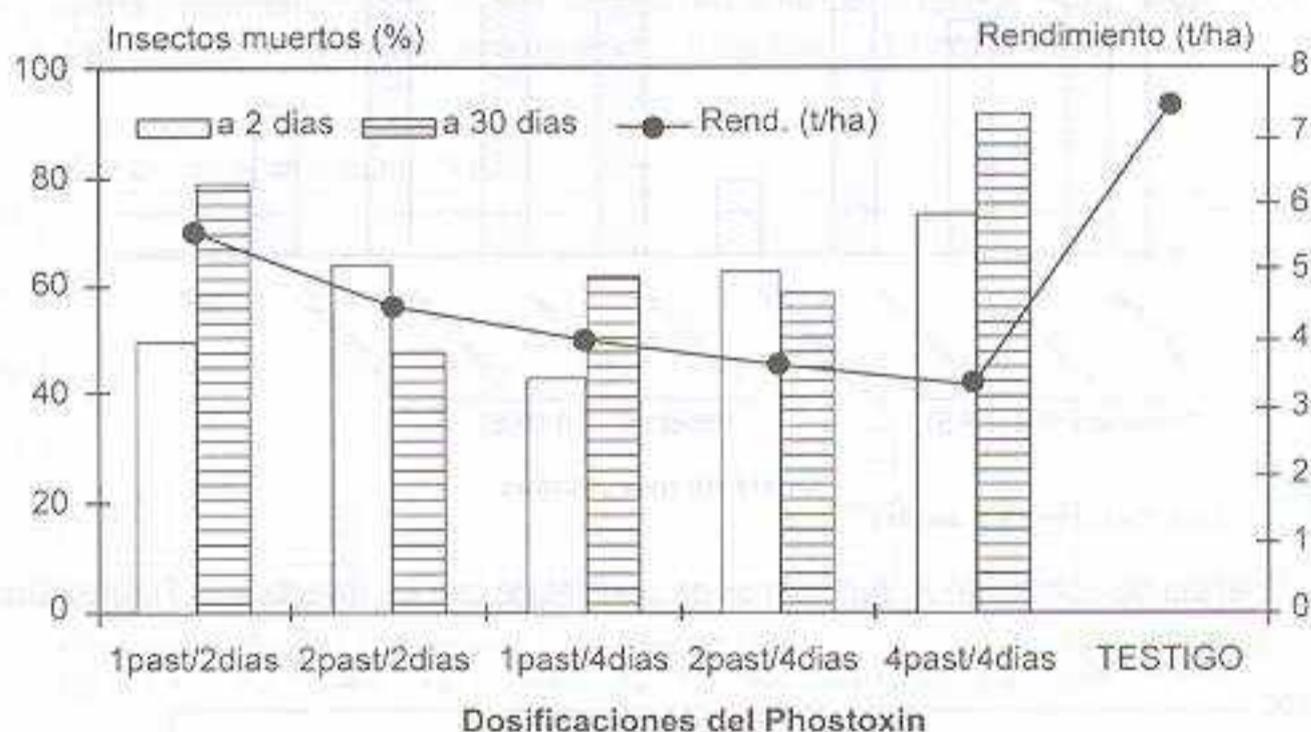


Figura 40. Rendimientos y porcentaje de insectos muertos en tubérculos tratados con Phostoxin a los 2 y 30 días después.

Por otra parte, se determinó que el Furateocarb aplicado a los tubérculos por aspersión en concentraciones 1:1, 2:1 y 3:1 de Furateocarb: agua por 10 y 20 minutos, no tuvo un efecto inmediato o su efecto no se tradujo directamente en una eliminación importante de los gorgojos en los tubérculos tratados, sino que su efecto esperado se observó a la cosecha del cultivo. Los tubérculos tratados con este insecticida presentaron menores daños en comparación del Phostoxin (1 pastilla/2 días/40 kg de tubérculos), Curater 330 CS: 83cc/10 l agua e incluso que el Carbofuran (Carbodan 48 FW: 5cc/l agua) al aplicarlo al cultivo al momento del aporque (Figuras 41, 42 y 43) (Herbas, 1995 y 1996).

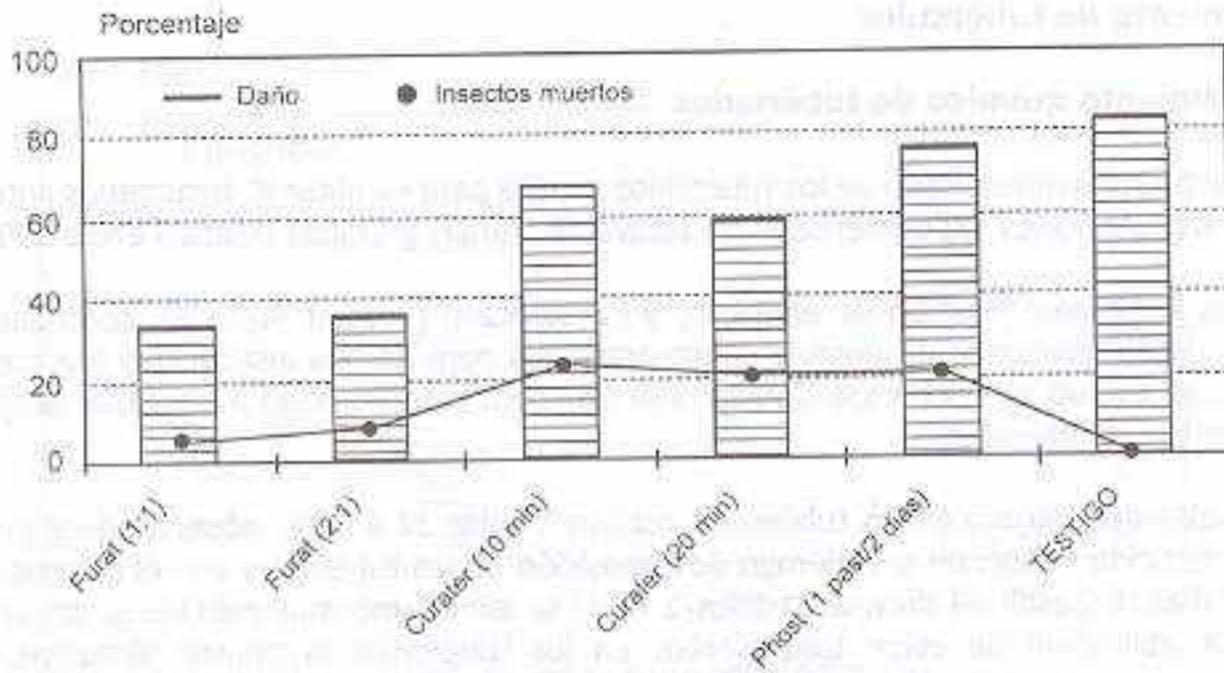


Figura 41. Insectos muertos de *R. tucumanus* en tubérculos tratados antes de la siembra, y porcentaje de daño en tubérculos al momento de la cosecha por efecto de la aplicación de tres insecticidas. Iscayachi, Tarija, 1994.

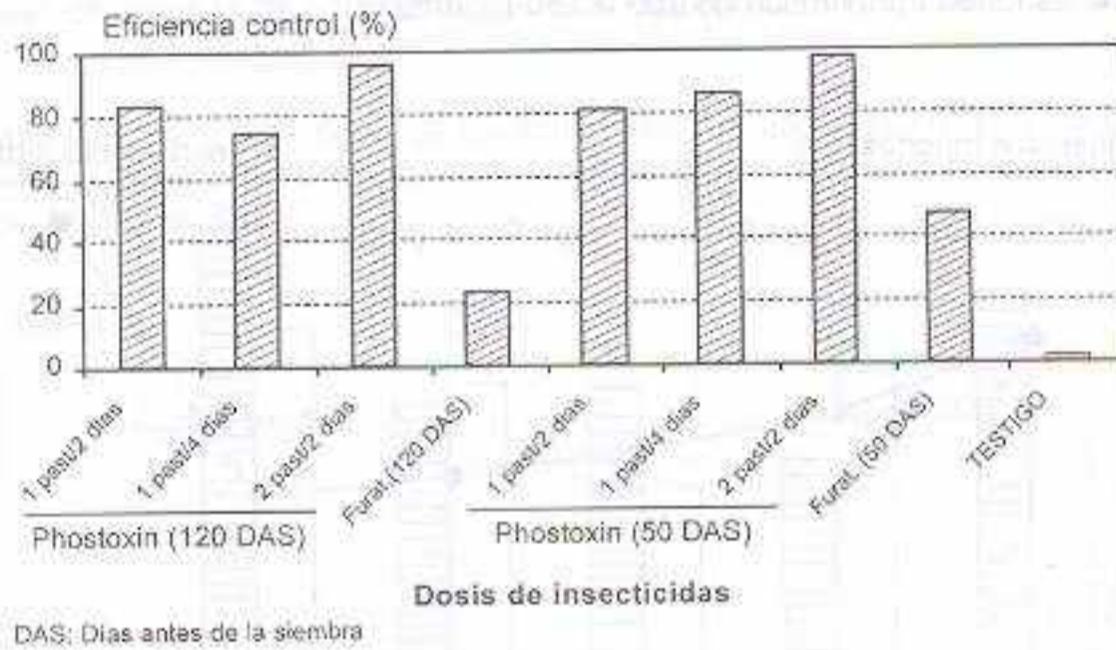


Figura 42. Eficiencia de control de *R. tucumanus* en porcentaje con los insecticidas Furateocarb y Phostoxin.

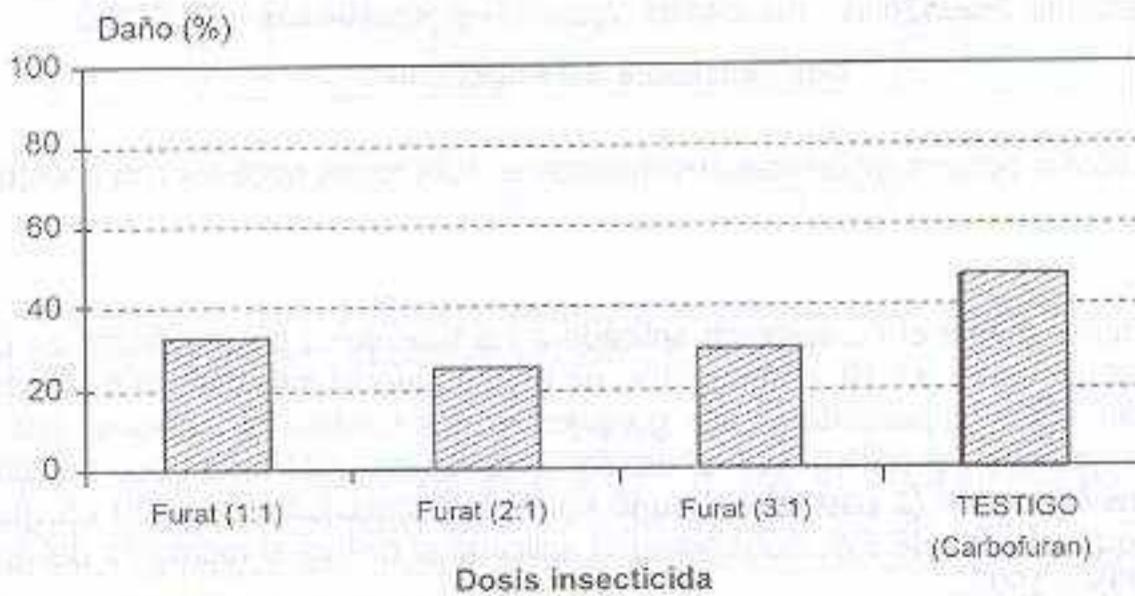


Figura 43. Porcentajes de daño de *R. tucumanus* en tubérculos a la cosecha por efecto de la aplicación de Furateocarb y Carbofuran.

De acuerdo a los resultados, se recomendó aplicar el Phostoxin en dosis de 1 o 2 pastillas/2 días, 120 días antes de la siembra; ya que estos tratamientos aplicados 120 días antes de la siembra, no afectaron posteriormente el desarrollo y rendimientos del cultivo. Falta precisar si estos resultados también se repiten a los 100, 80 y 60 días antes de la siembra, sin embargo, se determinó que el Phostoxin aplicado en las dosis mencionadas a los 50 días antes de la siembra, afectó el desarrollo y rendimientos del cultivo. En cuanto al Furatecarb (Promet 400 CS), este insecticida se recomienda asperjar en los tubérculos en concentraciones de 1:1 y 2:1 de Furatecarb: agua, 8 días antes de la siembra para obtener menores daños en los tubérculos a la cosecha.

2.4.4.2. Tratamiento de tubérculos por otros métodos de desinfección

Los tubérculos infectados por *R. tucumanus* se trataron con métodos de desinfección alternativos al uso de productos químicos, tales como el uso de bolsas plásticas transparentes, plantas repelentes, extractos naturales, verdeo de tubérculos y termoterapia (Anexo 4).

El método de las bolsas plásticas transparentes se estudió junto con otros, en tubérculos infectados con 47% de daño inicial en Alcantari (Yamparaez, Chuquisaca) en 1994-95, y consistió en mantener tubérculos infectados dentro bolsas cerradas durante seis días. Este método fue el mejor (61% de eficiencia) en expulsar a los gorgojos fuera de los tubérculos, en relación de aquellos donde los tubérculos se mantuvieron con pepas de ají dentro las bolsas o cuando los tubérculos se humearon con ají (0% eficiencia) (Figura 44). Con las bolsas transparentes los tubérculos a la cosecha presentaron 83% menos de daño en relación al testigo (sin tratamiento) y una Tasa de Retorno Marginal de 161 Bs por cada boliviano invertido (Bejarano y Mendoza, 1995).



Figura 44. Abandono de los gorgojos adultos de *R. tucumanus* fuera de los tubérculos por efecto de plantas repelentes y uso de bolsas plásticas.

En Toralapa se observó que la termoterapia en seco y en húmedo para desinfectar los tubérculos fueron más eficientes que el Phostoxin (1 pastilla/4 días), porque eliminaron los gorgojos dentro y fuera de los tubérculos en un 97 a 99% y el Phostoxin en 89%. Los tres tratamientos fueron más eficientes al Diazinon, Fenamiphos y verdeo de los tubérculos, cuyo control no sobrepasó el 28% (Figura 45) (Crespo *et al.*, 1997).

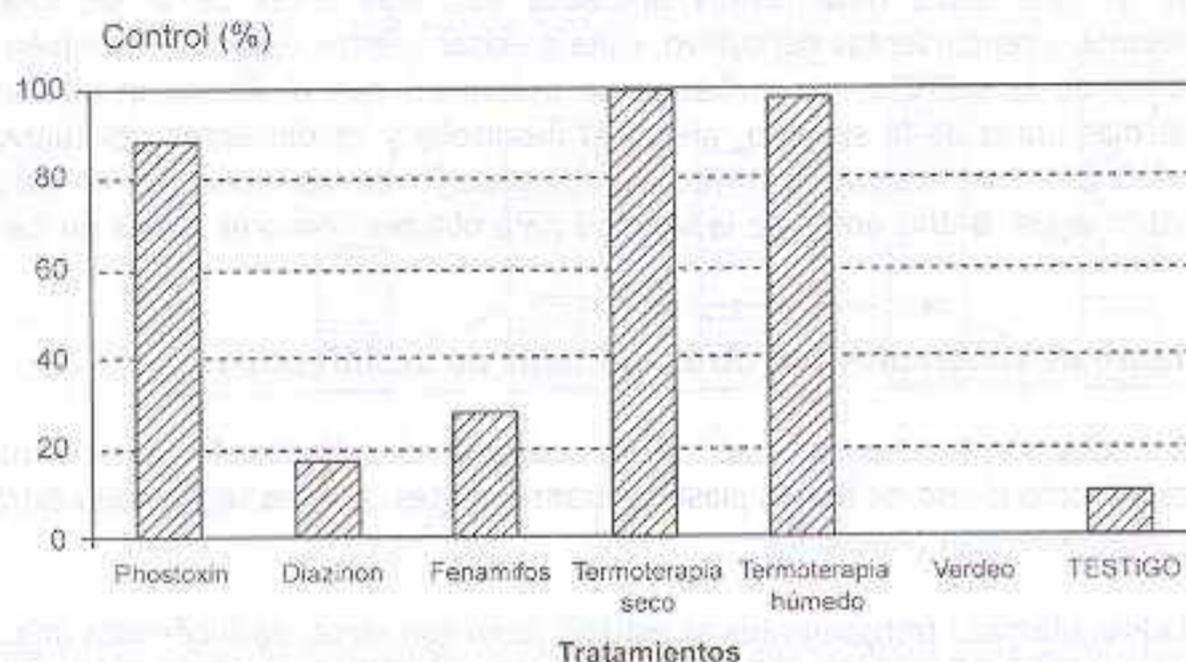


Figura 45. Porcentaje de control de *R. tucumanus* con tratamientos químicos, verdeo y termoterapia en tubérculos infectados.

La termoterapia en seco consistió en mantener los tubérculos infectados por 30 minutos en temperaturas hasta 50 °C dentro una caja metálica de color negro expuesta al sol, y la termoterapia en húmedo en tratar los tubérculos por inmersión en agua caliente durante 15 minutos, en la primera vez a 21 °C y en la segunda a 50 °C (Crespo *et al.*, 1997).

El Carbofuran (Carbodan 48 FW), Carbaryl y Malathion utilizados en inmersión, y las inmersiones de tubérculos en soluciones con extractos de eucalipto y muña, no controlaron al gorgojo a más de 10%, así no justificaron su uso en el tratamiento de tubérculos infectados con *R. tucumanus*.

De estos estudios comparativos y en función de su viabilidad económica, facilidad y no requieran mucho tiempo para su aplicación, se recomienda tratar los tubérculos infectados antes de la siembra con Phostoxin (1 pastilla/4 días) y con el método de las bolsas plásticas transparentes.

2.4.5. Control químico en campo

Los estudios de control químico de *R. tucumanus* en principio se limitaron a comparar los efectos de insecticidas de mayor disponibilidad en el mercado, como Carbofuran en líquido (Carbodan 48 FW), Isazophos (Miral 500 CS) y el insecticida Triflumuron (Alsystin 25 PM) de baja toxicidad, en relación a los dos primeros. Los resultados comparativos fueron interesantes (Anexo 5).

Los estudios con Carbofuran, Isazophos y Triflumuron, se realizaron en Chuquisaca (Pampa Yampara, Prov. Yamparaez) y Potosí (Condor Wasí, Villazón) en 1993-94, y consistieron en precisar dosificaciones, número y momentos de aplicación más eficientes en la reducción de daños y económicamente rentables para el agricultor. De estas comparaciones los resultados mostraron que los insecticidas Isazophos en dosis de 4 l/ha y Triflumuron en dosis de 320 g/ha redujeron satisfactoriamente los daños del gorgojo en los tubérculos, sin embargo, los efectos fueron más eficientes con el Carbofuran respecto del primero incluso en dosis menores (2 l/ha) (Figura 46) y respecto del segundo en dosis de 4 l/ha (Figura 47) (Bejarano, 1994; Barriga, 1994).

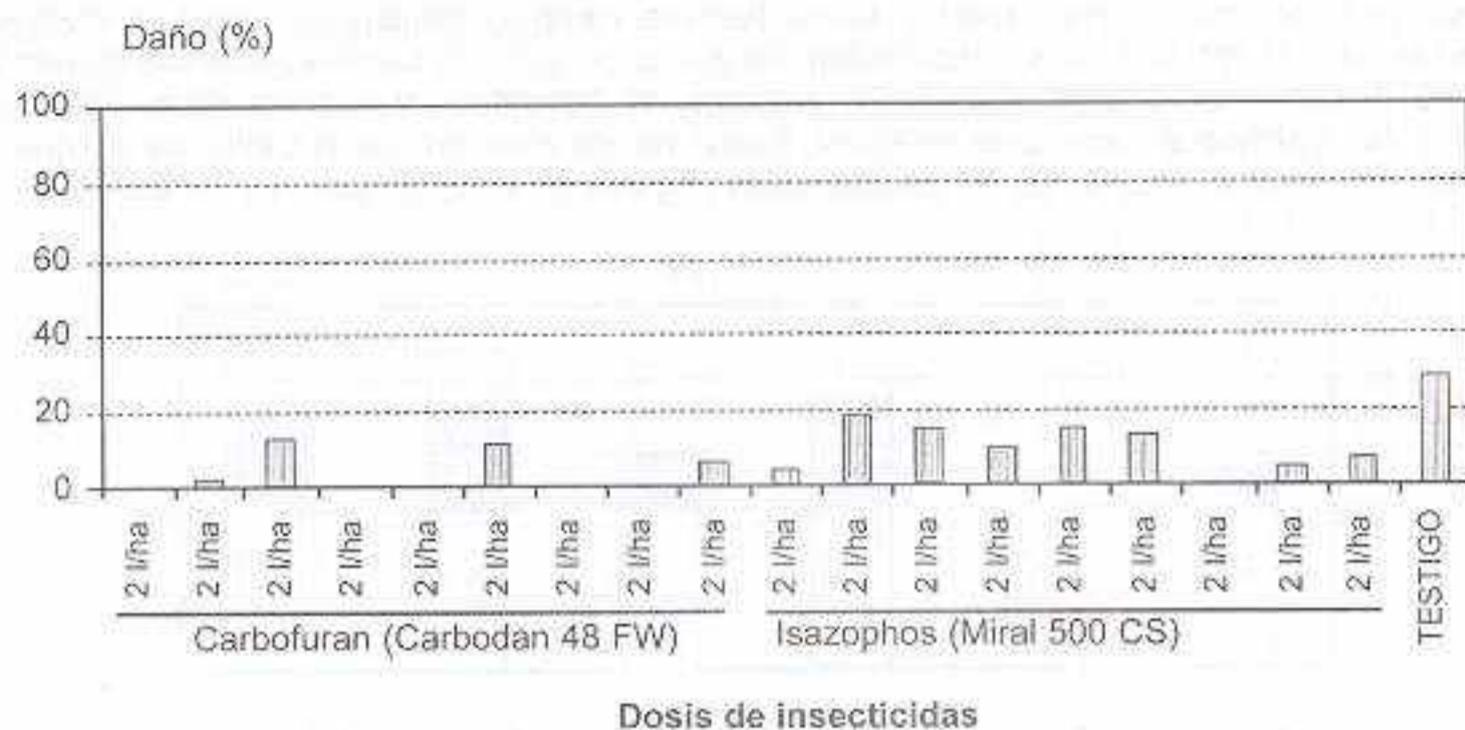


Figura 46. Porcentaje de daño de *R. tucumanus* en tubérculos tratados con Carbofuran e Isazophos.

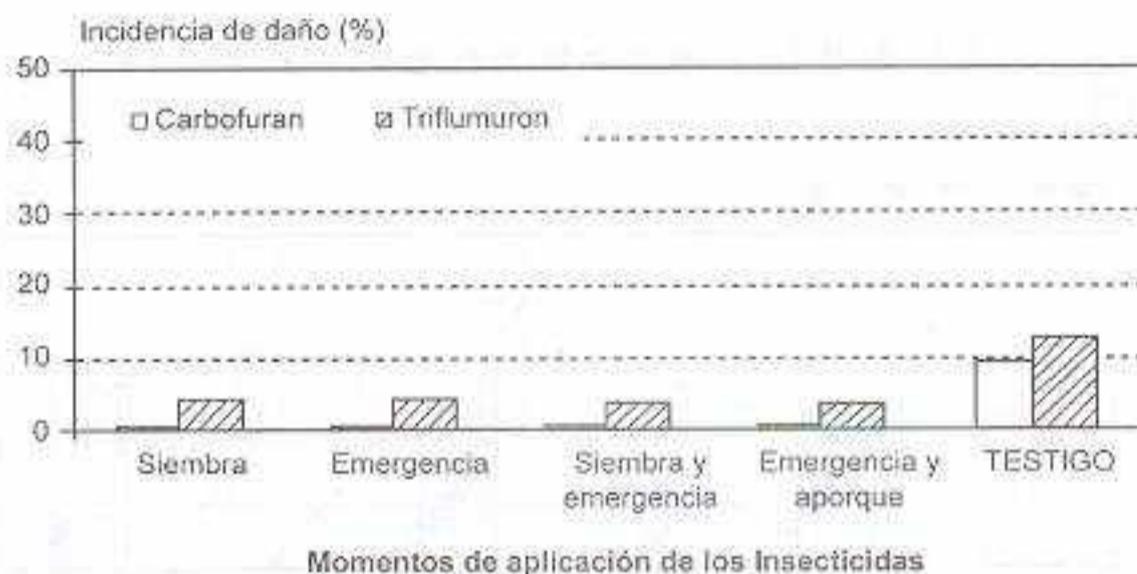


Figura 47. Incidencia e intensidad de daño de *R. tucumanus* en tubérculos tratados con los insecticidas Carbofuran y Triflumuron en diferentes épocas de aplicación.

Los mayores beneficios económicos se obtuvieron al aplicar Carbofuran en dosis de 2 l/ha y 4 l/ha a la emergencia y aporque o solamente 4 l/ha a la emergencia (Bejarano, 1994; Iporre et al., 1994; Barriga, 1994) y Triflumuron (320 g/ha) a la siembra (Barriga, 1994).

La eficiencia del Carbofuran (Carbodan 48 FW) en el control de *R. tucumanus* fue atribuida a su efecto sistémico que protege a las plantas del ataque del insecto hasta 30 a 45 días de su aplicación. Se observó que este producto aplicado al aporque afectó la sobrevivencia de los huevecillos después de su postura por las hembras del gorgojo.

Posteriormente, aparte del Triflumuron, se identificaron otros insecticidas de baja toxicidad alternativos al Carbofuran (Carbodan 48 FW) e Isazophos (Miral 500 CS), que también controlaron a *R. tucumanus*.

En Chuquisaca (Alcantari, Yamparazez) y Potosí (Laguna Pampa), primero se evaluó la efectividad del Triflumuron (Alsystin 25 PM) con otros como, Profenofos (Curacron 500 EC), Lambdacihalotrina (Karate), Cartap (Spark 50 PS) y Lufenuron (Match 50 EC). Sin embargo, el Triflumuron y el resto de los insecticidas en Chuquisaca, y exceptuando al Carbofuran en Potosí, fueron menos efectivos que el Lambdacihalotrina (Karate) en reducir los daños de *R. tucumanus* en los tubérculos (Figuras 48 y 49) (Bejarano y Barea, 1996; Iporre y Flores, 1996).

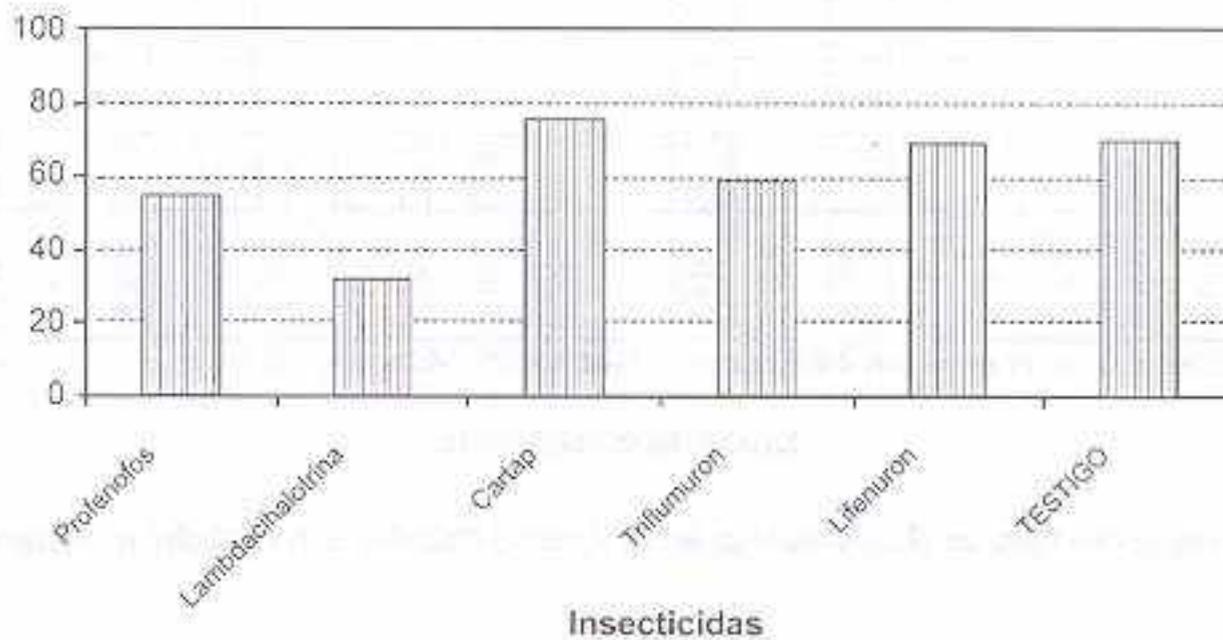


Figura 48. Porcentajes de daño de *R. tucumanus* en los tubérculos a la cosecha por efecto de la aplicación de insecticidas selectivos.

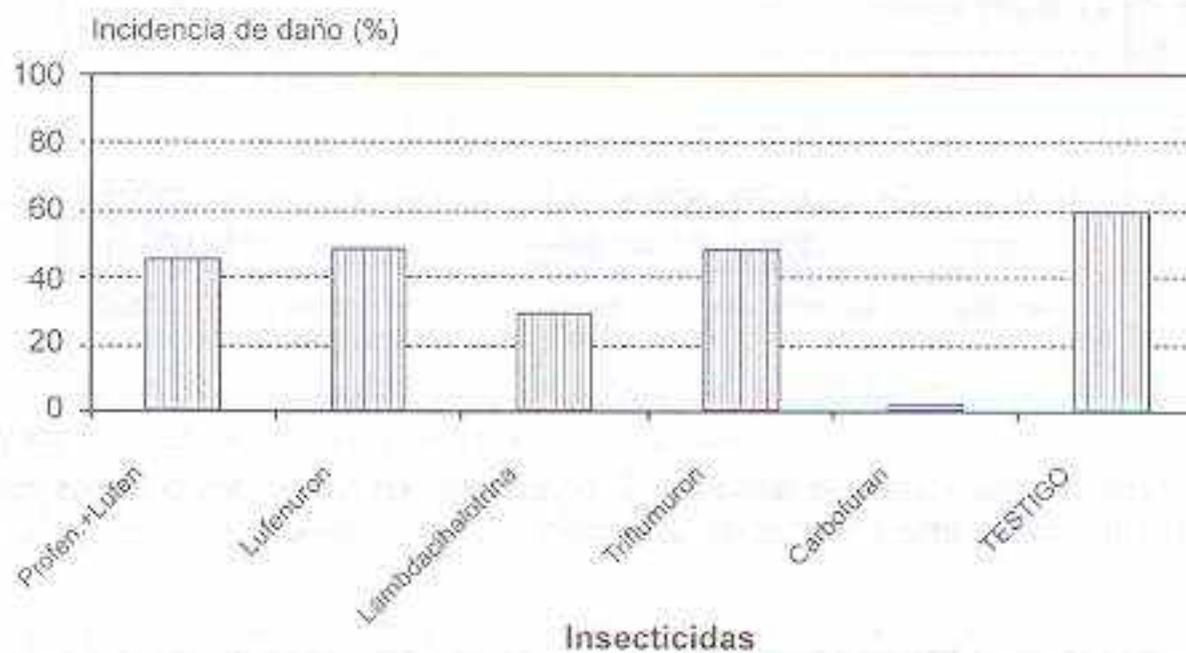


Figura 49. Porcentaje de daño de *R. tucumanus* en los tubérculos por efecto de diferentes insecticidas selectivos respecto a Carbofuran.

En los siguientes estudios en Potosí (Ojo de Agua) y Tarija (El Molino, San Lorencito e Iscayachi), ya no fue incluido el insecticida Triflumuron, debido a su baja efectividad en el control de *R. tucumanus*, y al contrario, el insecticida Lambdacihalotrina continuó comparándose con los mismos y otros nuevos insecticidas de baja toxicidad, como Imidacloprid (Confidor 35 CS) y Furateocarb (Promet 400 CS) en Potosí e Monocrotophos (Nuvacron), Teflutrin (Force) y Fipronil (Regent 800 FW) en Tarija (Iporre, 1997; Herbas et al., 1997, Cardozo et al., 1997; Herbas et al., 1997). De todos ellos, aparte del Lambdacihalotrina, el Teflutrin, Fipronil, Monocrotophos e Imidacloprid, controlaron satisfactoriamente al gorgojo en comparación al testigo (sin tratamiento) (Anexo 5, Figuras 50 y 51).

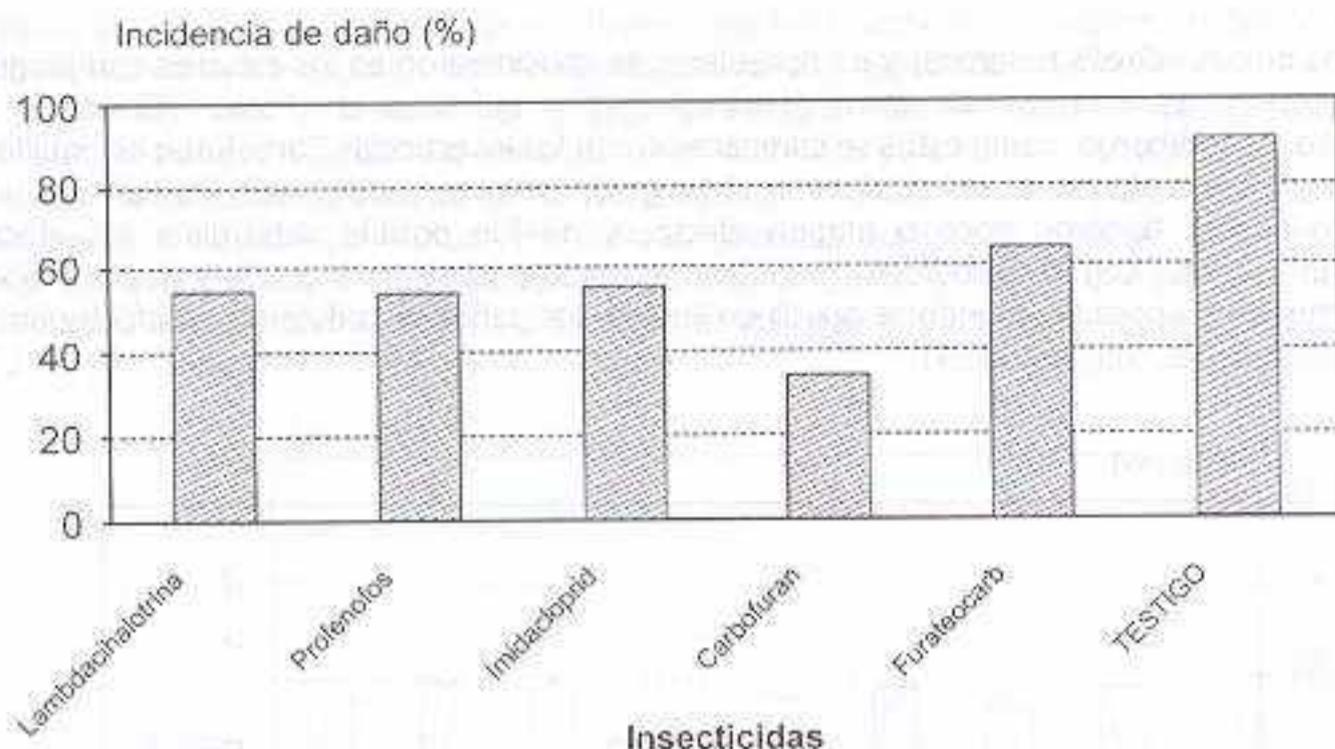


Figura 50. Porcentaje de daño de *R. tucumanus* en los tubérculos, por efecto de cinco insecticidas y un testigo absoluto. Ojo de Agua, Potosí, 1997.

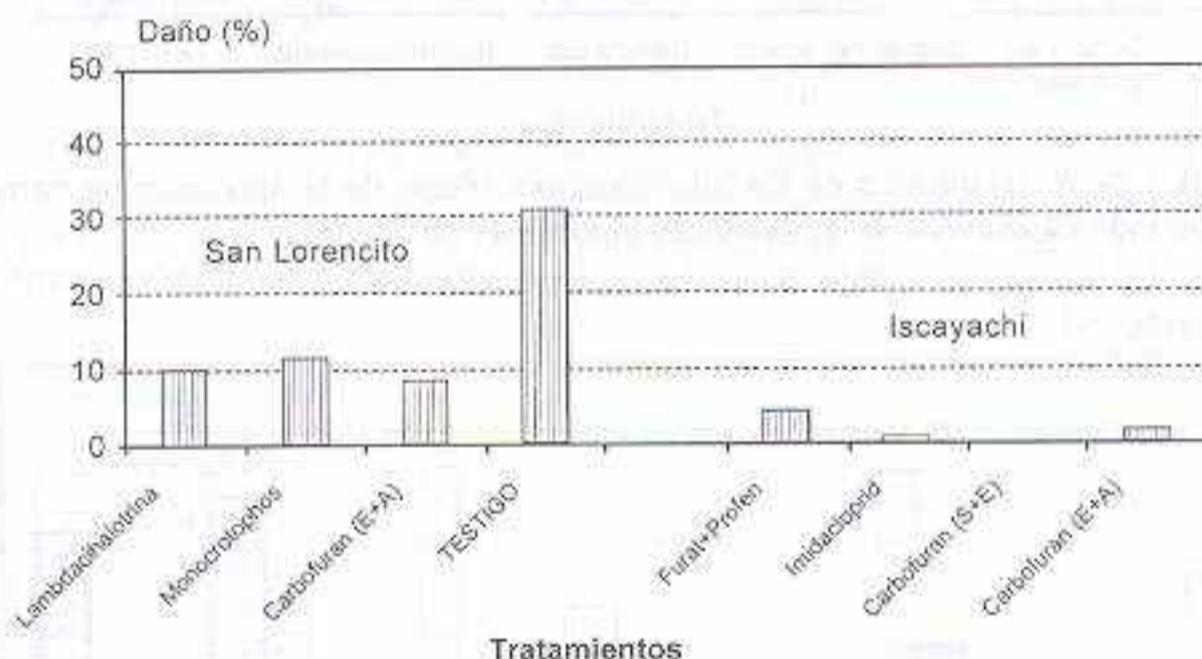


Figura 51. Porcentaje de daño de *R. tucumanus* en tubérculos, por efecto de insecticidas selectivos frente al Carbofuran en Tarija (San Lorencito e Isacayachi), 1996-97.

En resumen, los momentos más efectivos de aplicación de los insecticidas en el control de *R. tucumanus* fueron la emergencia y aporque del cultivo, porque en la emergencia los gorgojos adultos ya se encuentran fuera de los tubérculos y son afectados, y en el aporque la cantidad de huevos ovipositados por las hembras es mayor y también están presentes los estadios larvales. Estos tres estados fueron los más afectados por los insecticidas.

2.4.5.1. Estudios comparativos de métodos de control de *R. tucumanus* en condiciones de campo

Se investigaron más opciones de control de *R. tucumanus* que el químico y para conocer las diferencias de efectividad entre estas en la reducción de daños. Los estudios comparativos incluyeron barreras vegetales, barreras de polietileno y químicas, y combinaciones de tratamientos físicos o químicos de los tubérculos semilla con aplicación de insecticidas al cultivo o ha barreras vegetales en campo (Anexo 6).

Las barreras de oca (*Oxalis tuberosa*) y de polietileno, se consideraron en los estudios comparativos de Tarija (E. E. Iscayachi) y las barreras de tarwi (*Lupinus sp.*) y químicas en Potosí (Chinoli y Yanamocko), respectivamente. Sin embargo, como estos se compararon con los insecticidas Carbofuran en líquido y granulado, y sobretodo en parcelas altamente infestadas por el gorgojo; en estas condiciones, las barreras vegetales y de polietileno o químicas, tuvieron poco o ningún efecto, y no fue posible determinar los efectos de estos tratamientos. En cambio, con el Carbofuran granulado aplicado a la siembra o a la siembra y aporque; y a la siembra, emergencia y aporque, cuando se aplicó en líquido, los daños se redujeron satisfactoriamente (Figuras 52 y 53) (Cardozo, 1992; Vargas, 1994).



Figura 52. Daños de *R. tucumanus* en los tubérculos por efecto de la aplicación de barreras de oca y de polietileno y el insecticida Carbofuran. E. E. Iscayachi (Tarija), 1991-92.

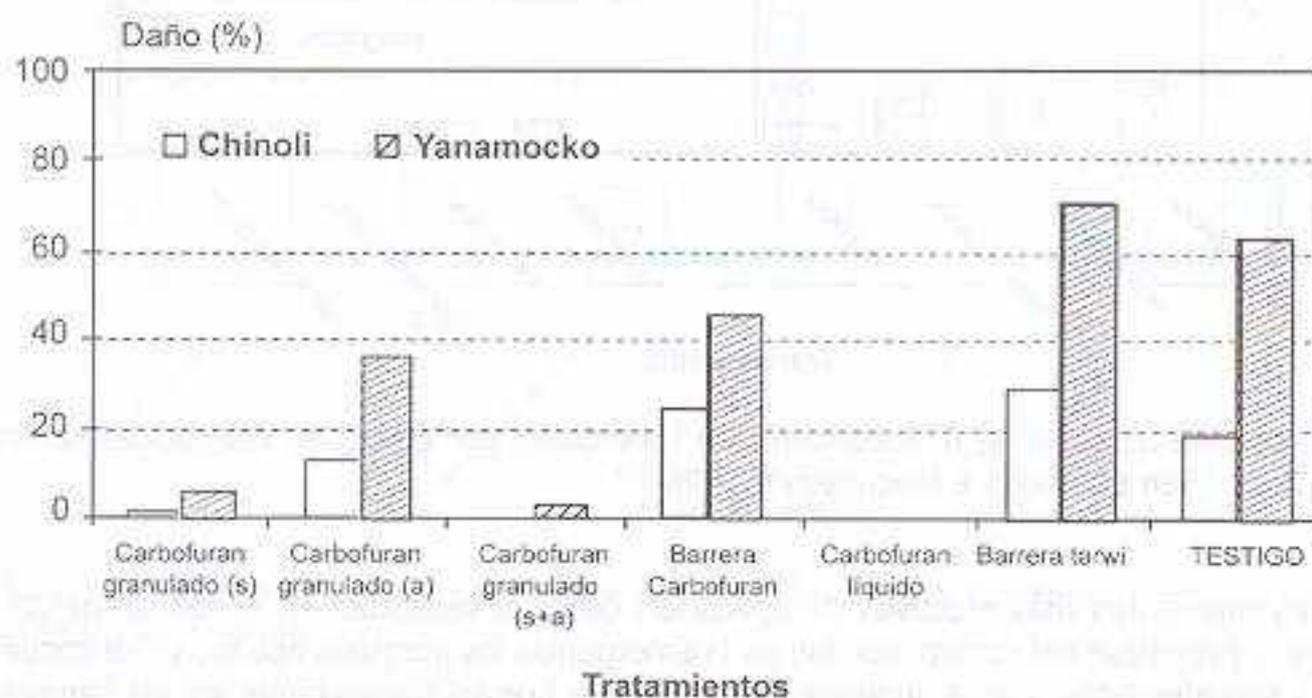


Figura 53. Daños de *R. tucumanus* en los tubérculos por efecto de la aplicación de barreras de tarwi y químico y el insecticida Carbofuran. Chinoli y Yanamocko (Potosí), 1993-94.

En 1992-93, en Chuquisaca (Yamparaez) y Potosí (Ojo de Agua y Cuartos), los estudios de determinación de eficiencia en la reducción de daños en los tubérculos a la cosecha reiteraron la posibilidad del uso de insecticidas en la desinfección de los tubérculos semilla y/o para aplicarlos en campo individualmente o combinados con barreras de tarwi y aplicaciones de Carbofuran a estas barreras.

Sin embargo, los estudios mostraron que la eficiencia de los insecticidas aplicados en campo en el control de *R. tucumanus* fueron mayores que los otros métodos de control estudiados. Se observó que el tratamiento de tubérculos con Phostoxin a una dosis de 1 pastilla/2 días aplicado sólo o en combinación con barreras vegetales y aplicación de insecticida a esta barrera vegetal, no es suficiente para reducir los daños en los tubérculos a la cosecha, cuando las parcelas sembradas o vecinas se hallan infestadas por la plaga. En estas condiciones se observó que fue más conveniente aplicar insecticidas químicos durante el ciclo del cultivo con Stermin a la emergencia y aporque y Carbofuran o Isazophos a la siembra, emergencia y aporque, con tubérculos semilla infectados; y con tubérculos semilla sanos, el Carbofuran aplicado a la emergencia y aporque, fue más efectivo en el control de los daños (Figuras 54 y 55).

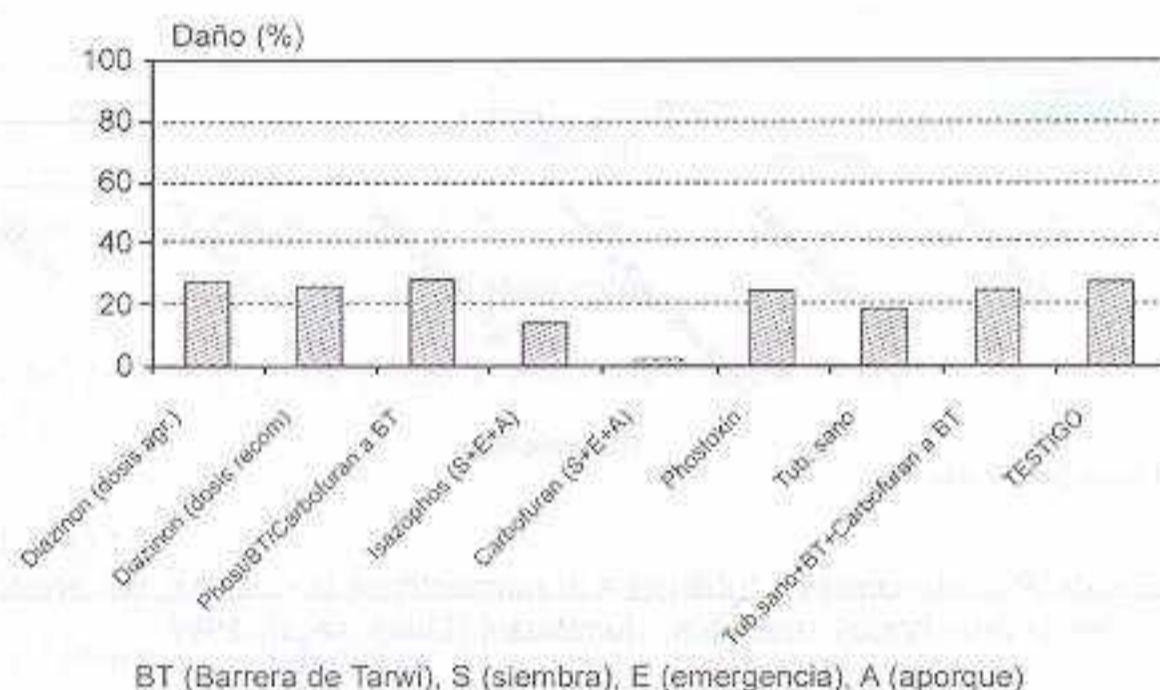


Figura 54. Daños de *R. tucumanus* en tubérculos al momento de la cosecha, por efecto de insecticidas químicos y su combinación con barreras de tarwi y químicas. Yamparaez (Chuquisaca), 1993.

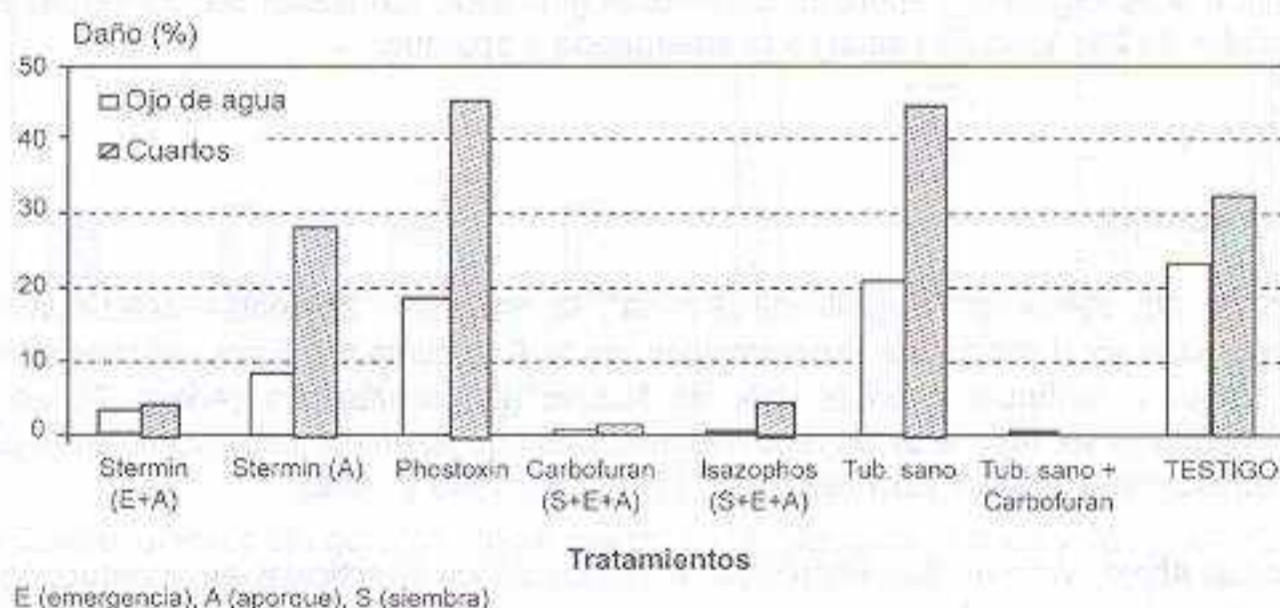


Figura 55. Daños de *R. tucumanus* en tubérculos al momento de la cosecha, por efecto de tratamientos químicos de los tubérculos semilla y aplicados en campo en tubérculos infectados y sanos. Ojo de Agua y Cuartos (Potosí), 1993.

Sin embargo, al ser los insecticidas mencionados menos aconsejables medioambientalmente por su amplio espectro y alto efecto residual; en Chuquisaca (Quirahuani) en 1997, se estudiaron insecticidas más selectivos y menos tóxicos en forma individual y combinados con tubérculos tratados con el método de la bolsa plástica

transparente (control físico). Los tres insecticidas redujeron los daños del gorgojo satisfactoriamente y combinados demostraron que el tratamiento de los tubérculos con el método de la bolsa no fue necesaria (Figura 56) (Bejarano, 1997).

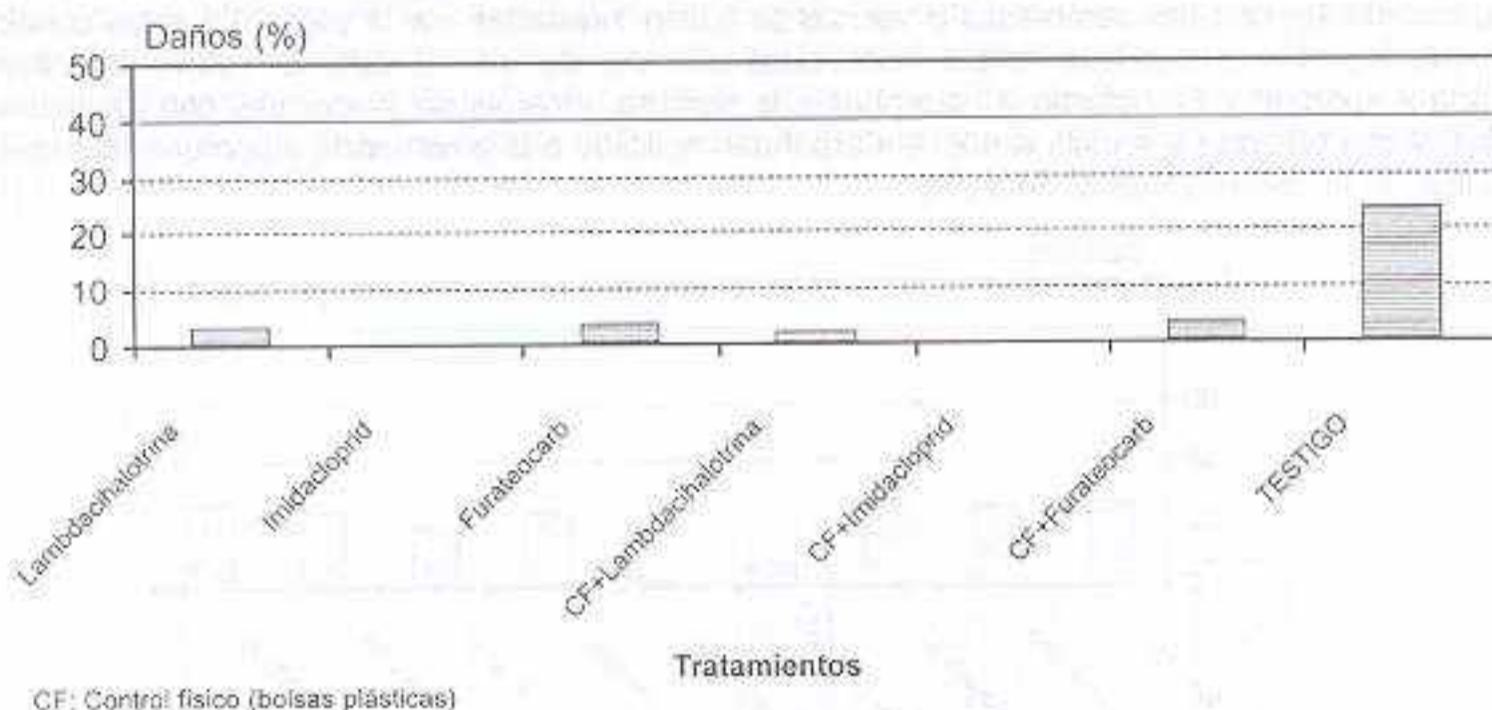


Figura 56. Daños de *R. tucumanus* en tubérculos al momento de la cosecha, por efecto de tratamientos a la semilla y aplicaciones de insecticidas selectivos. Quirahuani (Chuquisaca), 1997.

De acuerdo a los resultados, es más recomendable utilizar insecticidas durante el ciclo del cultivo. Se jerarquizaron los siguientes insecticidas y estrategias de acuerdo al precio, mayores TRM, selectividad y baja toxicidad: Lambdacihalotrina (Karate: 10 cc/20 l agua) y Furatecarb (Promet 400 CS: 2.5 l/ha) a la emergencia y aporque, Stermin a la emergencia y aporque, Carbofuran granulado (Carbodan 5G: 25 kg/ha) a la siembra e Imidacloprid (Confidor 35 CS: 10cc/20 l agua) a la emergencia y aporque.

2.5. *Phyrdenus* sp.

2.5.1. Control químico

Para el control de *Phyrdenus* sp. "arrocillo de la papa", se estudiaron diferentes insecticidas químicos que también fueron aplicados en el control de *Premnotrypes* spp. y *R. tucumanus*. Estos estudios se iniciaron en el Valle Central de Tarija y continuaron en el valle de Mizque de Cochabamba (Anexo 7), en todos quedó demostrado que *Phyrdenus* sp. no afecta los rendimientos, sino que su efecto negativo es en la disminución de la calidad de los tubérculos (Herbas y Guzman, 1995; Lino et al., 1995 y 1996).

En Tarija (Huertas Abajo, Valle de San Andrés), la eficiencia de los insecticidas en la reducción de los daños de *Phyrdenus* sp. en los tubérculos, fue determinada por los momentos de aplicación y efectividad. Los menores daños se observaron con la aplicación de Carbofuran y Triflumuron a la emergencia y aporque, sin embargo, también el Carbofuran redujo los daños con sólo aplicarlo en la emergencia (Figura 57) (Herbas y Guzman, 1995). En Mizque (Cochabamba), la efectividad de este insecticida fue comparable a la de Triflumuron, Clorpirifos e Isazophos, los cuatro redujeron los daños de *Phyrdenus* sp. a porcentajes menores del 10% en relación del testigo con 24% de daño en la siembra Mishk'a (julio- noviembre). En la siembra Temporal (noviembre-marzo), los efectos de los mencionados cuatro insecticidas y de otros como Profenofos, Cyflutrin y Permetrina, no pudieron ser determinados, debido a la baja presencia de *Phyrdenus* sp. por las altas precipitaciones y humedad en la campaña 1994-95 (Figura 58) (Lino et al., 1995).

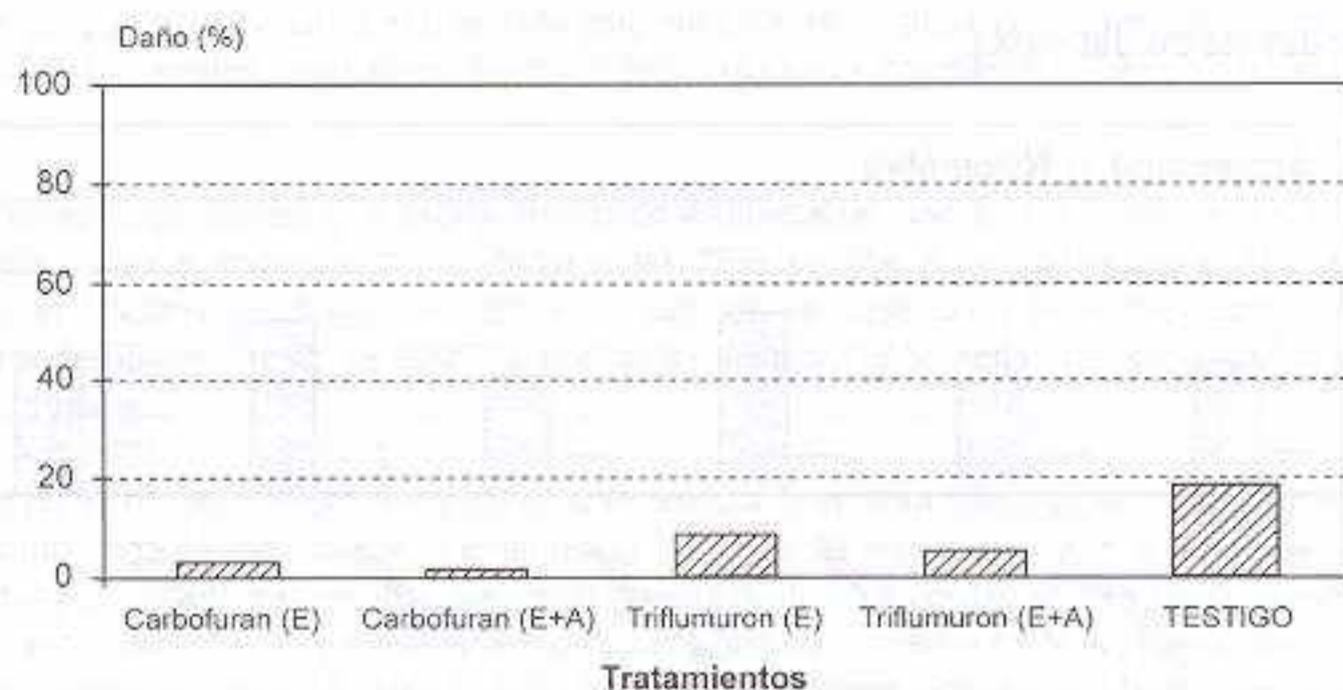


Figura 57. Daño de *Phyrdenus sp.* por efecto de cinco tratamientos. Ensayo de control químico, Valle de San Andrés, Tarija. 1994-95.

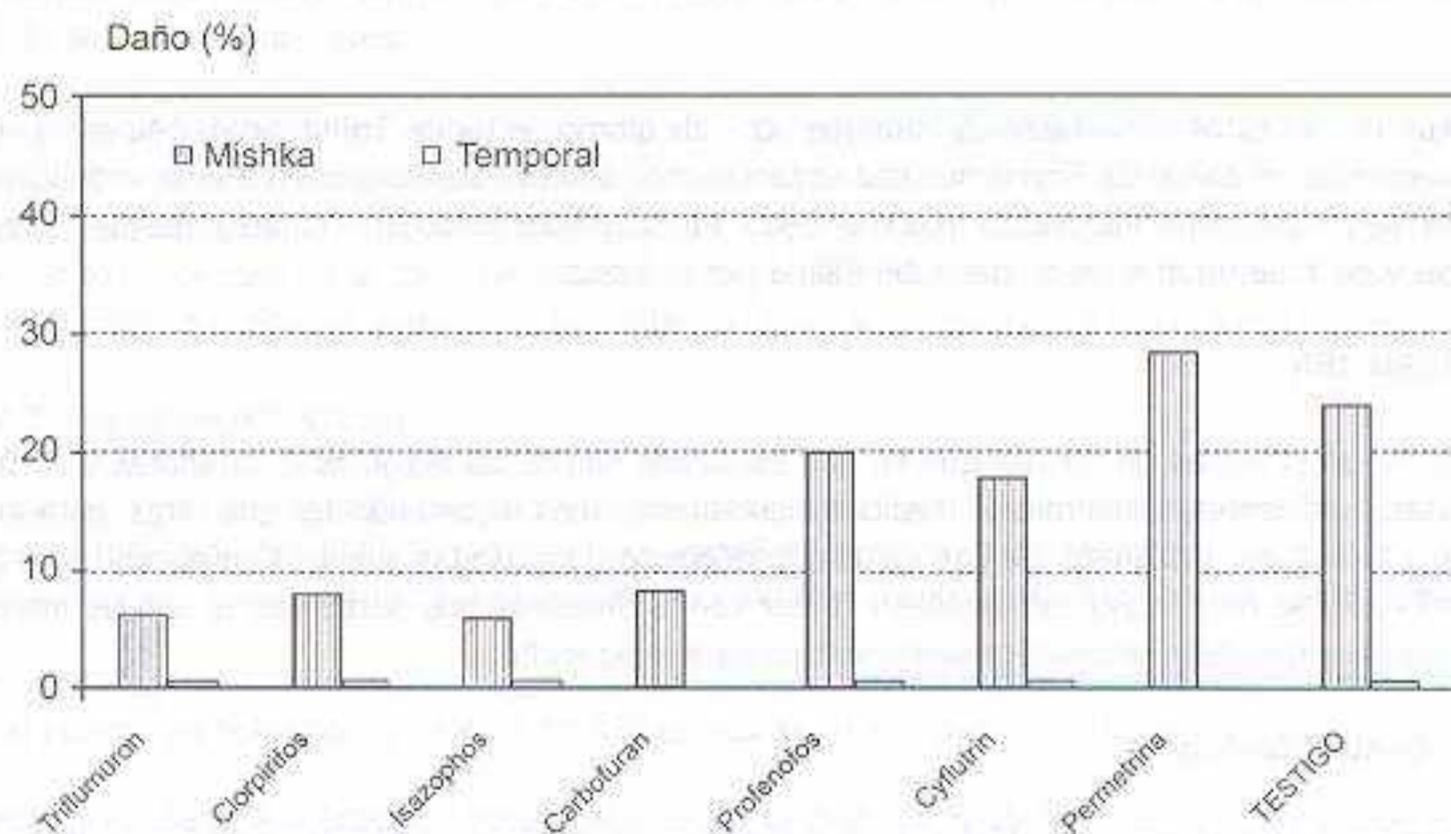


Figura 58. Control químico del gorgojo *Phyrdenus sp.* en las siembras Mishka y Temporal. Cazorla (Provincia Mizque), Cochabamba. 1994-95.

Sin embargo, posteriormente cuando en el valle de Mizque en la siembra Temporal en dos fechas diferentes (septiembre y noviembre) se compararon los efectos de Triflumuron por su conocida efectividad contra *Phyrdenus sp.* y baja toxicidad, con otros nuevos insecticidas; ninguno controló satisfactoriamente la plaga en las dos fechas de siembra, al contrario, el cambio de fecha de siembra a una fecha adelantada (septiembre), fue más determinante para reducir los daños del gorgojo en los tubérculos (Figura 59). La mayor incidencia de daño en los tubérculos se presentó en noviembre y coincidió con la mayor presencia del insecto (Lino et al., 1996a).



Figura 59. Control químico de *Phyrdenus* sp., en la comunidad de Cazorla, Mizque - Cochabamba, 1995-96.

De acuerdo a estos resultados y aunque en el último estudio Triflumuron (Alsystin) no redujo satisfactoriamente los daños de *Phyrdenus* sp., se recomendó aplicar este insecticida a la emergencia y a porque del cultivo de papa, otro insecticida recomendado fue Lambdacihalotrina (Karate) después del 80% de emergencia y de acuerdo al nivel de daño del follaje por el insecto.

2.6. RESUMEN

Son varias las prácticas de control que se han estudiado contra los gorgojos *P. latithorax* y *R. tucumanus*, unas resultaron eficientes, económica y medioambientalmente más recomendables que otras, para incluirlas en la estrategia de Manejo Integrado. Se han estudiado diferentes insecticidas químicos en el control de *Phyrdenus* sp. Sin embargo, se han hecho esfuerzos en contar con alternativas que sustituyan el uso de insecticidas de amplio espectro y que sean económicamente viables para el agricultor.

2.6.1. Control biológico

Las experiencias en el control biológico de *P. latithorax* y *R. tucumanus* incluyeron al hongo *B. brongniartii* y la bacteria *B. thuringiensis*. El control de *P. latithorax* fue más exitoso con el hongo *B. brongniartii* que con la bacteria *B. thuringiensis*. *B. thuringiensis* controló mejor a *R. tucumanus*, sin embargo en general los resultados con esta bacteria no fueron espectaculares para ninguna de las dos especies. *B. brongniartii* cepa Ayopaya fue la más agresiva en pruebas de patogenicidad entre otras siete recolectadas en diferentes zonas paperas. Esta cepa se utilizó en pruebas de control de *P. latithorax* y *R. tucumanus* en invernadero y en el control de *P. latithorax* en almacén y campo.

En invernadero, *B. brongniartii* (cepa Ayopaya) aplicado a la siembra, primer y segundo a porque, afectó en 64% a *P. latithorax*, en cambio *R. tucumanus* fue afectado en 29%, fundamentalmente por las diferencias en el ciclo biológico entre ambas especies. La larva fue el estado a partir del cual el hongo comenzó a afectar a *P.*

latithorax, porque esta abandona el tubérculo para empupar en el suelo y continuar su ciclo de vida, en cambio, la larva de *R. tucumanus*, permanece dentro el tubérculo hasta completar su ciclo, saliendo de él únicamente como adulto.

En condiciones de almacén, *B. brongniartii* pudo establecerse después de un año en los lugares aplicados y en promedio llegó a controlar a *P. latithorax* en 75% en dos años consecutivos, sin ser necesaria una incorporación adicional del hongo. Sin embargo, también se observaron almacenes donde el hongo no pudo sobrevivir y desapareció, esto se asoció a que no se mantuvo la humedad del suelo en los lugares donde se incorporó el hongo.

En campo, el hongo *B. brongniartii* aplicado en arroz a la siembra y aporque del cultivo y asperjado al cuello de las plantas cada 15 días, desde la emergencia hasta los 75 días después de la siembra, controló los daños ocasionados por *P. latithorax* en 58%, sin embargo este control fue posible sólo en condiciones de Chullchunqani (Prov. Carrasco, Cochabamba) donde la precipitación y humedad relativa (> 60%) fueron favorables al desarrollo del hongo durante el ciclo del cultivo. Cuando las condiciones medioambientales fueron secas, la infección de *B. brongniartii* no progresó satisfactoriamente contra ninguna de las especies del gorgojo.

2.6.2. Prácticas culturales como método de control del gorgojo de los Andes

2.6.2.1. Barreras vegetales

Las barreras vegetales dieron mayor resultado en la disminución del ingreso de *P. latithorax*, pero no de *R. tucumanus*, a las parcelas sembradas con papa. Las barreras de tarwi (*Lupinus mutabilis*) en comparación con las de oca (*Oxalis tuberosa*), frenaron mejor el paso de *P. latithorax* a las parcelas con papa, reduciendo en 45% los daños en los tubérculos a la cosecha, y las de oca en 28%. Sin embargo, al parecer, estas diferencias de efecto entre ambas barreras se debieron más a diferencias en la emergencia y crecimiento respecto de la papa.

2.6.2.2. Focos de infestación

La eliminación de focos de infestación, como zonas de selección o de prealmacenamiento y almacenamiento de la papa, a través de la remoción del suelo, se identificó como práctica recomendable para el control de *P. latithorax*, y no para *R. tucumanus*, principalmente por las diferencias en el ciclo biológico entre especies.

Se observó que dichas remociones dependiendo del grado de infestación de los focos de infestación, pueden eliminar al insecto en poblaciones de 48 a 10.885 especímenes por metro cuadrado.

El éxito mayor de esta práctica se obtuvo al priorizar la destrucción de los focos de infestación en función a su posible densidad de población, considerando las costumbres de los agricultores de cada zona, en lo que se refiere a las labores y materiales que utilizan durante la cosecha y poscosecha de los tubérculos.

2.6.2.3. Utilización de variedades precoces

También se determinó que la precocidad así como la tuberización superficial de las papas (ej. S. t. spp. *tuberosum*) no son recomendables en terrenos infestados por el gorgojo *P. latithorax*. Los tubérculos en estas condiciones resultaron más afectados por atraer a los insectos con mayor anticipación y exponerse más al ataque de las larvas, en relación de las variedades tardías y de tuberización profunda como las de la subespecie *andigena*.

2.6.3. Control mecánico

La apertura de zanjas al borde de las parcelas sembradas con papa y revestidas con una cubierta de polietileno negro, también resultaron una buena opción para evitar el ingreso de *P. latithorax* a las parcelas sembradas con papa. Los daños de *P. latithorax* en los tubérculos utilizando estas zanjas llegaron a 29.3% y en las parcelas desprovistas a 65%.

En *R. tucumanus*, las prácticas de control mecánico en campo consistieron en barreras verticales de polietileno de 40 cm de altura alrededor de las parcelas sembradas con papa. Estas barreras lograron controlar eficientemente la migración del insecto de las parcelas vecinas hacia la parcela sembrada con papa. Sin esta práctica se determinó que *R. tucumanus* puede causar daños en los tubérculos del 37%, en terrenos nuevos y sembrados con semilla sana en una sola campaña agrícola.

2.6.4. Tratamiento de tubérculos semilla

Los tratamientos de tubérculos semilla ya sean estos físicos o químicos, se practicaron sólo para con la especie *R. tucumanus*.

2.6.4.1. Tratamiento físico

El tratamiento físico de los tubérculos semilla se aplicó para disminuir la población de *R. tucumanus* dentro los tubérculos y consistió en mantener los mismos dentro bolsas transparentes y cerradas por períodos de seis días, de manera que la elevación de la temperatura y humedad dentro las bolsas, estimularan a los gorgojos adultos a salir fuera de los tubérculos como si se tratara de un campo sembrado próximo a su emergencia. Con esta práctica de control se obtuvo 61% de eficiencia en el abandono o presencia del gorgojo fuera de los tubérculos, en campo con la siembra de estos tubérculos tratados, se logró controlar los daños iniciales del gorgojo a la cosecha en 83%.

Asimismo, se eliminó a *R. tucumanus* en porcentajes mayores al 90% con los tratamientos de termoterapia en seco y húmedo. La termoterapia en seco consistió en mantener los tubérculos por 30 minutos en temperaturas que llegaron hasta 50°C dentro una caja metálica de color negro expuesta al sol, y la termoterapia en húmedo, en sumergir los tubérculos en agua caliente durante 15 minutos, en la primera vez a 21°C y en la segunda a 50°C.

2.6.4.2. Tratamiento químico

Muchos de los insecticidas y extractos naturales utilizados en el tratamiento de tubérculos infectados con *R. tucumanus*, no afectaron a más del 10% de su población dentro los tubérculos. De todos los estudios de control químico efectuados contra *R. tucumanus*, el Phostoxin fue el único insecticida que controló efectivamente al gorgojo dentro los tubérculos. Este insecticida para que no resulte fitotóxico a los tubérculos semilla tratados y no afecte los rendimientos, se recomendó aplicar 120 días antes de la siembra en dosis de 1 pastilla cada dos días, 1 pastilla cada 4 días o dos pastillas cada 2 días.

2.6.5. Control químico en campo

Los estudios de control químico de *P. latithorax* efectuados por varios años en campo, mostraron como insecticidas alternativos al Carbofuran (Carbodan 48 FW), al Lamdacihalotrina (Karate) y Fenil Pirazol (Regent 800 FW?), aplicados a la emergencia y aporque del cultivo en dosis de 10cc/20 l agua y 100g/ha por aplicación, respectivamente.

Para el control de *R. tucumanus*, también confirmaron como económicamente eficientes, los insecticidas Lambdacihalotrina (Karate:10cc/20 l agua) y Furateocarb (Promet 400 CS: 2.5 l/h) aplicados a la emergencia y aporque. Los siguientes insecticidas eficientes fueron Teflutrin (Force: 120 cc/20 l agua) y Fipronil (Regent 800 FW?: 8g/20l agua) aplicados a la emergencia y aporque, Imidacloprid (Confidor 35 CS: 50 cc/20 l agua) aplicado a la siembra y aporque, o a una dosis de 10cc/20 l agua, a la emergencia y aporque, y por último, el Monocrotophos (Nuvacron) aplicado a la emergencia y aporque. Con estos insecticidas los daños iniciales en los tubérculos cosechados no fueron tan diferentes en relación que cuando se aplicó Carbofuran (Carbodan 48 FW).

Los insecticidas recomendados para controlar los daños *Phyrdenus* sp. en los tubérculos fueron Triflumuron (Alsystin) a la emergencia y aporque del cultivo, y Lambdacihalotrina (Karate) después del 80% de emergencia y de acuerdo al nivel de daño del follaje por el insecto.

Con estos resultados favorables al control del Gorgojo de los Andes, se implementó la estrategia de Manejo Integrado por especie.

ANEXOS

ANEXO 1

Estudios con limitaciones técnicas y métodos en el control de *Frengiathyrus bituberosus* a nivel de los ríos en diferentes zonas operativas de Cochabamba y La Paz.

| Orden | Nombre del Proyecto | Fecha de Ejecución | Estado |
|-------|-------------------------------|--------------------|--------|
| 1 | Estudio de campo en el río... | ... | ... |
| 2 | ... | ... | ... |
| 3 | ... | ... | ... |
| 4 | ... | ... | ... |
| 5 | ... | ... | ... |
| 6 | ... | ... | ... |
| 7 | ... | ... | ... |
| 8 | ... | ... | ... |
| 9 | ... | ... | ... |
| 10 | ... | ... | ... |
| 11 | ... | ... | ... |
| 12 | ... | ... | ... |
| 13 | ... | ... | ... |
| 14 | ... | ... | ... |
| 15 | ... | ... | ... |
| 16 | ... | ... | ... |
| 17 | ... | ... | ... |
| 18 | ... | ... | ... |
| 19 | ... | ... | ... |
| 20 | ... | ... | ... |
| 21 | ... | ... | ... |
| 22 | ... | ... | ... |
| 23 | ... | ... | ... |
| 24 | ... | ... | ... |
| 25 | ... | ... | ... |
| 26 | ... | ... | ... |
| 27 | ... | ... | ... |
| 28 | ... | ... | ... |
| 29 | ... | ... | ... |
| 30 | ... | ... | ... |
| 31 | ... | ... | ... |
| 32 | ... | ... | ... |
| 33 | ... | ... | ... |
| 34 | ... | ... | ... |
| 35 | ... | ... | ... |
| 36 | ... | ... | ... |
| 37 | ... | ... | ... |
| 38 | ... | ... | ... |
| 39 | ... | ... | ... |
| 40 | ... | ... | ... |
| 41 | ... | ... | ... |
| 42 | ... | ... | ... |
| 43 | ... | ... | ... |
| 44 | ... | ... | ... |
| 45 | ... | ... | ... |
| 46 | ... | ... | ... |
| 47 | ... | ... | ... |
| 48 | ... | ... | ... |
| 49 | ... | ... | ... |
| 50 | ... | ... | ... |

ANEXOS

Orden N.º 15.199
 N.º 15.199. A la fecha, se ha ejecutado el 100% de los trabajos previstos en el plan de trabajo. Se han ejecutado los trabajos de campo en los ríos de Cochabamba y La Paz, se han recolectado los ejemplares de *Frengiathyrus bituberosus* y se han realizado los análisis de laboratorio correspondientes. Se han elaborado los informes de campo y de laboratorio, se han elaborado los mapas de distribución y se han elaborado los mapas de distribución de los ejemplares de *Frengiathyrus bituberosus*.

ANEXO 1

 Tratamientos con insecticidas químicos y resultados en el control de *Premnotrypes latithorax* a través de los años en diferentes zonas paperas de Cochabamba y La Paz.

| Lugar/autor | Insecticida | Dosis | No./momento aplicación | Lugar aplicación | Daños | |
|--------------------------------|-------------------|--|------------------------|------------------------|--------------|-------------|
| Cochabamba | Carbofuran | 3 l/ha | S + A | Al tub. fs + c. planta | 12.5 | |
| Candelaria | Carbofuran | 3 l/ha | A | Cuello planta | 20.5 | |
| (Prov. Chapare) | Isazophos | 2 l/ha | S + A | Al tub. fs + c. planta | 15 | |
| (Calderón, 1994) | Isazophos | 2 l/ha | A | Cuello planta | 17.5 | |
| | TESTIGO | | | | 32.5 | |
| Cochabamba | Profenofos+ | P: 0.4l/ha + I:2l/ha P (2 aplic.) + I (1 aplic.) | | | Agr.1 | Agr.2 |
| Candelaria | Isazophos | | | | 3% | 2% |
| (Prov. Chapare) | Teflutrina | 0.5 l/ha | 2 aplicaciones | | 1.7% | 3% |
| (Calderón et al., 1995) | Triflumuron | 0.15 kg/ha | 3 aplicaciones | | 0 | 1 |
| | Cyfluthrin | 0.15 l/ha | 3 aplicaciones | | 3 | 1.5 |
| | Permetrina | 0.08 l/ha | 3 aplicaciones | | 1.6 | 4 |
| | Clorpirifos | 2.5 l/ha | 2 aplicaciones | | 2 | 5 |
| | Carbofuran | 2 l/ha | 2 aplicaciones | | 1 | 1.5 |
| | Carbofuran* | 20 kg/ha | 1 aplicación | Aporque | 3.5 | 1.7 |
| | TESTIGO | | | | 7 | 37.5 |
| Cochabamba | Profenofos + | P:0.4l/ha+ | P:1 aplic., L:2 aplic. | Cuello de la planta | 14.2% | |
| Candelaria | Lufenuron | L:0.15l/ha | | | | |
| (Prov. Chapare) | Triflumuron | 0.15 kg/ha | 3 aplicaciones | | 6.5% | |
| (Crespo et al., 1996) | Teflutrina | 0.5 l/ha | 2 aplicaciones | | 20% | |
| | Lambdacihalotrina | 0.25 l/ha | 2 aplicaciones | | 1.5% | |
| | Fenil Pirazol | 0.04 kg/ha | 3 aplicaciones | | 1.6% | |
| | Lufenuron | 0.15 l/ha | 3 aplicaciones | | 8% | |
| | TESTIGO | | | | 33% | |
| Cochabamba | Triflumuron | | A 10 días de la E + | | 18.5 | |
| Cebada Jichana | | | aporque | | | |
| (Prov. Tiraque) | Lambdacihalotrina | | A 10 días de la E + | | 0.5 | |
| Gandarillas et al., 1997 | | | aporque | | | |
| | Imidacloprid | | A 10 días de la E | | 17.8 | |
| | TESTIGO | | | | 16 | |
| Cochabamba | | | | | Promedio 5 | |
| Cebada Jichana | | | | | agricultores | |
| (Prov. Tiraque) | Triflumuron | | | | 29.4 | |
| Gandarillas et al., 1997 | Lambdacihalotrina | | | | 19.6 | |
| | Fenil Pirazol | | | | 22.6 | |
| | TESTIGO | | | | 42 | |
| La Paz, Tarakollo | Methamidophos | | 3 aplicaciones | | 89.3 | |
| (Prov. Aroma) | Carbofuran | | 3 aplicaciones | | 78.7 | |
| (Esprella y Gandarillas, 1998) | Lambdacihalotrina | | 3 aplicaciones | | 77 | |
| | TESTIGO | | | | 91 | |
| La Paz | Methamidophos | 30cc/20l agua | 90%E + A | | 12.3% | |
| Tarakollo | Lambdacihalotrina | 10cc/20l agua | 90%E + A | | 2.5% | |
| (Prov. Aroma) | Triflumuron | 16g/20l agua | 90%E + A | | 5% | |
| (Esprella, 1999) | Monocrotophos | 30cc/20l agua | 90%E + A | | 3.8% | |
| | TESTIGO | | | | 18% | |
| Cochabamba | Lambdacihalotrina | 10cc/20l agua | 80%E + 1er. A | | 0.52 | |
| (Centro Toralapa | Fipronil o Fenil | 100g/ha | 80%E + 1er. A | | 0.41 | |
| Prov. Tiraque) | Pirazol | | | | | |
| Crespo et al., 1999) | Thiamethoxan | 2g/100 m lineales | 80%E + 1er. A | | 3.15 | |
| | TESTIGO | | | | 25 | |
| Cochabamba | Lambdacihalotrina | 10cc/20l agua | 80% E + 1er. A | | 7.2 | |
| (C. Jichana, Prov. Tiraque), | TESTIGO | | | | 25 | |
| Crespo et al., 1999) | | | | | | |

Nota: S (siembra), A (aporque), FS (en el fondo del surco), c. planta (al cuello de la planta), P= Profenofos, I= Isazophos, L= Lufenuron, Carbofuran (Carbodan 48 FW), Isazophos (Miral 500 CS), Profenofos (Curacron 500 EC), Teflutrina (Force EC), Triflumuron (Alsystin), Cyfluthrin (Baytroid), Permetrina (Ambush), Clorpirifos (Pyrinex 48 EC), Carbofuran (Carbodan 5G), Lufenuron (Match), Lambdacihalotrina (Karate), Fenil Pirazol (Regent 800 FW), Imidacloprid (Confidor 35 CS), Metamidophos (Tamaron), Novalfos (Monocrotophos), Thiamethoxan (Actara 25 WG).

ANEXO 2.

Tratamientos combinados y resultados en el control de *P. latithorax* a través de los años y en condiciones de campo en Cochabamba

| Lugar/autor | Tratamiento/Insecticida | Dosis | No./momento aplicación | Lugar aplicación | Daños |
|--|--|---|---|--|----------------------------------|
| Cochabamba Chaupitoma (Prov. Carrasco) | Barrera tarwi | | AS | 1m alrededor parcela | 22 |
| | Barrera de oca | | AS | 1m alrededor parcela | 35 |
| | Barrera química (c/Carbofuran) | | E | 1m alrededor parcela al cuello planta | 31 |
| | Carbofuran | | S/E, A | Al tub. FS/cuello planta | 8 |
| | TESTIGO | | | | 32 |
| Pilapata (Prov. Carrasco) (Borda, 1994) | Barrera tarwi | | AS | 1m alrededor parcela | 60 |
| | Carbofuran | | A | Cuello planta | 35 |
| | Barrera química (c/carbofuran) | | E | 1m alrededor parcela al cuello planta | 78 |
| | Carbofuran | | S/E, A | Al tub. FS/cuello planta | 2 |
| TESTIGO | | | | 72 | |
| Cochabamba | CGA 293343* + Profenofos + | CGA: 0.5g/100m lineales + | CGA: 80% E + (P+C): 1er. A | Al tub. FS +Cuello planta | 4 |
| Candelaria (Prov. Chapare) | Cypermethrina | P: 150cc/ha + C: 35cc/100l agua | | | |
| Cotani (Prov. Tiraque) | Lambdahalotrina | 10cc/20 l agua | 80% E + 1er. A | Cuello planta | 6 |
| Crespo et al., 1997) | Fenil Pirazol | 200g/ha | 80% E + 1er. A | Cuello planta | 1.3 |
| | Imidacloprid | 10cc/20 l agua | 80% E + 1er. A | Cuello planta | 16 |
| | Carbofuran | 80cc/20l agua | 80% E + 1er. A | Cuello planta | 5 |
| | Muña | 80g/10m lineales | A la siembra | Al surco | 7.3 |
| TESTIGO | | | | | 17 |
| Cochabamba Chullchunqui (Prov. Carrasco) | Imidacloprid* + Triflururon | I (55cc/5 l agua + T (16g/20l agua) | AS (I) + C/15 días después del 80% E (T) | Al tub. semilla + cuello planta | Chull - Tor 11.5 - 6.5 |
| Centro Toralapa (Prov. Tiraque) (Andrew et al., 1998) | Imidacloprid + (Triflururon+Betacyflutrin) + Imidacloprid + (Triflururon + Betacyflutrin) | I: 35cc/20 l agua + (T+B): 30cc/20 l agua c/u + I: 35cc/20 l agua + (T+B): 30cc/20l agua | I: 45 DDS + (T+B): 60 DDS + I: 75 DDS + (T+B): 90 DDS | | 8.0 - 6.5 |
| | Fenil Pirazol | 150g/ha + 100g/ha | E + 1er. A | | 8.5 - 7.5 |
| | Fenil Pirazol | 100g/ha + 100g/ha | E + 1er. A | | 5.5 - 9.0 |
| | Thiamethoxam + Profenofos | T: 2g/10m lineales + P: 50cc/20l agua | T: siembra + P: aporque | | 7.8 - 6.3 |
| | Thiamethoxam + Profenofos | T: 4g/10m lineales + P: 50cc/20l agua | T: siembra + P: aporque | T: fondo surco + P: cuello planta | 14.0 - 7.4 |
| | Lambdahalotrina | 10cc/20 l agua | 80% E + 1er. A | | 8.0 - 7.5 |
| | <i>B. brongniartii</i> con arroz + <i>B. brongniartii</i> asperjado | | Bb, arroz (S+A) +Bb, asperjado (80% E + 45, 60 y 70 DDS) | | 18.0- 22.0 |
| | Muña | 80g/10m lineales | Siembra | Al fondo del surco | 15.0- 15.0 |
| TESTIGO | | | | | 42.5- 37.3 |

Nota: AS= Antes de la siembra, E= emergencia, A= Aporque, DDS= Días después de la siembra, FS= Al fondo del surco, Bb= *Beauveria brongniartii*, Carbofuran (Carboden 48 FW), CGA 293343 (producto experimental de la línea CIBA-GEICY), Profenofos (Curacron 500 EC), Cypermethrina (Neger 250 EC), Lambdahalotrina (Karate 50 EC), Fenil Pirazol (Regent 800 FW), Imidacloprid (Confidor 350 CS), Imidacloprid* (Gaucho 60 FS), Triflururon (Alsystin 25 PM), Betacyflutrin (Bulklock 125 EC), Thiamethoxam (Actara 25 WG).

ANEXO 3.

 Tratamientos químicos en tubérculos semilla infectados por *Rhigopsidius tucumanus* y seguimiento en campo a través de los años, en Tarija y Potosí.

| Dpto. | Insecticida | Dosis/Concentrac. | Método utilizado | Duración tratamiento | Momento aplicación | Insectos muertos | | Eficiencia Control (%) | Daños (%) |
|-----------------------|----------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------|--------------------|------------------|---------|------------------------|-----------|
| | | | | | | 2 días | 30 días | | |
| Tarija E.E. | Phostoxin | 1 pastilla | Exposición en almacén | 2 días | | 50 | 79 | | |
| Iscayachi | Phostoxin | 2 pastillas | Exposición en almacén | 2 días | | 64 | 48 | | |
| (Herbas, 1994) | Phostoxin | 1 pastilla | Exposición en almacén | 4 días | | 44 | 62 | | |
| | Phostoxin | 2 pastillas | Exposición en almacén | 4 días | | 63 | 59 | | |
| | Phostoxin | 4 pastillas | Exposición en almacén | 4 días | | 73 | 92 | | |
| Tarija (Herbas, 1995) | Furatecarb | 1:1 (Furat.: agua) | Aspersión | | | 5% | | | 34 |
| | Furatecarb | 2:1 (Furat.: agua) | Aspersión | | | 7% | | | 3 |
| | Curater 330 CS | 83 cc/10 l agua | Inmersión | 10 minutos | | 23% | | | 68 |
| | Curater 330 CS | 83 cc/10 l agua | Inmersión | 20 minutos | | 20% | | | 60 |
| | Phostoxin | 1 pastilla/40 kg t tubérculo | Exposición en almacén | 2 días | | 21% | | | 77 |
| | TESTIGO | | | | | 0% | | | 84 |
| Potosí | Phostoxin | 1 pastilla | Exposición en almacén | 2 días | 120 DAS | | | 83 | |
| E. E. | Phostoxin | 1 pastilla | Exposición en almacén | 4 días | 120 DAS | | | 74 | |
| Chinoli | Phostoxin | 2 pastillas | Exposición en almacén | 2 días | 120 DAS | | | 96 | |
| (Iporre, 1996) | Furatecarb | | Aspersión | | 120 DAS | | | 24 | |
| | Phostoxin | 1 pastilla | Exposición en almacén | 2 días | 50 DAS | | | 81 | |
| | Phostoxin | 2 pastillas | Exposición en almacén | 2 días | 50 DAS | | | 98 | |
| | Phostoxin | 1 pastilla | Exposición en almacén | 4 días | 50 DAS | | | 86 | |
| | Furatecarb | | Aspersión | | 50 DAS | | | 48 | |
| | TESTIGO | | | | | | | 2 | |
| Tarija (Herbas, 1996) | Furatecarb | 150 cc: 150 cc agua (1:1) | Aspersión al tubérculo | | 8 DAS | | | | 33 |
| | Furatecarb | 200cc: 100cc agua (2:1) | Aspersión al tubérculo | | 8 DAS | | | | 25 |
| | Furatecarb | 240cc: 80cc agua (3:1) | Aspersión al tubérculo | | 8 DAS | | | | 30 |
| | Carbofuran (TESTIGO) | 5cc/l agua | Aspersión al cuello planta | | Acorque | | | | 47 |

Nota: DAS= Días antes de la siembra, Phostoxin (Fosforo de aluminio), Furatecarb (Promet 400 CS), Carbofuran (Carbodan 48 FW).

ANEXO 4.

Tratamientos combinados y resultados en el control de *Rhigopsidius tucumanus* en tubérculos semilla, en Chuquisaca, Potosí y Cochabamba.

| Dpto./autor | Insect./Trat. | Dosis/Concentrac. | Método utilizado | Duración tratamiento | Momento aplicación | Insectos muertos | Eficiencia/Daños % |
|---|----------------------------|----------------------|--|---|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Chuquisaca Alcantari | Pepa ají+ bolsas plast. | 1/2 kg/50kg tub. | Emboisado tuber. en bolsas plásticas transparentes | 3 días | Antes siembra | | 30.0 |
| Prov. Yamparáez | Pepa ají+ bolsas plast. | 1/2 kg/50kg tub. | Embolsado tuber. en bolsas plásticas transparentes | 6 días | Antes siembra | | 24.0 |
| (Bejarano y | Pepa ají | 1/4 kg/50 kg tub. | Humeado tubérculos | - | Antes siembra | | 0 |
| Mendoza, 1995) | Pepa ají | 1/2 kg/50 kg tub. | Humeado tubérculos | - | Antes siembra | | 0 |
| | Bolsas plásticas | 50 kg tub. | Embolsado tuber. en bolsas plásticas transparentes | 3 días | Antes siembra | | 44.0 |
| | Bolsas plásticas | 50 kg tub. | Embolsado tuber. en bolsas plásticas transparentes | 6 días | Antes siembra | | 61.0 |
| | TESTIGO | | | | | | 0 |
| Potosí Villazón (Prov.M.Omiste) (Iporre et al. 1994) | Carbofuran | 200cc/100 l agua | Inmersión | 4 horas | 30 días antes siembra | 30 días < = 10% | 70 días < = 10% |
| | Carbaryl | 100g/50 l agua | Inmersión | 4 horas | 30 días antes siembra | < = 10% | < = 10% |
| | Malathion | 100g/50 l agua | Inmersión | 4 horas | 30 días antes siembra | < = 10% | < = 10% |
| | Eucaliptol | 500cc/10 l agua | Inmersión | 4 horas | 30 días antes siembra | < = 10% | < = 10% |
| | Muña | 500cc/10 l agua | Inmersión | 4 horas | 30 días antes siembra | < = 10% | < = 10% |
| Cochabamba Torlapa (Prov. Tiraque) (Crespo et al. 1997) | Phostoxin | 1 pastilla | Exposición dentro | 4 días | Antes siembra | | Control 89% |
| | Diazinon | 25cc/l agua | Inmersión | 15 minutos | Antes siembra | | 18% |
| | Fenamiphos | 20cc/l agua | Inmersión | 15 minutos | Antes siembra | | 28% |
| | Verdeo Tuberc. | - | Expuestos al sol | 3 semanas | Antes siembra | | 10% |
| | Termoterapia en seco | - | Temp. altas (50°C aprox.) | 30 minutos | Antes siembra | | 99% |
| | Termoterapia en húmedo | - | Agua caliente (21 y 50°C) | 21°C: 15 minutos. 50°C: 15 minutos | Antes siembra | | 97% |
| | TESTIGO | | | | | | 0% |

Nota: Carbofuran (Carboden 48 FW), Carbaryl (Sevin 80 PM), Malathion, Eucaliptol (Eucaliptos sp.), Muña (Mintostachys sp.), Phostoxin (Fosforo de Aluminio), Diazinon (Diazol 60 EC), Fenamiphos (Nemacur 40).

ANEXO 5.

Tratamientos con insecticidas químicos y resultados en el control de *Rhigopsidius lucumanus* a través de los años en diferentes zonas paperas de Chuquisaca, Tarija y Potosí.

| Dpto. | Insecticida | Dosis | Momento aplicación | Lugar aplicación | Daño |
|-------------------------|------------------------|----------|--------------------|---|--------------|
| Chuquisaca | Carbofuran | 2 l/ha | S + E + A | Al tub. fondo surco (S), al cuello planta (E+A) | 0 |
| Pampa Yampara | Carbofuran | 2 l/ha | E + A | Al cuello planta (E + A) | 2 |
| (Prov. Yamparaez) | Carbofuran | 2 l/ha | A | Al cuello planta (A) | 13,3 |
| (Bejarano, 1994) | Carbofuran | 4 l/ha | S + E + A | Al tub. fondo surco (S), al cuello planta (E+A) | 0 |
| | Carbofuran | 4 l/ha | E + A | Al cuello planta (E + A) | 0,5 |
| | Carbofuran | 4 l/ha | A | Al cuello de la planta (A) | 11,5 |
| | Carbofuran | 6 l/ha | S + E + A | Al tub. fondo surco (S), al cuello planta (E+A) | 0 |
| | Carbofuran | 6 l/ha | E + A | Al cuello de la planta (A) | 0 |
| | Carbofuran | 6 l/ha | A | Al cuello de la planta (A) | 6,7 |
| | Izasophos | 1 l/ha | S + E + A | Al tub. fondo surco (S), al cuello planta (E+A) | 4,5 |
| | Izasophos | 1 l/ha | E + A | Al cuello de la (E + A) | 18,7 |
| | Izasophos | 1 l/ha | A | Al cuello de la planta (A) | 15 |
| | Izasophos | 2 l/ha | S + E + A | Al tub. fondo surco (S), al cuello planta (E+A) | 10 |
| | Izasophos | 2 l/ha | E + A | Al cuello planta (E + A) | 15 |
| | Izasophos | 2 l/ha | A | Al cuello de la planta (A) | 14 |
| | Izasophos | 4 l/ha | S + E + A | Al tub. fondo surco (S), al cuello planta (E+A) | 1 |
| | Izasophos | 4 l/ha | E + A | Al cuello planta (E + A) | 5 |
| | Izasophos | 4 l/ha | A | Al cuello planta (A) | 7,5 |
| | TESTIGO | | | | 28,5 |
| Potosí | Carbofuran | 4 l/ha | S + E + A | Al tub. fondo surco (S), al cuello planta (E+A) | 12 |
| Condor Wasi | Carbofuran | 4 l/ha | E + A | Al cuello de la planta (E + A) | 47 |
| Villazón, M. Omiste | Carbofuran* | 4 l/ha | A | Al cuello de la planta (A) | 67 |
| (Iporre et al. 1994) | Izasophos | 2 l/ha | S + E + A | Al tub. fondo surco (S), al cuello planta (E+A) | 60 |
| | Izasophos | 2 l/ha | E + A | Al cuello planta (E + A) | 73 |
| | Izasophos | 2 l/ha | A | Al cuello planta (A) | 75 |
| | TESTIGO | | | | 82 |
| Chuquisaca | Carbofuran | 4 l/ha | S | Al tubérculo en el fondo del surco (S) | 0,74 |
| Pampa | Carbofuran | 4 l/ha | E | Al cuello planta (E) | 0,39 |
| Yampara | Carbofuran | 4 l/ha | S + E | Al tub. fondo surco (S), al cuello planta (E) | 0,36 |
| (Prov. Yamparaez) | Carbofuran | 4 l/ha | E + A | Al cuello planta (E + A) | 0,25 |
| (Barriga, 1994) | TESTIGO | | | | 10,01 |
| | Triflumuron | 320 g/ha | S | Al tubérculo en el fondo del surco (S) | 4,5 |
| | Triflumuron | 320 g/ha | E | Al cuello de la planta (E) | 4,29 |
| | Triflumuron | 320 g/ha | S + E | Al tub. fondo surco (S), al cuello planta (E) | 3,74 |
| | Triflumuron | 320 g/ha | E + A | Al cuello de la planta (E + A) | 3,84 |
| | TESTIGO | | | | 13,18 |
| Chuquisaca | Profenofos | | | | 55 |
| Aicantari | Lambdacihalotrina | | | | 32 |
| (Prov. Yamparaez) | Cartap | | | | 76 |
| (Bejarano y | Triflumuron | | | | 59 |
| Barea, 1996) | Lufenuron | | | | 69 |
| | TESTIGO | | | | 70 |
| Potosí | Profenofos + Lufenuron | | | | 45 |
| Laguna Pampa | Lufenuron | | | | 48,5 |
| (Iporre y Flores, 1996) | Lambdacihalotrina | | | | 29 |
| | Triflumuron | | | | 47,5 |
| | Carbofuran | | | | 1,5 |
| | TESTIGO | | | | 59 |

| Dpto. | Insecticida | Dosis | Momento aplicación | Lugar aplicación | Daño |
|-------------------------------------|-----------------------------|---|----------------------|------------------|-----------|
| Anexo 5. Continuación..... | | | | | |
| Potosí | Lambdaci halotrina | 250 cc/ha | | | 55 |
| Ojo de Agua (Iporre, 1997) | Profenofos | 300 cc/ha | | | 54 |
| | Imidacloprid | 1 l/ha | | | 55.5 |
| | Carbofuran | | | | 34.5 |
| | Furateocarb | | | | 65 |
| | TESTIGO | | | | 91 |
| Tarija | Lambdaci halotrina | 8cc/20 l agua | E + A | | 0 |
| El Molino | Profenofos | 50 cc/20 l agua | E + A | | >0 |
| Iscayachi (Herbas et al., 1997) | Teflutrin | 120cc/ 20 l agua | E + A | | 0 |
| | Fipronil | 8g/20 l agua | E + A | | 0 |
| Tarija | Lambdaci halotrina | | E + A | | 10 |
| San Lorencito | Monocrotophos | | E + A | | 11.5 |
| Iscayachi (Cardozo et al., 1997) | Carbofuran | | E + A | | 8.5 |
| | TESTIGO | | | | 31 |
| Tarija | Furateocarb + Profenofos | 250cc (F)**+ 50cc (P)*** /20 l agua | S (F)** +A (P)*** | | 4.3 |
| Iscayachi (Herbas et al., 1997) | Imidacloprid | 50cc/20 l agua | S + A | | 0.7 |
| | Carbofuran | 100 cc/20 l agua | S + E | | 0 |
| | Carbofuran | 100 cc/20 l agua | E + A | | 1.4 |

Nota: S= siembra, E= emergencia, A= aporque. Carbofuran (Carbodan 48 FW), Carbofuran (Carbodan 5G), Cartap (Spark 50 PS, Imidacloprid (Confidor 35CS), Izasophos (Miral 500 CS), Fipromil (Regent 800 FW), **Furateocarb (Promet 400 CS), Lambdaci halotrina (Karate), Lufenuron (Match 50 EC), Monocrotophos (Nuvacron), ***Profenofos (Curacron 500 EC), Teflutrin (Force), Trillumuron (Alsystin 25 PM).

ANEXO 6.

Tratamientos combinados y resultados en el control de *Rhigopsidius tucumanus* en condiciones de campo, en Chuquisaca, Potosí y Tarija.

| Dpto. | Insecticida/ Tratamiento | Dosis | Momento aplicación | Lugar aplicación | Daños |
|---|--|-------------------|--------------------------------|---|---------------|
| Chuquisaca (Yamparaez) (Bejarano y Andrew, 1993) | Diazinon | Agricultor | Manejo agricultor | Manejo agricultor | 27.5 |
| | Diazinon | Recomendada | - | Cuello planta | 26.3 |
| | Phostoxin/BTarwi/ Carbofuran a la BTarwi | 1 pastilla/2 días | AS/durante cultivo/ (E + A) | Al tub./alrededor parcela/ aplicación barrera tarwi | 28.0 |
| | Isazophos | - | S /E + A | Al tubérculo/cuello planta | 14.5 |
| | Carbofuran | - | S /E + A | Al tubérculo/cuello planta | 2.0 |
| | Phostoxin | 1 pastilla/2 días | AS | Al tubérculo | 24.5 |
| | Tub. sano sin gorgojo | | | | 18.5 |
| | Tub. Sano + BTarwi + Carbofuran a la BTarwi | | | | 25 |
| | TESTIGO | | | | 27.7 |
| | Potosí Ojo de agua | Stermin | | E + A | Cuello planta |
| Stermin | | | A/método agricultor | Metodología agricultor | 8.5 |
| Phostoxin | | | AS | Al tubérculo | 18.2 |
| Carbofuran | | | S + E + A | Al tub. en fondo surco (S), al cuello planta (E + A) | 0.21 |
| Isazophos | | | S + E + A | Al tub. en fondo surco (S), al cuello planta (E + A) | 1.08 |
| Tub. sano sin gorgojo | | | | | 20.7 |
| Tub. sano + Carbofuran | | | E + A | Al cuello planta (E + A) | 0.36 |
| TESTIGO | | | | | 23.53 |
| Cuartos (Soza et al., 1993) | Stermin | | E + A | Cuello planta | 5.0 |
| | Stermin | | A/método agricultor | Método agricultor | 29.2 |
| | Phostoxin | | AS | Al tubérculo | 45.5 |
| | Carbofuran | | S + E + A | Al tub. en fondo surco (S), al cuello planta (E + A) | 1.2 |
| | Isazophos | | S + E + A | Al tub. en fondo surco (S), al cuello planta (E + A) | 4.99 |
| | Tub. sano sin gorgojo | | | | 45.2 |
| | Tub. sano + Carbofuran | | E + A | Al cuello planta (E + A) | 6.74 |
| TESTIGO | | | | 33.1 | |
| Tarija E.E. Iscayachi (Cardozo, 1992) | Carbofuran* granulado | 25 kg/ha | S + A | FS/suelo alrededor planta | 11.08 |
| | Carbofuran líquido | 4 l/ha | S + E + A | | 4.28 |
| | Barrera vegetal de oca | | | Alrededor parcela | 45.72 |
| | Barrera de polietileno* | 35 cm de alto | | Alrededor parcela | 35.03 |
| TESTIGO | | | | 46.20 | |
| Potosí Chinoli | Carbofuran* granulado | 25 kg/ha | S | FS | 0.28 |
| | Carbofuran* granulado | 25 kg/ha | A (antes aporque) | Suelo alrededor planta | 13.20 |
| | Carbofuran* granulado | 25 kg/ha | S + A | FS, suelo alrededor planta | 0 |
| | Barrera Carbofuran | 5 l/ha | S | Alrededor parcela | 25.26 |
| | Carbofuran líquido | 5 l/ha | S + E + A | | 0 |
| | Barrera vegetal de tarwi | | | Alrededor parcela | 29.12 |
| | TESTIGO | | | | 19.08 |
| Yanamocko (Vargas, 1994) | Carbofuran* granulado | 25 kg/ha | S | | 6.58 |
| | Carbofuran* granulado | 25 kg/ha | A | | 36.33 |
| | Carbofuran* granulado | 25 kg/ha | S + A | | 3.79 |
| | Barrera Carbofuran | 5 l/ha | S | Alrededor parcela | 45.60 |
| | Carbofuran líquido | 5 l/ha | S + E + A | | 0 |
| | Barrera vegetal de tarwi | | | Alrededor parcela | 70.03 |
| TESTIGO | | | | 62.92 | |

Anexo 6. Continuación...

| Dpto. | Insecticida/ Tratamiento | Dosis | Momento aplicación | Lugar aplicación | Daños |
|------------------|--------------------------|----------------|--------------------|------------------|-------|
| Chuquisaca | Lambdacihalotrina | 10cc/20 l agua | E + A | Cuello planta | 3.7 |
| Quirahuani | Imidacloprid | 10cc/20 l agua | E + A | Cuello planta | 0 |
| (Bejarano, 1997) | Furateocarb | 2.5 l/ha | E + A | Cuello planta | 3.8 |
| | CF + Lambdacihalotrina | 10cc/20 l agua | E + A | Cuello planta | 2.0 |
| | CF + Imidacloprid | 10cc/20 l agua | E + A | Cuello planta | 0 |
| | CF + Furateocarb | 2.5 l/ha | E + A | Cuello planta | 3.8 |
| | TESTIGO | | | | 24.0 |

Nota: S= Siembra, E= Emergencia, A= Aporque, AS= Antes de la siembra, CF= Control físico (embolsado de tubérculos en bolsas transparentes), BT= Barrera de tarwi, Barrera polietileno= polietileno de 90 micrones de espesor, Diazinon (Diazol 60 EC), Phostoxin (Fosforo de aluminio), Carbofuran (Carbodan 48 FW), Carbofuran* (Carbodan o Curater 5G), Isazophos (Miral 500CS), Lambdacihalotrina (Karate), Imidacloprid (Confidor 35CS), Furateocarb (Promet 400 CS).

ANEXO 7.

Tratamientos con insecticidas químicos y resultados en el control de *Phrydenus* sp. en condiciones de campo en el Valle Central de Tarija y en el Valle de Mizque en Cochabamba, 1994-95 y 1995-96.

| Lugar | Insecticida | Dosis | Momento aplicación | Lugar aplicación | Daño |
|---|---------------------------|-----------|--|----------------------------------|-----------|
| Tarija, Valle de San Andrés (Huertas Abajo) (Herbas y Guzmán, 1995) | Carbofuran | 2 l/ha | Emergencia | Al follaje y cuello de la planta | 2.8% |
| | Carbofuran | 2 l/ha | Emergencia, aporque | | 1.3% |
| | Triflumuron | 2.7 kg/ha | Emergencia | | 9% |
| | Triflumuron | 2.7 kg/ha | Emergencia, aporque | | 4.6% |
| | TESTIGO (sin tratamiento) | | | | 18.3% |
| Cochabamba, Valle de Mizque (Cazorla) (Lino et al., 1995) | Triflumuron | 2.7 kg/ha | A partir del primer aporque | Al follaje y cuello de la planta | 6.5% M* |
| | | | | | 1% T* |
| | Clorpirifos | 2.5 l/ha | | | 8.2% M |
| | | | | | 1% T |
| | Isazophos | 2 l/ha | | | 6.1% M |
| | | | | | 1% T |
| | Carbofuran | 2 l/ha | | | 8.5% M |
| | | | | | 0% T |
| | Profenofos | 0.4 l/ha | | | 20% M |
| | | | | | 1% T |
| | | | 18% M | | |
| | | | 1% T | | |
| | | | 28.5% M | | |
| | | | 0% T | | |
| | | | 24% M | | |
| | | | 1% T | | |
| Cochabamba, Valle de Mizque (Cazorla) (Lino et al., 1996a) | Triflumuron | | A la segunda semana después del 80% de emergencia del cultivo, de acuerdo al nivel de daño del follaje y efecto residual de los insecticidas | Al follaje y cuello de la planta | 12% Sep** |
| | | | | | 36% Nov** |
| | Fenil pirazol | | | | 10% Sep |
| | | | | | 38% Nov |
| | Teflutrina | | | | 10.5% Sep |
| | | | | | 49% Nov |
| | Lambdacialotrina | | | | 10% Sep |
| | | 32% Nov | | | |
| | | 13% Sep | | | |
| | | 47.5% Nov | | | |
| | | 13.5% Sep | | | |
| | | 32% Nov | | | |

Nota: Carbofuran (Carboden 48 FW), Triflumuron (Alsystin), Clorpirifos (Pirinax 48 EC), Isazophos (Miral 500 GS), Profenolos (Curacron 500 EC), Cyflutrin (Saytro-d), Permetrina (Ambush), Fenil pirazol (Fipronil), Teflutrina (Force), Lambdacialotrina (Karate), Lufenuron (Match).

*: T= siembra Temporal (noviembre-marzo), M= siembra Mishka (julio- noviembre)

** : Sep.= siembra en septiembre, Nov.= siembra en noviembre.

MANEJO INTEGRADO DEL GORGOJO DE LOS ANDES

3.1 INTRODUCCIÓN

El gorgojo de los Andes es una especie de insecto que pertenece a la familia Curculionidae, subfamilia Curculioninae, género Gortyna, especie Gortyna andina. Este insecto es una plaga importante de los cultivos de papa en los Andes, especialmente en la zona de cultivo de papa de altura.

3.2 EXPERIENCIAS EN EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS DE LOS CULTIVOS DE PAPA

El manejo integrado de plagas de los cultivos de papa en los Andes se ha desarrollado a lo largo de los años, incorporando diferentes estrategias de control que buscan reducir el uso de plaguicidas químicos y promover el uso de métodos más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.

CAPÍTULO III

MANEJO INTEGRADO DEL GORGOJO DE LOS ANDES (MIP- GORGOJO)

3.1 INTRODUCCIÓN

| Componente | Descripción |
|----------------------------|---|
| 1. Monitoreo y diagnóstico | Identificación temprana de la plaga y evaluación de su nivel de infestación. |
| 2. Control cultural | Rotación de cultivos, uso de variedades resistentes y prácticas de siembra que reduzcan la vulnerabilidad de las plantas. |
| 3. Control biológico | Uso de enemigos naturales como depredadores y parasitoides para controlar la población de gorgojos. |
| 4. Control mecánico | Uso de trampas y otros dispositivos físicos para capturar o eliminar a los gorgojos. |
| 5. Control químico | Uso responsable de plaguicidas químicos, priorizando aquellos con menor impacto ambiental y mayor especificidad. |

El manejo integrado de plagas de los cultivos de papa en los Andes se ha desarrollado a lo largo de los años, incorporando diferentes estrategias de control que buscan reducir el uso de plaguicidas químicos y promover el uso de métodos más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.

MANEJO INTEGRADO DEL GORGOJO DE LOS ANDES

3.1. INTRODUCCIÓN

Las prácticas de control estudiadas para *Premnotrypes* spp., *Rhigopsidius tucumanus* y *Phyrdenus* sp., así como el estudio de su biología, etología y fluctuación poblacional, fueron importantes avances hacia el desarrollo y aplicación de un programa de Manejo Integrado adecuado a cada especie.

3.2. EXPERIENCIAS EN EL MANEJO INTEGRADO DE *Premnotrypes latithorax*

Las evaluaciones de Manejo Integrado de *P. latithorax* se iniciaron en Candelaria (Prov. Chapare, Cochabamba) y consistieron en eliminar los focos de infestación aledaños a las parcelas experimentales. Posteriormente, se aplicó Carbofuran (Carbodan 48 FW: 3l/ha) al momento de la siembra en los tubérculos semilla y al aporque al cuello de las plantas. Una tercera y cuarta prácticas consistieron en cosechar oportunamente los tubérculos (marzo) y utilizar mantas plásticas en las áreas de su amontonamiento, para evitar que las larvas que abandonan los tubérculos penetren al suelo (Calderón, 1994).

Los porcentajes de daño en las parcelas MIP fueron de 15.3% y en las parcelas testigo 36%. Esta baja eficiencia del MIP-*P. latithorax* se relacionó en parte, a que no se identificaron y eliminaron todos los focos de infestación. De todos modos se observó que el daño en los tubérculos en el centro de las parcelas fue menor, esta determinación fue después de evaluar tubérculos de 20 plantas por lado, incluyendo plantas del centro de la parcela antes de la cosecha (Calderón, 1994).

El siguiente estudio de manejo integrado con ciertas variantes, también se realizó en Candelaria en tres parcelas (Cuadro 22), los daños iniciales en los tubérculos se compararon con aquellos en las parcelas de agricultores vecinos (parcelas testigo).

Cuadro 22. Metodología seguida en la estrategia MIP-*Premnotrypes* spp.

| Componentes MIP | Metodología |
|-----------------|--|
| Componente 1 | Trampas de paja instaladas alrededor de las parcelas a la emergencia del cultivo |
| Componente 2 | Aplicación de Carbofuran (Carbodan 48 FW) en 2 m de ancho en los bordes de las parcelas al primer aporque. |
| Componente 3 | Cosecha oportuna |
| Componente 4 | Uso de mantas plásticas en los lugares de amontonamiento de los tubérculos recién cosechados |

Las trampas de paja y el empleo del insecticida Carbofuran en los bordes, redujeron la migración de los adultos a las parcelas con papa y disminuyeron los daños de larvas en los tubérculos. En las parcelas MIP los daños promedio del gorgojo en los tubérculos recién cosechados llegaron a 16% en cambio en las parcelas testigo a 47% (Figura 60). Las trampas de paja instaladas se mantuvieron constantemente húmedas y debajo de ellas diariamente se colectaron gorgojos adultos que durante el ciclo del cultivo sumaron 5619. Por otro lado, en base a 100 plantas muestreadas por parcela (20 por borde y 20 en la parte central), nuevamente se constató que el daño de los tubérculos en el centro de las parcelas fue menor en relación al daño en los bordes. El uso de trampas de paja para reducir las poblaciones del insecto mediante su recolección manual, permitió realizar un uso más eficiente del control químico, porque se identificó el lugar de ingreso del gorgojo a la parcela o bien la ausencia del mismo (Arano et al., 1995).



Figura 60. Representación esquemática de los daños causados por *Premnotrypes spp.* en los tubérculos de acuerdo a la posición de las plantas dentro la parcela. Candelaria, Cochabamba. 1994-95.

La tercera evaluación de algunos componentes del MIP-*P. latithorax* en Candelaria, se realizó en dos parcelas próximas a focos de infestación y cultivos de oca y haba. Los componentes evaluados fueron:

- Barreras químicas: aplicación de insecticidas en las plantas del borde de las parcelas
- Cosecha oportuna
- Mantas plásticas en las áreas de amontonamiento de los tubérculos

Al igual que los anteriores estudios, reiteradamente se observó que el insecto ingresa a la parcela en mayor proporción por los lados donde existen focos de infestación (Figura 61). Los daños del gorgojo en los tubérculos de las parcelas MIP fueron 24%, en cambio en las parcelas testigo 44%.

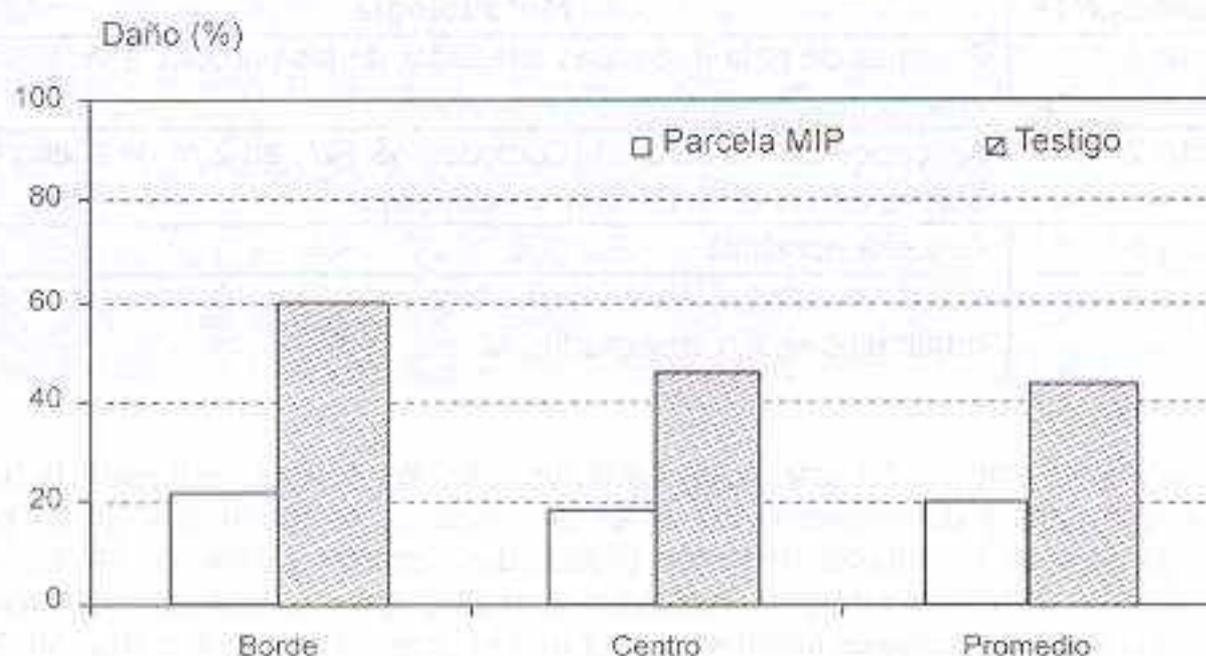


Figura 61. Porcentaje de daño de *P. latithorax* en parcelas MIP frente a parcelas testigo del agricultor. Candelaria, Cochabamba. 1995-96.

3.2.1. Componentes del Manejo Integrado de *P. latithorax* en campo y almacén

En función a la biología de *Premnotrypes* spp. y a una serie de prácticas de control estudiadas tanto en forma específica como conjunta, se seleccionaron los siguientes componentes de Manejo Integrado, que comprenden actividades ordenadas que empiezan desde antes de la siembra hasta la postcosecha del cultivo de papa, y que pueden ser recomendados a los agricultores debido a su fácil aplicación, ser económicamente viables y no causar daños al medio ambiente.

- Remoción del suelo en focos de infestación
- Remoción o arado del campo cosechado
- Eliminación de plantas voluntarias o "qu'ipas".
- Zanjas revestidas de plástico alrededor de las parcelas durante la siembra
- Recolección nocturna de adultos
- Aplicación de productos químicos selectivos
- Cosecha oportuna
- Empleo de pollos como predadores en las parcelas recién cosechadas y en los lugares de amontonamiento y/o selección de la papa cosechada para llevar a almacén.
- Uso de mantas o bolsas de tejido fino durante la cosecha
- Empleo del hongo *Beauveria brongniartii* en almacén.

3.2.1.1. Remoción del suelo en focos de infestación

Se debe remover el suelo en los lugares donde se amontonó papa, ya sea durante la cosecha, la selección de semilla o en los almacenes definitivos que tengan piso de tierra, ya que estas áreas son focos importantes de infestación del gorgojo.

Al remover el suelo en los sitios mencionados, se interfiere en el normal desarrollo del ciclo biológico del gorgojo, exponiendo las larvas y pupas a condiciones ambientales adversas como sol, lluvia y frío, también se pueden usar gallinas como predadores, evitando así que el insecto llegue a adulto.

La época más adecuada para realizar esta práctica en alturas mayores a 3000 msnm es de mayo a junio, porque el gorgojo se encuentra en las etapas de desarrollo más susceptibles (estados de larva y pupa).

3.2.1.2. Remoción o arado del campo cosechado

Dos a tres meses después de la cosecha de un campo de papa atacado por el gorgojo, se debe voltear el terreno porque en esta época la plaga se encuentra en estado de pupa, que es el estado más susceptible a condiciones medio ambientales adversas. De esta manera se corta el ciclo biológico y se evita la migración posterior del gorgojo adulto hacia las parcelas vecinas sembradas con papa en el siguiente año.

3.2.1.3. Eliminación de plantas voluntarias o "qu'ipas"

Las plantas de papa que emergieron de tubérculos no recogidos en el campo durante la cosecha, dan lugar a plantas voluntarias o "qu'ipas", las mismas sirven de alimento y refugio para la reproducción del gorgojo. Estas plantas se deben eliminar en los cultivos en rotación (habas, ocas y cereales); o en los terrenos en descanso, para evitar la sobrevivencia del gorgojo.

3.2.1.4. Zanjas revestidas de plástico alrededor de las parcelas

Una vez realizada la siembra se pueden cavar zanjas (30 cm ancho y 25 a 30 cm de profundidad) alrededor de la parcela y revestirlas con plástico, de esta forma se evita que los gorgojos migrantes ingresen al campo sembrado, ya que como sólo pueden desplazarse caminando, resbalan sobre el plástico y caen hasta el fondo de la zanja.

Esta práctica fue más eficiente cuando se usó plástico negro para revestir las zanjas, ya que los insectos que cayeron durante la noche, perecieron por la radiación solar y concentración de calor durante el día.

3.2.1.5. Aplicación de productos químicos

Se recomienda el empleo de productos químicos de baja toxicidad en forma oportuna, racional e integrada a las otras prácticas del MIGA. En los diferentes estudios realizados destacaron reiteradamente los insecticidas Lambdacihalotrina (Karate) y Fenil pirazol (Regent 800) por su efectividad y viabilidad económica en el control de *P. latithorax*. Se deben realizar dos aplicaciones con estos u otros insecticidas de menor toxicidad, una a la emergencia y la otra al primer aporque del cultivo. Ambas aplicaciones deben ser dirigidas al cuello de las plantas.

Las aplicaciones posteriores al primer aporque no son efectivas, porque una vez que las larvas han ingresado a los tubérculos, es difícil que algún producto químico logre controlarlas.

3.2.1.6. Cosecha oportuna

El daño causado por las larvas de *P. latithorax* se incrementa cuando se retrasa la fecha de cosecha de la papa. Muchas veces es recomendable adelantar la cosecha para evitar un mayor ataque de la plaga.

3.2.1.7. Recolección nocturna de adultos

El gorgojo adulto tiene hábitos nocturnos, sale durante la noche a alimentarse y copula en el follaje de la papa, se lo puede coleccionar fácilmente sacudiendo las plantas sobre cualquier recipiente.

Es posible recolectar los gorgojos durante el día en lugares oscuros y húmedos, como debajo de piedras y terrones cercanos a plantas de papa. También se pueden colocar pedazos de tela o cartón en el suelo de la parcela, los mismos que servirán de refugio para los adultos del gorgojo, por la humedad y oscuridad que les brindan, facilitarán la labor de recolección durante el día.

3.2.1.8. Empleo de pollos como predadores

La labor predatora de los pollos se utiliza durante la cosecha en campo, la selección y remoción de las fuentes de infestación, evitando que las larvas penetren al suelo y completen su ciclo de vida.

3.2.1.9. Uso de mantas o bolsas durante la cosecha

Durante el proceso de cosecha los tubérculos son sometidos al movimiento y son expuestos al sol, esta actividad induce a que las larvas que completaron su desarrollo, abandonen los tubérculos de papa para empujar en el suelo.

Para evitar que las mismas penetren al suelo a completar su ciclo de vida, se emplea bolsas y mantas de plástico o tejidos donde se colocan los tubérculos cosechados.

3.2.1.10. Empleo del hongo *Beauveria brongniartii* en almacén

Este hongo tiene la capacidad de parasitar a diferentes estadios de la plaga, sin embargo, requiere de condiciones óptimas, especialmente de humedad. La aplicación de este hongo dio muy buenos resultados en condiciones de almacén, aplicando 2 kg del hongo multiplicado en arroz por cada metro cuadrado de suelo.

La incorporación del hongo al suelo se realiza retirando la tierra unos 5 cm de la superficie del lugar donde se depositarán los tubérculos, se coloca el hongo y se vuelve a cubrir con la tierra retirada. Las larvas que abandonan los tubérculos, al penetrar al suelo se infectan con el hongo y no logran llegar al estado adulto.

3.3. EXPERIENCIAS EN EL MANEJO INTEGRADO DE *Rhigopsidius tucumanus*

Luego del desarrollo y validación de los componentes de control del gorgojo *R. tucumanus*, estos se incorporaron en la estrategia de Manejo Integrado de esta especie.

Se realizó un estudio de MIP-*R. tucumanus*, en el que se evaluaron cuatro tipos de control (físico, mecánico, cultural y químico) en Pampa Yampara (Yamparaez, Chuquisaca). Los cuatro tipos de control (Cuadro 23) fueron combinados en 10 tratamientos más un testigo: T1 (a+b+c), T2 (a+b), T3 (a+c), T4 (b+c), T5 (a), T6 (b), T7 (c), T8 (d), T9 (d+b), T10 (d+c), T11 (Testigo). Las unidades experimentales y repeticiones se aislaron con barreras de trigo (Bejarano y Gonzales, 1995; Gonzales, 1997).

Cuadro 23. Descripción de los componentes MIP empleados contra *R. tucumanus*. Chuquisaca. 1995.

| Tipo de control | Metodología |
|---------------------|---|
| a. Control físico | Tubérculos dentro bolsas plásticas transparentes y herméticamente selladas durante 6 días |
| b. Control químico | Carbofuran (Cardodan 48 FW) al cuello de la planta en dosis de 2l/ha aplicado a la emergencia y aporque |
| c. Control mecánico | Uso de una trampa de cotense húmedo/unidad experimental |
| d. Control cultural | Uso de semilla libre de la plaga |

Las trampas de cotense húmedo se evaluaron cada dos días a partir de los 10 días después de la siembra hasta la cosecha. El componente cultural o empleo de semilla sana libre de la plaga, permitió determinar el daño por la migración de adultos.

La práctica de control físico en los tubérculos semilla (daño inicial del 58%) ocho días antes de la siembra favoreció el abandono de los gorgojos adultos de los tubérculos en un 79%. En los tratamientos donde intervino el control químico, es decir, los tratamientos T1 (a+b+c), T2 (a+b), T4 (b+c), T6 (b) y T9 (b+d); los tubérculos presentaron un porcentaje e intensidad de daño mínimo (Figura 62).



Figura 62. Porcentaje e intensidad de daño ocasionado por *R. tucumanus* bajo el efecto de seis tratamientos y un testigo. Yamparaez-Chuquisaca 1994-95.

Sin embargo, los análisis de dominancia en este primer trabajo mostraron a los tratamientos T5 (empleo de bolsas plásticas transparentes) y T6 (Carbofuran a la emergencia y aporque) como los mejores por presentar Tasas de Retorno Marginal de 16.28 y 8.78 Bs por cada boliviano Invertido, respectivamente (Cuadro 24) (Bejarano y Gonzales, 1995).

Cuadro 24. Análisis marginal (Bs/ha) y Tasa de Retorno Marginal (TRM) de los tratamientos no dominados. Yamparaez, Chuquisaca 1994-95.

| Tratamiento | BN | CV | BN* | CV* | TRM (%) |
|-------------|------|-----|------|-----|---------|
| 6 | 8405 | 619 | 4912 | 548 | 878 |
| 5 | 3593 | 71 | 1152 | 71 | 1628 |
| 8 | 2437 | 0 | - | - | - |
| *Incremento | | | | | |

3.3.1. Componentes del MIP-R. *tucumanus*

Después de generar información sobre la biología y comportamiento de *R. tucumanus* en almacén y en campo, evaluar y validar las prácticas de control en varias oportunidades, se recomendó aplicar algunas de estas prácticas en forma conjunta bajo una estrategia de Manejo Integrado aplicada en diferentes etapas de producción del cultivo.

3.3.1.1. MIP-R. *tucumanus* en almacén

Las prácticas MIP-R. *tucumanus* recomendadas para aplicarlas en tubérculos infestados a almacenar o almacenados son:

- Selección de tubérculos semilla
- Embolsado de la semilla infestada (previo a la siembra)
- Tratamiento químico de tubérculos semilla

3.3.1.1.1. Selección de tubérculos semilla

La plaga permanece dentro el tubérculo desde larva de primer estadio hasta llegar a adulto, por lo tanto es necesario realizar una selección rigurosa del tubérculo semilla, para impedir que éste sea una fuente de infestación y diseminación de la plaga hacia nuevos campos de cultivo de papa.

3.3.1.1.2. Embolsado de la semilla infestada (previo a la siembra)

Cuando se embolsa herméticamente el tubérculo infestado durante seis días, el proceso de transpiración del tubérculo estimula la salida de los gorgojos adultos de las papas como si estuvieran dentro de la tierra. De esta forma, cuando los tubérculos se llevan al campo tienen menor número de gorgojos y consecuentemente ocasionan menos daño.

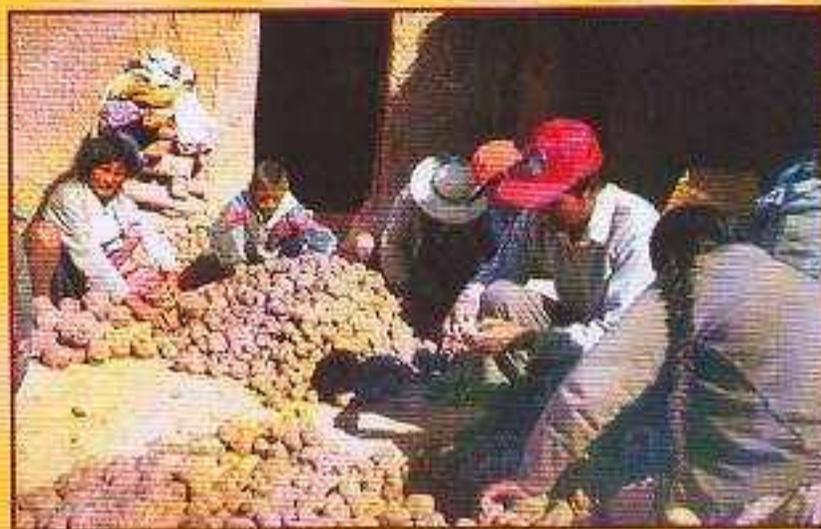
Esta práctica consiste en colocar los tubérculos semilla dañados por el gorgojo en bolsas plásticas, ocho días antes de la siembra. El plástico transparente (100 micras de espesor) es más eficiente y se recomienda utilizar una bolsa de 1.5 metros de largo para un quintal de semilla de papa.

MANEJO INTEGRADO DEL GORGOJO DE LOS ANDES



L. Crespo

Arar el terreno infestado por el gorgojo de los Andes (*P. latithorax*) para exponerlo a condiciones ambientales (luz y calor) que le son negativas y al ataque de aves predatoras.



J. Olivera

Seleccionar los tubérculos sanos de los dañados por el gorgojo de los Andes, *R. tucumanus*, *P. latithorax*, para la siembra, y también antes de almacenarlos después de la cosecha.



C. Bejarano

Después de seleccionar la papa almacenada para la siembra, colocar y encerrar ésta en bolsas plásticas transparentes. Esto provoca que los gorgojos adultos de *R. tucumanus* salgan de los tubérculos infectados.



C/P. Perú

En campo, eliminar las plantas voluntarias o qu'ipas para evitar que sirvan de alimento y refugio al gorgojo de los Andes, *R. tucumanus*, *P. latithorax*.

Cavar zanjas y revestirlas con plástico negro alrededor de la parcela sembrada con papa para evitar el ingreso de gorgojos migrantes de *P. latithorax*. En estas zanjas los gorgojos quedan atrapados y mueren por la concentración de calor durante el día.



R. Esprella



R. Esprella



C. Bejarano

Instalar barreras verticales de plástico alrededor de las parcelas semilleras de papa para impedir el ingreso de gorgojos adultos de *R. tucumanus*

En campo, aplicar insecticidas selectivos de baja toxicidad al cuello de las plantas de papa para reducir poblaciones de adultos del gorgojo de los Andes, *R. tucumanus*, *P. latithorax*.



R. Calderon

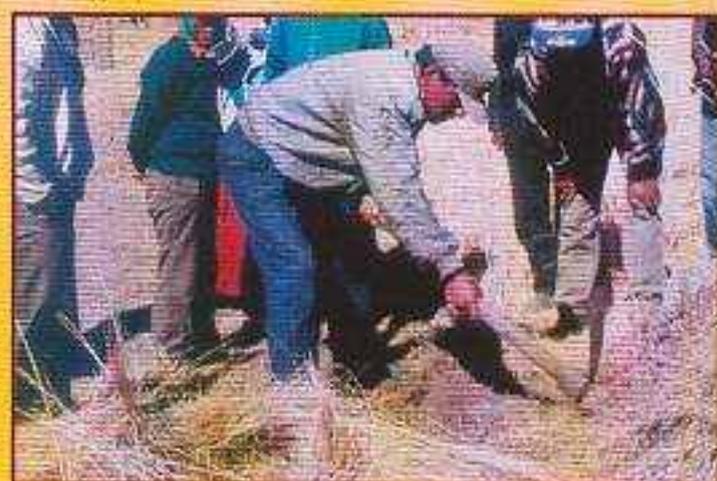


L. Crespo

Cosechar oportunamente la papa sobre aguayos, yutes, plásticos, que impidan a las larvas de *P. latithorax* ingresar al suelo y continuar su ciclo biológico.



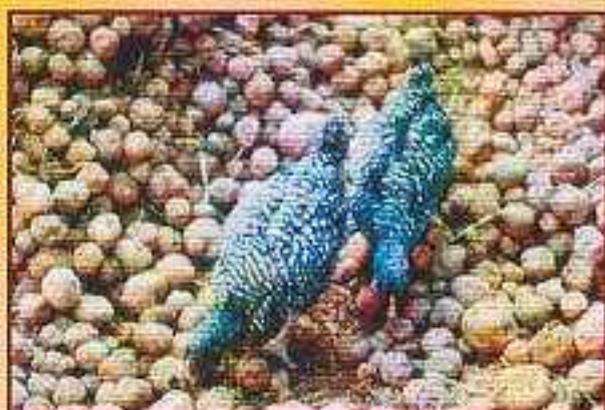
L. Crespo



R. Esprella

Remover el suelo donde se ha amontonado papa (durante la cosecha, selección o en los almacenes "phina"), porque estas áreas son importantes focos de infestación del gorgojo *P. latithorax*.

Durante la cosecha, la selección de papa y remoción de focos de infestación, utilizar pollos como predadores para eliminar larvas y pupas del gorgojo de los Andes.



H. Esprella



R. Esprella



R. Esprella

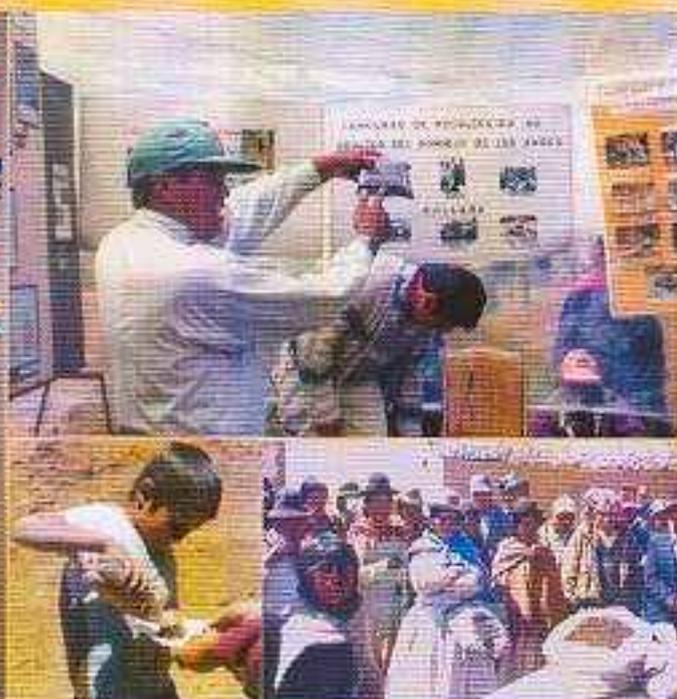


L. Crespo

Almacén de piso de tierra tratado con el hongo *B. brongniartii*. Las larvas de *P. latithorax* que abandonan los tubérculos para penetrar al suelo se infectan con el hongo y no logran llegar a adultos.

Transferencia de innovaciones tecnológicas a agricultores para el manejo del gorgojo de los Andes. Concursos de recolección de gorgojos adultos en algunas zonas productoras de papa.

L. Crespo



R. Esprella

3.3.1.1.3. Tratamiento químico de los tubérculos semilla

El control de *R. tucumanus* dentro los tubérculos resulto ser más efectivo aplicando el insecticida Phoxtoxin 120 días antes de la siembra, en dosis de 1 pastilla por dos días, 1 pastilla por cuatro días o dos pastillas por 2 días.

3.3.1.2. MIP-*R. tucumanus* en campo

- Eliminación de plantas voluntarias o "qu'ipas"
- Recolección nocturna de gorgojos adultos
- Barreras de plástico alrededor de las parcelas
- Aplicación de insecticidas.

3.3.1.2.1. Eliminación de plantas voluntarias o "qu'ipas"

Esta práctica consiste en eliminar las plantas voluntarias de papa que emergen en los cultivos que entran en rotación con la papa, como cereales y maíz o en terrenos en descanso, ya que las plantas voluntarias sirven de alimento y refugio para la sobrevivencia del gorgojo.

3.3.1.2.2. Recolección nocturna de gorgojos adultos

El gorgojo adulto tiene hábitos nocturnos, sale durante la noche para alimentarse y copular en el follaje de la papa, en ese momento es fácil recolectarlo sacudiendo las plantas sobre cualquier recipiente.

Es posible recolectar los gorgojos durante el día en lugares oscuros y húmedos, como debajo de piedras y terrones cercanos a plantas de papa. También se pueden colocar pedazos de tela, cartón o paja trenzada en los surcos de la parcela, ya que por la humedad y oscuridad que brindan estos materiales al insecto, pueden servirles de refugio y facilitar la labor de su recolección.

3.3.1.2.3. Construcción de barreras de plástico alrededor de las parcelas

Después de sanear los tubérculos semilla con las prácticas de selección y embolsado realizadas durante las dos últimas campañas, en parcelas semilleras se pueden colocar barreras de plástico para impedir el ingreso de adultos de *R. tucumanus*. Una vez sembrada la semilla libre de gorgojo, se instalan barreras verticales de plástico (40 cm de altura) sujetas a estacas de madera (60 cm) colocadas cada 4 metros alrededor de la parcela.

3.3.1.2.4. Aplicación de insecticidas

Se recomienda el uso de insecticidas como alternativa integrada a los anteriores componentes de manejo integrado. Los insecticidas que confirmaron su eficiencia fueron los insecticidas Lamdacihalotrina (Karate), Furateocarb (Promet 400 CS), Teflutrin (Force), Fipronil (Regent 800 FW), Monocrotophos (Nuvacron) e Imidacloprid (Confidor 35 CS), sin embargo de estos insecticidas, sólo el Lamdacihalotrina y Furateocarb confirmaron también su viabilidad económica. Se deben de realizar dos aplicaciones dirigidas al cuello de la planta, una al 80% de emergencia del cultivo y otra al aporque (50-65 días después de la siembra). Las aplicaciones posteriores no son efectivas, ya que una vez que las larvas han ingresado a los tubérculos es difícil que algún producto químico logre eliminarlas.

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL GORGOJO DE LOS ANDES

CAPÍTULO IV

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL GORGOJO DE LOS ANDES

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL GORGOJO DE LOS ANDES

4.1. EVALUACIÓN DE LA ADOPCIÓN E IMPACTO ECONÓMICO DEL MANEJO INTEGRADO DE *Premnotrypes latithorax* EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE LA PAZ. Caso Tarakollo-Kollana (Provincia Aroma).

El presente estudio de la adopción e impacto económico del MIP-*P. latithorax* en Tarakollo-Kollana (Provincia Aroma) es una edición de un artículo publicado en la revista de desarrollo rural PROCAMPO.

4.1.1. Antecedentes

El cultivo de papa en el Altiplano Central del departamento de La Paz es uno de los más importantes por ser fuente principal de alimentos y de ingresos económicos. El cultivo de variedades amargas está muy difundido por su tolerancia a las heladas y sobre todo por ser adecuadas para la elaboración de chuño y tunta, utilizando métodos artesanales de deshidratación. La plaga más importante es el gorgojo de los Andes, que ataca indistintamente las variedades amargas y dulces de papa.

Existen diferentes géneros y especies de gorgojo con diferentes hábitos que implican diferentes métodos de control. *Premnotrypes latithorax* es el más importante en esta región. Con esta especie se ha evaluado diferentes opciones para su Manejo Integrado.

Entre 1995 y 1998 se implementó una estrategia para promover el MIP-*P. latithorax* en colaboración con el CIP y con financiamiento del BID (Cisneros y Gregory, 1994). Esta estrategia ha sido promovida en el área piloto de Tarakollo en la zona de Kollana representativa de una área extensa del altiplano central. Se trabajó intensivamente con un grupo de 20 agricultores llamado "el grupo MIP" durante tres años.

4.1.1.1. La comunidad de Tarakollo (Kollana) y su sistema de producción

La comunidad de Tarakollo, se encuentra en la provincia Aroma del departamento de La Paz, a una altitud de 3900 msnm y tiene una superficie aproximada de 800 Has. Forma parte de una agrupación de comunidades conocida como Kollana. En Tarakollo, viven aproximadamente 55 familias, de las cuales solo 35 se encuentran permanentemente en la comunidad, cada familia tiene 7 integrantes como promedio. Antes de la Reforma Agraria fue una hacienda agrícola-ganadera, luego las tierras fueron distribuidas entre los agricultores, actualmente cada familia posee como promedio 15 Has.

La rotación de cultivos es de papa-cebada o quinua-cebada. Cada parcela descansa entre 3 y 4 años. La agricultura es diversificada con la cría de ganado ovino y bovino. Los rendimientos en el cultivo de la papa varían de 3 a 4 t/ha, la semilla de papa es de procedencia propia en un 80%.

Cada familia cultiva 2 a 3 ha de papa anualmente, dependiendo de las condiciones climáticas. El cultivo de papa amarga abarca el 90% de la producción y el de papa dulce 10%, siendo la transformación de la papa amarga en tunta la actividad más importante, para su posterior comercialización en las diferentes ferias de La Paz.

4.1.2. Línea de base para capacitar a agricultores en MIP- *P. latithorax*

4.1.2.1. Conocimiento del insecto y su manejo

Generalmente los agricultores de Tarakollo (Kollana) desconocen el adulto del gorgojo y la relación entre la larva y el adulto, pero aplican insecticidas químicos con la idea de que estos eliminan las larvas cuando hay follaje. Sin embargo, antes de iniciar el proyecto, el conocimiento sobre el ciclo de vida del gorgojo era alto, porque ya se

había visitado la comunidad con anterioridad y proporcionado a varios agricultores información básica sobre el gorgojo. De un grupo de 20 agricultores que participaron de la capacitación, todos conocían el adulto y la larva, un 80% relacionaban los dos estadios. Sin embargo, a pesar de sus conocimientos sobre el ciclo de vida, no conocían bien los focos de infestación del gorgojo, como estos migran a los campos de papa y sus hábitos de alimentación.

Los 20 agricultores por capacitar, indicaron que el gorgojo era la plaga más importante (Figura 63) y al igual que el resto de los agricultores del Altiplano, para controlarlo utilizaban insecticidas extremadamente tóxicos como el Folidol (Parathion), Tamaron (Metamidophos) y Metil Parathion. Normalmente realizaban 2 a 3 aplicaciones de uno de estos insecticidas durante el ciclo del cultivo (emergencia, aporque y al inicio o después de la floración), con 0,5 litros/ha. Los insecticidas aplicaban al follaje porque desconocían los hábitos del insecto y para su aplicación no tomaban medidas seguras, como el uso de máscaras y ropa protectora (Crissman *et al.*, 1998).

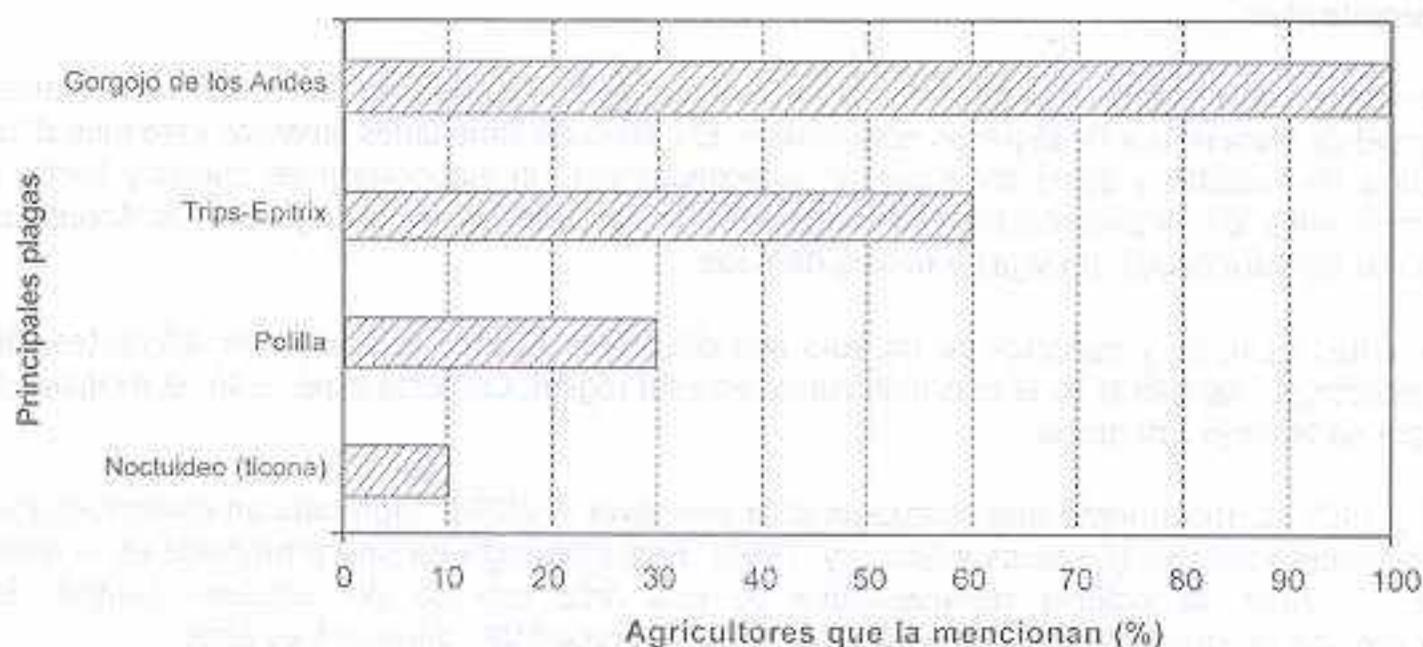


Figura 63. Principales plagas citadas por los agricultores de Tarakollo, Kollana. La Paz, 1995. (n=20).

4.1.2.2. Pérdidas económicas

Los agricultores de Kollana (y especialmente en Tarakollo) se han especializado en la producción de papa amarga para procesarla en tunta. Por el precio más alto de la tunta, esta actividad es más atractiva económicamente.

Los agricultores de Kollana no tienen tierras en Aynokas, un sistema que tiende a reducir la incidencia del gorgojo; no hacen un buen uso de los insecticidas, realizando aplicaciones inoportunas con productos y dosis inadecuadas. Como resultado no controlan bien el gorgojo y los niveles de daño son altos.

Los tubérculos dañados por el gorgojo se venden a un precio inferior que las papas sanas. Con altos grados de ataque los tubérculos no sirven para semilla ni para consumo. En el caso de papa amarga, el gusano ocasiona pérdidas de rendimiento substanciales en el producto transformado a chuño o tunta. Los agricultores en Kollana indicaron que la tunta atacada por gorgojo tiene un precio inferior en 50% en relación a una tunta buena. Un agricultor comentó que la tunta con gorgojo "es como comer pura tierra, puedes romper una muela".

4.1.3. Capacitación en MIP- *Premnotrypes* spp.

En 1995 se visitó Tarakollo para programar la primera reunión, donde se informó a los agricultores sobre las alternativas para controlar al gusano blanco de la papa. Como resultado de este primer encuentro surgió la posibilidad de trabajar con un grupo ya establecido compuesto por 10 personas, las cuales mostraron bastante interés. La siguiente reunión se realizó con este grupo, comprometiéndolos a que cada uno debería traer a otro

agricultor, de esta forma se conformó el grupo MIP-gorgojo que llegó a 20 agricultores. Cada agricultor se comprometió aplicar el manejo integrado en sus parcelas. El grupo de 20 agricultores se mantuvo durante los tres años del proyecto (1995 - 1998).

La capacitación se inició con cursos teóricos y prácticos 2 veces al mes. Se empezó compartiendo con los agricultores elementos claves del ciclo biológico del gorgojo y los principios del Manejo Integrado de Plagas. Se enfatizó la parte práctica llevando a los agricultores al campo, a almacenes y fuentes de infestación para que pudieran apreciar que hacía el gorgojo en cada una de sus etapas. De esta forma los agricultores podían adquirir conocimientos claves, como la duración de los diferentes estadios del gorgojo, los períodos cuando el insecto es más vulnerable, y que alternativas eran necesarias para incorporarlas al manejo integrado. Esto último se concensuó a través de discusiones con los agricultores, ellos decidieron cuales eran las más apropiadas para sus condiciones de producción. Entre las opciones estudiadas se analizaron las siguientes:

- Cosecha sobre bolsas de yute: directamente después de la cosecha se dejan los tubérculos encima de las bolsas usadas para transporte. Las larvas que salen de los tubérculos no pueden ingresar al suelo para completar su ciclo de vida.
- Remover la tierra en focos de infestación: así las larvas y pupas quedan expuestas a la luz y depredadores (aves de corral principalmente).
- Zanjas recubiertas con plástico alrededor de almacenes y parcelas: los gorgojos adultos no pueden volar y no pueden cruzar el plástico porque resbalan. El plástico negro se calienta con el sol y los gorgojos mueren rápidamente.
- Recojo manual de adultos de las plantas: en la noche cuando los gorgojos salen para alimentarse.
- Eliminación de plantas qu'ipas: estas plantas representan una importante fuente de infestación.
- Uso de pollos: como depredadores importantes, comen el gorgojo en todos sus estadios.
- Uso de barreras químicas con aplicación dirigida de insecticidas: se aplican insecticidas de baja toxicidad a una franja de plantas alrededor de la parcela. El insecticida se aplica al cuello de la planta donde los adultos se esconden durante el día.

Durante la capacitación se consultaron a los agricultores sobre los componentes de la estrategia que pensaban usar (Figura 64).

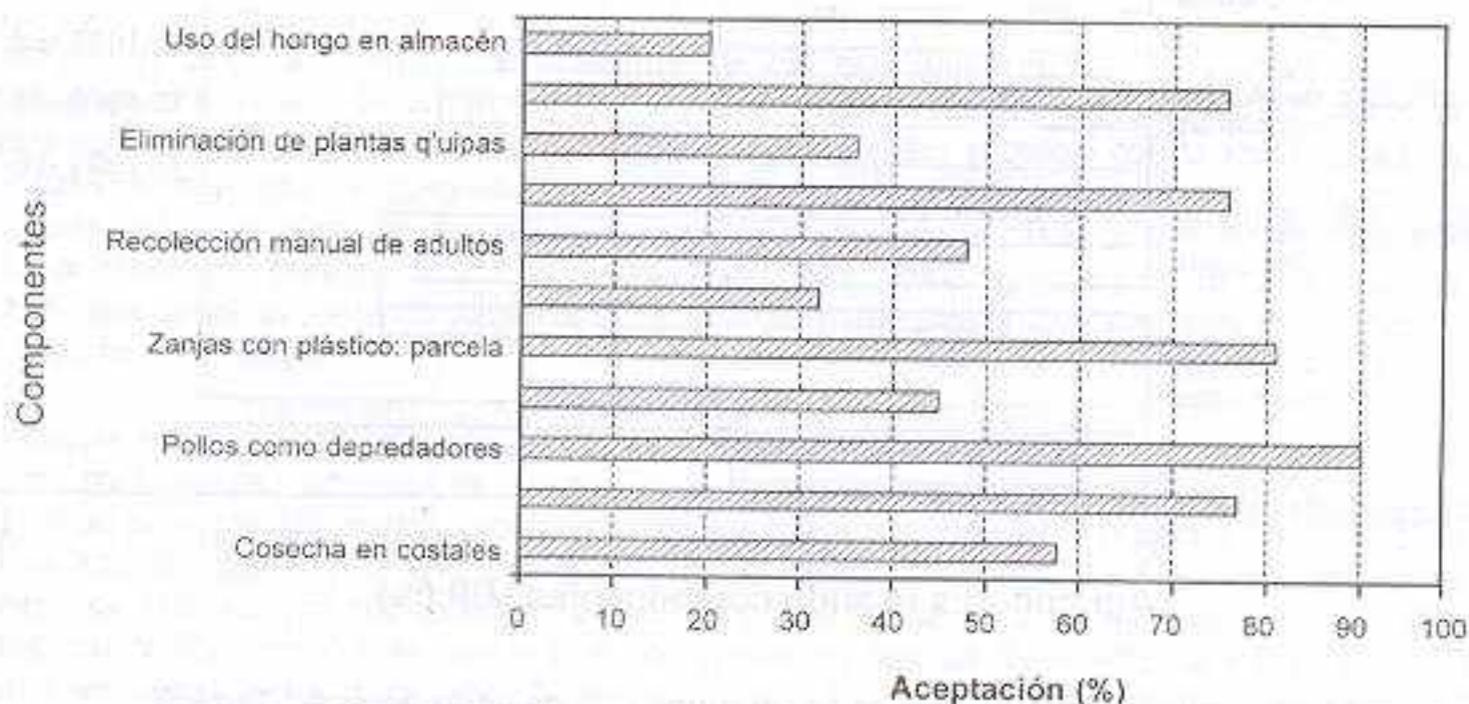


Figura 64. Potencial de aceptación de componentes del MIP-gorgojo. Tarakollo, Kollana. 1995.

La capacitación se complementó con diferentes materiales audiovisuales como: juego de slides, afiches, rotafolio, trípticos y hojas divulgativas. Posteriormente, se hizo una traducción a aymará de un video del CIP sobre ciclo biológico y manejo integrado del gorgojo de los Andes. El video fue muy bien recibido por los agricultores.

En general, los agricultores usaron sus propios recursos para implementar MIP gorgojo. En 1997-98, sin embargo, se financió la compra de plástico para forrar zanjas alrededor de una parcela para cada uno de los 20 agricultores del grupo MIP.

4.1.3.1. Uso de componentes del MIP-*Premnotrypes* spp.

Cada año se realizó una encuesta para determinar los componentes que los 20 agricultores del grupo MIP habían usado y los resultados logrados en términos de disminución en daños por el gorgojo. Puesto que los agricultores eran libres de usar cualquier componente esto representaba una forma de validar la oferta de MIP gorgojo en su conjunto.

El uso de la mayoría de las prácticas aumentó durante los tres años del proyecto, aunque hubo incentivos para el uso de zanjas cubiertas con plástico alrededor de la parcela en el tercer año (plástico donado). Por otro lado, la recolección manual de los gorgojos adultos disminuyó, por ser una práctica relativamente intensa en mano de obra que tiende más a ser realizada con niños de edad escolar (Figura 65).

Antes del proyecto el 100% de los agricultores hacían uso de insecticidas altamente tóxicos (fosforados) de forma indiscriminada, esta cifra bajó a 55% en 1995-96 y 15% en 1997-98, con un aumento correspondiente en el uso de piretroides. Con el proyecto el incremento del uso de los insecticidas fue dirigido a los menos tóxicos y las aplicaciones sólo se realizaron al cuello de las plantas (no en todo el follaje) que bordeaban la parcela, que es por donde ingresan los gorgojos. En el primer año del proyecto solamente 45% de los agricultores realizaron una aplicación dirigida de los insecticidas, una cifra que aumentó a 65% en el segundo y tercer año (Figura 65). Actualmente el uso de insecticidas es mucho más racional.



Figura 65. Componentes del MIP gorgojo usados por el grupo MIP de agricultores en Tarakollo.

4.1.3.2. Reducción del porcentaje de daño de los tubérculos con MIP- *Premnotrypes* spp.

Conforme el MIP-Gorgojo mejoró con el proyecto, el daño de los tubérculos a la cosecha en el grupo que trabajó con el MIP-gorgojo disminuyó, de casi 50% antes del proyecto hasta 15% en 1997-98. Los agricultores en Tarakollo que no participaron en la capacitación presentaron tubérculos con daños superiores al 50% (Cuadro 25). Es evidente que las prácticas de MIP-Gorgojo han ayudado a reducir significativamente el daño por el gorgojo.

Cuadro 25. Grado de daño del gorgojo por año agrícola. Tarakollo, Kollana (n=20). 1998.

| Año agrícola | Promedio de daño | Desviación estandar |
|------------------|------------------|---------------------|
| 1994-95 | 48.9 | 24.0 |
| 1995-96 | 37.5 | 16.8 |
| 1996-97 | 23.7 | 14.5 |
| 1997-98 | 15.0 | 5.7 |
| Sin capacitación | 55.3 | 10.7 |

4.1.4. Beneficios económicos del MIP-*Premnotrypes* spp.

Se usó el método del CIMMYT (1988), para estimar los beneficios económicos que el agricultor recibe por el uso del MIP-Gorgojo. Todos los costos y precios son puestos en finca o parcela. La mayor parte de la mano de obra usada es familiar no remunerada, para incluirla se usó un costo de oportunidad equivalente al 50% del jornal local.

Para comparar la situación antes y después del proyecto se han tomado tres casos representativos con costos de producción estimados en base a las prácticas más comunes (Cuadro 26). Antes del proyecto se tomó el caso donde un agricultor realizó tres aplicaciones de Folidol y cosechó tubérculos dañados en un 49% con gorgojo. El segundo caso es después del proyecto donde el agricultor usó MIP-gorgojo: recolección de adultos, uso de gallinas como depredadores, remoción de fuentes de infestación, cosecha en mantas y el uso dirigido de insecticidas. El agricultor al hacer una aplicación dirigida del piretroide Karate usó una cantidad reducida de este insecticida y redujo el daño a 25%.

El tercer caso es también después del proyecto donde el agricultor, en adición a las prácticas usadas en el segundo caso, usó zanjas cubiertas de plástico alrededor de la parcela. Generalmente las parcelas de los agricultores son delgadas, miden aproximadamente 200 por 50m. Un rollo de plástico de 200m sirve para proteger solamente un lado de la parcela. Los gorgojos migran hacia la parcela de las cultivadas un año anterior y generalmente entran a la parcela por un solo lado. El agricultor protegió con la zanja el lado por donde fue más probable la migración del gorgojo. Sin embargo, fue necesario que los otros lados de la parcela se protejan con barreras químicas, pero con menos aplicaciones. En este último caso, el uso del plástico redujo el daño a 15%. En principio, por tratarse de una tecnología aún no comprobada, los agricultores del grupo que recibieron el plástico para cubrir la zanja no pagaron, sin embargo, para calcular los beneficios económicos fue necesario incluir el costo del plástico.

Se calcularon los beneficios adicionales en los tres casos asumiendo un rendimiento de 3 t/ha (600kg se reservaron para semilla), una tasa de conversión de papa cosechada a papa transformada de 0.2 (5 kg de papa rinde 1 kg de papa transformada) y los precios de los diferentes productos (Cuadro 27). El análisis de costos y beneficios muestra que el MIP con el uso dirigido del insecticida cuesta 62 Bs. menos y da 548 Bs. más en beneficios, siendo una práctica económicamente más ventajosa para el agricultor. El caso MIP con zanjas cubiertas con plástico costó más que el MIP con aplicación dirigida de insecticida y los beneficios adicionales asociados son insuficientes para estimular su adopción. La tasa de retorno marginal (TRM) de 73% está por debajo del valor considerado suficiente para estimular la adopción de una tecnología nueva (Cuadro 28). Además, el cálculo supone que el plástico dura dos años, si el plástico solamente dura 1 año, el análisis de costos y beneficios indicó que el agricultor pierde con esta práctica.

4.1.5. Adopción de la tecnología

En la zona de Kollana se estima que hasta el año 2000 por lo menos 200 agricultores adoptaron el MIP gorgojo con la aplicación dirigida de insecticidas. En cuanto al uso de zanjas de plástico para controlar el paso del gorgojo al cultivo de papa, solo siete agricultores compraron plástico para hacer sus propias zanjas a pesar de los posibles beneficios económicos adicionales que de su uso se esperaba. El costo monetario fue una limitante para la adopción de este componente, la mayoría de los agricultores tuvo problemas de liquidez requerido para la compra del plástico al principio del ciclo del cultivo.

Los agricultores que compraron el plástico por su propia cuenta fueron los más pudientes de la comunidad. Por otro lado, el plástico que los agricultores recibieron sin pagar duró solamente un año en la mayoría de los casos y dos años con un mejor cuidado en aquellos que lo compraron, siendo importante la duración del plástico en la rentabilidad de la inversión. Entre otros factores que favorecieron la adopción del MIP con el uso dirigido de un insecticida, fue que la compra de los mismos se realiza cuando los agricultores lo requieren y en la cantidad que necesitan, evitando de esta forma que el gasto sea fuerte, además los vendedores de estos productos están dispuestos a fiar, los del plástico no.

Cuadro 26. Costos que varían en el control del gorgojo en La Paz (Bs por ha)

| Caso 1. Sin MIP | | | |
|------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|
| Insumo | Número de unidades | Costo por unidad (Bs) | Costo Total (Bs) |
| Folidol | 3 aplicaciones 0.50l | 70 | 105 |
| Aplicación | 3 jornales | 10 | 30 |
| TOTAL | | | 135 |
| Daño: 49% | | | |

| Caso 2. MIP con aplicación dirigida del insecticida | | | |
|--|-------------------------|--------------------------|---------------------|
| Insumo | Número de unidades | Costo por unidad (Bs) | Costo Total (Bs) |
| Recolección adultos | 1 jornal | 10 | 10 |
| Remoción fuentes | 0.5 jornales | 10 | 5 |
| Cosecha en bolsas de yute | | sin costo | |
| Gallinas | | sin costo | |
| Karate | 1 aplicaciones 0.015l | 240 | 3,6 |
| Karate | 2 aplicaciones 0.030l | 240 | 14,4 |
| Aplicación | 1 jornal por aplicación | 10 | 30 |
| Chequeando parcela | 1 jornal | 10 | 10 |
| TOTAL | | | 73 |
| Daño: 25% | | | |

Caso 3. MIP con zanja cubierta e insecticida dirigida

| Insumo | Número de unidades | Costo por unid. | Costo Total |
|-----------------------------|----------------------------|-----------------|--------------|
| | | (Bs) | (Bs) |
| Recolección adultos | 1 jornal | 10 | 10 |
| Remoción fuentes | 0.5 jornales | 10 | 5 |
| Cosecha en bolsa de yute | | sin costo | - |
| Gallinas | | sin costo | - |
| Plástico | 1 rollo (200m) dura 2 años | 210 | 105 |
| Excavación zanjas, manual | 1 jornal | 10 | 10 |
| Excavación zanjas, yunta | 1 día | 10 | 10 |
| Colocado plástico | 1 jornal | 10 | 10 |
| Chequeando parcela por daño | 1 jornal | 10 | 10 |
| Karate | 2 aplicaciones 0.020l | 240 | 9,6 |
| Aplicación | 1 jornal por aplicación | 10 | 20 |
| TOTAL | | | 189,6 |

Daño: 15%

Notas: Como costo de oportunidad de mano de obra, se usa 50% de un jornal normal (Bs 20)

Precios de 1998 (Bs), tasa de cambio \$us a Bs = 5.4

Cuadro 27. Beneficios por el control del gorgojo en La Paz (Bs/ha).
Caso 1. Sin MIP

| | Tunta | Tuntilla | Menuda | Tunta dañada | TOTAL |
|-------------------------|-----------|----------|--------|--------------|--------|
| Cantidad | 61,2 | 122,4 | 61,2 | 235,2 | 480,0 |
| Precio unidad (Bs) | 9,7 | 7,0 | 3,5 | 2,6 | |
| Beneficio bruto (Bs/ha) | 593,6 | 856,8 | 214,2 | 611,5 | 2276,2 |
| Rendimiento (kg/ha) | 2400 | | | | |
| Conversión papa a tunta | 0,2 | | | | |
| Daño % | 49 | | | | |

Caso 1. MIP con insecticida dirigida

| | Tunta | Tuntilla | Menuda | Tunta dañada | TOTAL |
|-------------------------|-----------|----------|--------|--------------|--------|
| Cantidad | 90,0 | 180,0 | 90,0 | 120,0 | 480,0 |
| Precio unidad (Bs) | 9,7 | 7,0 | 3,5 | 2,6 | |
| Beneficio bruto (Bs/ha) | 873,0 | 1260,0 | 315,0 | 312,0 | 2760,0 |
| Rendimiento (kg/ha) | 2400 | | | | |
| Conversión papa a tunta | 0,2 | | | | |
| Daño % | 25 | | | | |

Caso 1. MIP con zanjas cubiertas e insecticida dirigida

| | Tunta | Tuntilla | Menuda | Tunta dañada | TOTAL |
|-------------------------|-----------|----------|--------|--------------|--------|
| Cantidad | 102,0 | 204,0 | 102,0 | 72,0 | 480,0 |
| Precio unidad (Bs) | 9,7 | 7,0 | 3,5 | 2,6 | |
| Beneficio bruto (Bs/ha) | 989,4 | 1428,0 | 357,0 | 187,2 | 2961,6 |
| Rendimiento (kg/ha) | 2400 | | | | |
| Conversión papa a tunta | 0,2 | | | | |
| Daño % | 15 | | | | |

Cuadro 28. Análisis marginal del manejo integrado del gorgojo (Bs/ha).

| | Costos que varían (Bs) | Costos marginales (Bs) | Beneficios brutos (Bs) | Beneficios netos (Bs) | Beneficios netos marginales (Bs) | Tasa de retorno marginal |
|-------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------------|--------------------------|
| Sin MIP* | 135 | | 2276,2 | 2141,2 | | |
| MIP – insecticida | 73 | n.a. | 2760,0 | 2687,0 | 545,8 | n.a |
| MIP – zanjas | 189,6 | 116,6 | 2961,6 | 2772,0 | 85,0 | 72,9 |

Notas:

* Opción dominada, n.a.= no aplica. Tasa de cambio 1998: 1 \$US = 5,4 Bs. Tasa de conversión papa a tunta 0.20

4.1.6. Rentabilidad de la investigación y transferencia del MIP-*Premnotrypes* spp.

Para estimar la rentabilidad de la investigación y transferencia del MIP-Gorgojo se han considerado todos los gastos incurridos por PROINPA en el proceso de generación y transferencia del MIP-Gorgojo. Se han considerado los datos históricos desde el año 1989, cuando comenzaron las investigaciones en esta plaga y se ha hecho una proyección de los mismos hasta el año 2012. Estos costos fueron comparados con los beneficios generados por el MIP-Gorgojo, que para este caso constituyen la relación de beneficios netos por ha por el número de hectáreas donde se haya aplicado el MIP-Gorgojo en cada año. Se ha realizado una proyección conservadora y se estima que en la zona de Kollana hasta el 2012 serán manejadas al menos 1400 hectáreas bajo esta estrategia. La tasa interna de retorno a la inversión en investigación y promoción de la tecnología es de 18%, esta cifra es un retorno aceptable (Cuadro 29). Si se promueve MIP gorgojo con un mayor número de agricultores el retorno podría ser mucho más alto.

Cuadro 29. Análisis de costo-beneficio de MIP gorgojo (\$us)

| Año | Costos investigación transferencia (\$us) | Beneficios (\$us) | Beneficios netos (\$us) | Adopción (ha) | Número de agricultores |
|------|---|-------------------|-------------------------|---------------|------------------------|
| 1989 | 12100 | 0 | -12100 | - | - |
| 1990 | 16500 | 0 | -16500 | - | - |
| 1991 | 19800 | 0 | -19800 | - | - |
| 1992 | 22000 | 0 | -22000 | - | - |
| 1993 | 22000 | 0 | -22000 | - | - |
| 1994 | 25300 | 0 | -25300 | - | - |
| 1995 | 29700 | 5065 | -23635 | 60 | 20 |
| 1996 | 29700 | 24260 | -5440 | 240 | 80 |
| 1997 | 29700 | 30324 | 624 | 300 | 100 |
| 1998 | 22000 | 45487 | 23487 | 450 | 150 |
| 1999 | 16500 | 55595 | 39095 | 550 | 183 |
| 2000 | 16500 | 65703 | 49203 | 650 | 217 |
| 2001 | 16500 | 75811 | 59311 | 750 | 250 |
| 2002 | 16500 | 85919 | 69419 | 850 | 283 |
| 2003 | 16500 | 96027 | 79527 | 950 | 317 |
| 2004 | 16500 | 101081 | 84581 | 1000 | 333 |
| 2005 | 16500 | 106136 | 89636 | 1050 | 350 |
| 2006 | 16500 | 111190 | 94690 | 1100 | 367 |
| 2007 | 16500 | 116244 | 99744 | 1150 | 383 |
| 2008 | 16500 | 121298 | 104798 | 1200 | 400 |
| 2009 | 16500 | 126352 | 109852 | 1250 | 417 |
| 2010 | 16500 | 131406 | 114906 | 1300 | 433 |
| 2011 | 16500 | 136460 | 119960 | 1350 | 450 |
| 2012 | 16500 | 141514 | 125014 | 1400 | 467 |
| | | TIR | 18% | | |
| | | VAN (12%) | 82122 | | |
| | | B/C | 1.53 | | |

4.1.7. Retos para el futuro

PROINPA ha desarrollado y promovido exitosamente MIP gorgojo con los agricultores en La Paz. El uso de la estrategia es ventajosa económicamente y para la salud del agricultor. Un análisis de costos y beneficios con proyecciones conservadoras muestra que la inversión realizada por PROINPA es rentable. Con mayores fuerzas de promover la tecnología el retorno a la inversión podría ser mucho más alto.

Sin embargo, aun queda algunos retos para enfrentar. Desafortunadamente el control químico sigue siendo el componente clave del manejo. Han cambiado a insecticidas menos tóxicos como el piretroide Karate, pero experiencias en otras partes del mundo muestran que los insectos fácilmente desarrollan resistencia a este grupo de insecticidas (Lagnaoui, com. Pers.). El uso de las zanjias cubiertas con plástico es una opción interesante, pero al menos con los datos de este estudio su uso es apenas rentable y no constituye una aceptable opción para muchos de los agricultores por su costo. Además el uso de zanjias cubiertas con plástico reduce pero no elimina el uso de insecticidas.

Existe la necesidad de encontrar otras opciones de menor costo que sean sostenibles a largo plazo. PROINPA pretende seguir investigando para encontrar tales opciones. Una de las opciones más promisorias sería de desarrollar feromonas que atraigan a los gorgojos para usar en combinación con trampas de caída. Otra opción sería el uso del hongo *Beauveria* spp. PROINPA ha trabajado con una cepa de *Beauveria brongniartii* en almacenes con resultados promisorios, pero la cepa requiere condiciones húmedas y es muy sensible a la luz solar. Si se podría desarrollar un producto para uso en campo sería una alternativa importante para el agricultor.

Otra dificultad con la estrategia basada en áreas pilotos es que es demasiado enfocado al problema del gorgojo cuando el agricultor tiene que enfrentar y resolver un conjunto de problemas. Actualmente, PROINPA está trabajando con un nuevo enfoque de extensión a nivel piloto llamado Escuelas de Campo (ECAs). En las ECAs se promueve el MIP gorgojo en un contexto más amplio, donde el agricultor descubre por sí mismo los principios de MIP.

Finalmente, tal vez el reto más grande ahora es de involucrar a otras instituciones en la promoción de MIP gorgojo para que las nuevas opciones estén disponibles para la mayoría de los agricultores del Altiplano permitiéndoles reducir drásticamente las pérdidas que produce el gorgojo y mejorar el bienestar de sus familias.

4.2. TRANSFERENCIA DEL MANEJO INTEGRADO DE *Rhigopsidius tucumanus*

4.2.1. Línea de base

4.2.1.1. Importancia y conocimiento de la morfología, biología y etología de *R. tucumanus* por parte del agricultor

En tres comunidades del departamento de Chuquisaca, cantón Yamparaez (Pampa Yampara, Quirahuani y Alcantari), se determinó la línea de base de conocimiento del agricultor sobre el gorgojo de los Andes (*R. tucumanus*), su control tradicional y otras tecnologías incorporadas. Esta información se estableció antes de iniciar el proceso de capacitación que implicó incrementar este conocimiento, y en algunos casos rescatar criterios que fortalezcan la alternativa de control en cuestión. También permitió establecer como la capacitación incrementa el conocimiento y estimula el cambio en las prácticas de control.

En las tres comunidades estudiadas, los agricultores consideraron al gusano blanco como uno de los problemas más importantes en sus cultivos de papa, ya que los daños se incrementaban de año en año alcanzando porcentajes de infestación de 30-50% y hasta 100 % en años secos.

De acuerdo a las apreciaciones del agricultor, el gorgojo tiene ciertas preferencias acorde a las características que presentan los suelos: los suelos negros, no son infestados porque conservan mayor humedad que los suelos claros, es decir arenosos y/o pedregosos y con escasa materia orgánica. Los agricultores también reconocen que en la parcela la mayor densidad poblacional de la plaga se localiza en los bordes, observándose una reducción de la misma hacia el centro. Esto explica que algunos de ellos cosechen los tubérculos en canastas separadas

los dos primeros metros de los bordes de la parcela, tratando de no mezclarlos con el resto de los tubérculos cosechados aparentemente menos infestados.

Los agricultores también manifestaron que en años muy secos el gorgojo prolifera más y que los porcentajes de daño llegan a afectar hasta el 100 % de los tubérculos cosechados, en cambio en años húmedos la infestación baja a 50 - 60 %, y en años muy húmedos a 30 - 40 %.

A pesar de la importancia del gusano blanco, los agricultores desconocen su ciclo de vida (0%), su presencia la detectan cuando el gusano ya está dentro del tubérculo causando daño. Su conocimiento sobre la diferenciación de los estados de desarrollo es bajo. Los estados de larva y adulto fueron reconocidos por todos los agricultores (100%), pero no identificaron la pupa (0%), adulto invernante (13%) tampoco al estado de huevo (0%), como estados de desarrollo del gorgojo (Figura 66). Algunos confundieron el estado larval de la mosca minadora (*Lyriomyza* sp.) con la del gorgojo, e indicaron que el gusano blanco penetra al interior de los tubérculos a través del tallo, lo cual corresponde al comportamiento de las larvas de la mosca en el interior del tallo.

Por otro lado, se constató que la mayoría de los agricultores (86.7%) no conocen la forma ni época de reproducción del gorgojo, muchos manifestaron que se reproduce en el suelo (66.7 %), ninguno (0%) pudo diferenciar entre gorgojo macho y una hembra. Más de la mitad de los agricultores (60%) indicaron dónde vive el insecto, y sólo algunos de ellos su tiempo de vida (13.3%) y tipo de alimentación del adulto (26.7%). Más de la mitad indicó la época de mayor proliferación de la plaga (53.3%). Finalmente el 86.7% de los agricultores señalaron que el gorgojo camina y vuela de una parcela a otra y el resto que camina (13.3%) (Figura 66).

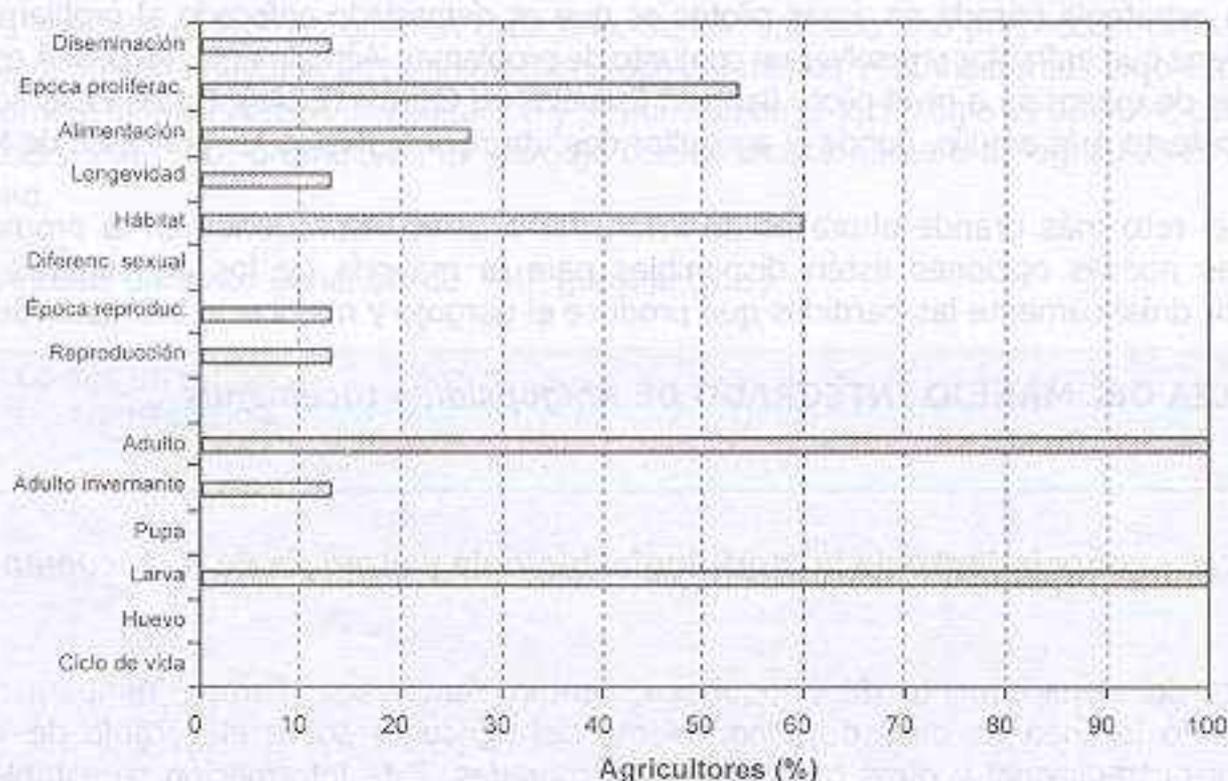


Figura 66. Conocimiento del agricultor sobre la biología y hábitos de *R. tucumanus*.

De lo anterior se concluyó que los agricultores de las tres comunidades estudiadas, desconocían aspectos importantes de la biología y hábitos de la plaga, por lo que la pertinencia de las prácticas que utilizaban y aptitud en relación a la eficiencia que lograban con ellas en el control de *R. tucumanus*, siempre les resultaba insatisfactorio.

4.2.1.2. Alternativas de control de *R. tucumanus* empleadas por el agricultor

Durante muchos años los agricultores realizan prácticas de control tradicionales, una de ellas, es la selección de los tubérculos infestados durante la post-cosecha y presiembra. Los tubérculos muy dañados los separan para alimentar a sus animales (cerdos, ovejas, etc.) o para eliminarlos. Esta práctica es efectuada por todos los agricultores (100%), aunque en condiciones no apropiadas (Figura 67).

Otra de las prácticas tradicionales, es la cosecha oportuna (80.4%) que los agricultores la realizan convencidos de que evita porcentajes de infestación más elevados. Esta práctica puede ser errónea, si se realiza en forma aislada, porque las larvas de *R. tucumanus* una vez que penetran en los tubérculos no lo abandonan hasta después de la próxima siembra.

La defoliación es una práctica poco común entre las prácticas de los agricultores, el 13.3% la práctica una vez que observan la presencia del gusano en los tubérculos. La defoliación la utilizan en años secos, cuando la plaga prolifera más.

Posteriormente, los agricultores incorporaron a sus prácticas tradicionales el uso de productos químicos. El 26.8% de los agricultores mencionaron que aplican al follaje los insecticidas Folidol (Ethyl Parathion 50% CE), Tamaron (Metamidofos 60% LC) y otros, sin obtener resultados favorables (Figura 67). Algunos agricultores recordaron que aproximadamente 15 años atrás, aplicaban al suelo el insecticida Temik (Aldicarb 15% granulado) durante la siembra y que los resultados eran muy eficientes en el control del gorgojo (*R. tucumanus*), pulguilla (*Epitrix* spp) y nematodos (*N. aberrans*). Actualmente indican que no se comercializa este producto, desconociendo las razones.

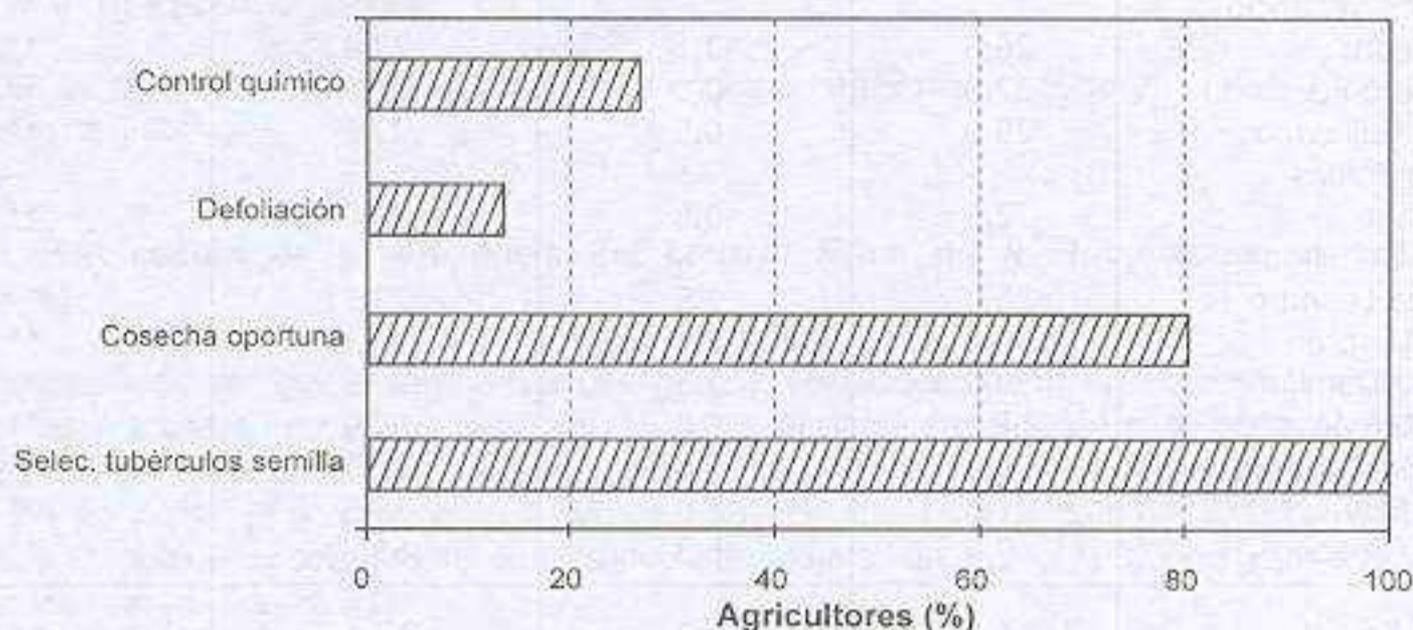


Figura 67. Alternativas de control de *R. tucumanus* empleados por los agricultores.

4.2.2. Validación participativa de componentes del MIP-*R. tucumanus*

Los resultados de la fase de validación del MIP-*R. tucumanus* partieron de realizar ciertas prácticas en almacén y campo, bajo las condiciones del sistema del agricultor. Ocho a diez días antes de la siembra, se determinó el porcentaje de tubérculos infestados con gorgojo en los lotes de semilla del agricultor-colaborador. El MIP-*R. tucumanus* en almacén consistió en embolsar los tubérculos semilla infestados 6 a 8 días antes de la siembra, en bolsas de plástico transparentes, con capacidad de un quintal de papa. En campo, el control químico consistió en aplicar en dos oportunidades el insecticida Carbofuran (Carbodan 48 FW) al cuello de la planta y su alrededor. La primera aplicación del insecticida tuvo lugar a la emergencia del cultivo y la segunda, al aporque. En ambas oportunidades la dosis aplicada fue de 2 l/ha.

Las parcelas de los agricultores- colaboradores se dividieron en dos parcelas comparativas que fueron separadas por un surco de haba. En una parcela, el agricultor manejó y controló al gorgojo de la forma que siempre lo hizo, y en la otra se aplicó el MIP-gorgojo.

4.2.2.1. Comparación de daños de *R. tucumanus* en los tubérculos con la estrategia MIP y del agricultor

Las prácticas MIP-*R. tucumanus* controlaron a esta especie bajo las condiciones de manejo de los agricultores. Estas tecnologías lograron reducir los porcentajes de daño hasta 0 y 5.3%, por el contrario los daños con el manejo y control tradicional del agricultor fueron de 21.3 a 69%. Según la prueba de "t" la diferencia de 33.1% entre ambas prácticas, resultó altamente significativa en favor del MIP-*R. tucumanus* (Cuadro 30).

Cuadro 30. Incidencia de daño en los tubérculos por efecto de *R. tucumanus* con y sin aplicación del Manejo Integrado.

| Agricultor | Incidencia Final (%) | | Diferencia | Significancia de "t" |
|------------------------|----------------------|-------------|-------------|----------------------|
| | Testigo | Mip-Gorgojo | | |
| 1. Alegre Pastor | 27.0 | 0.0 | 27.0 | ** |
| 2. Barrientos Venancio | - | - | - | - |
| 3. Dávila Pedro | 26.5 | 3.1 | 23.4 | ** |
| 4. Labradero Fernando | 32.0 | 0.0 | 32.0 | ** |
| 5. Llanque Guillermo | 28.0 | 0.5 | 27.5 | ** |
| 6. Mercado Tomás | - | - | - | - |
| 7. Puma María | 32.5 | 0.5 | 32.0 | ** |
| 8. Palacios Domingo | - | - | - | - |
| 9. Paricagua Leandro | 25.0 | 1.5 | 23.5 | ** |
| 10. Tango Doroteo | 39.0 | 3.7 | 35.3 | ** |
| 11. Valencia Damián | 26.0 | 1.5 | 24.5 | ** |
| 12. Yucra Román | 57.0 | 0.0 | 57.0 | ** |
| 13. Yucra Benito | 29.3 | 0.0 | 29.3 | ** |
| 14. Zárate Eloy | 21.3 | 2.0 | 19.5 | * |
| 15. Zárate Gregorio | 69.0 | 5.3 | 63.7 | ** |
| Promedio | 34.4 | 1.3 | 33.1 | ** |

** Altamente significativo al nivel de significancia del 5%.

4.2.2.2. Eficiencia de control de los componentes del MIP- *R. tucumanus*

Los resultados mostraron la necesidad de utilizar todos los componentes del MIP, la aplicación de un componente sin el otro generó diferencias desfavorables en el control de *R. tucumanus*. A su vez, se percibió que los efectos de los componentes MIP aplicados en la campaña 1996-97 pudieron ser mayores, si las precipitaciones no hubieran sido altas, lo cual influyó en la supervivencia del gorgojo.

El control físico más el químico (insecticida a la emergencia y al aporque) e individualmente, el químico, fueron eficientes en el control de la plaga ya que presentaron porcentajes de infestación menores al 5%. Una sola aplicación del insecticida (a la emergencia) más el control físico (15% de daño) y la aplicación individual del control físico (29% de daño), no fueron suficientes para reducir satisfactoriamente los daños del gorgojo en los tubérculos (Figura 68).

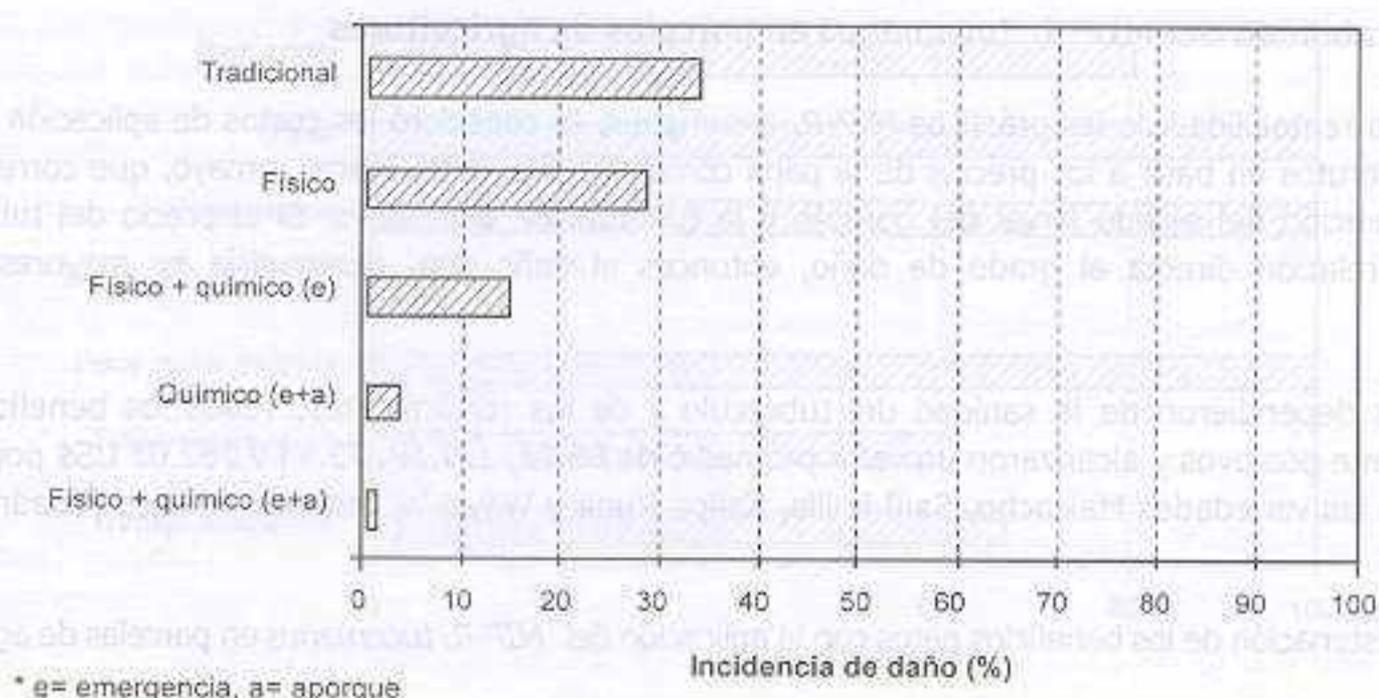


Figura 68. Incidencia de daño de *R. tucumanus* en los tubérculos por efecto de la aplicación de uno o más componentes del MIP.

4.2.2.2.1. Evaluación de la eficiencia del control físico de *R. tucumanus* en criterio de los agricultores

Los agricultores indicaron que el control físico del gorgojo (embolsado de tubérculos semilla en bolsas plásticas transparentes) es una práctica muy eficiente (35.7 %), eficiente (42.9 %) y poco eficiente (21.4 %). Estas diferencias de opinión se relacionaron a las diferencias de incidencia inicial de *R. tucumanus* en los tubérculos evaluada por agricultor. El porcentaje promedio de incidencia inicial del gorgojo fue 37% con variaciones entre 16 y 61%, y al cabo de los seis días del embolsado se desalojaron en promedio 325 gorgojos adultos por quintal de tubérculos-semilla (Cuadro 31).

Cuadro 31. Eficiencia del control físico por quintal de tubérculos semilla.

| | % incidencia inicial | Embolsado | Desembolsado | Eficiencia de control | Desalojo de gorgojos |
|---------------------|----------------------|-----------|--------------|-----------------------|----------------------|
| Alegre Pastor | 25 | 6-nov | 12-nov | <200 | 105 |
| Barrientos Venancio | 40 | 7-nov | 13-nov | 400-600 | 562 |
| Dávila Pedro | 36 | 7-nov | 13-nov | 200-399 | 209 |
| Labradero Fernando | 27 | 6-nov | 12-nov | 200-399 | 297 |
| Llanque Guillermo | 37 | 7-nov | 14-nov | 200-399 | 341 |
| Mercado Tomás | 56 | 7-nov | 13-nov | 400-600 | 448 |
| Puma María | 26 | 19-nov | 25-nov | 200-399 | 273 |
| Palacios Domingo | 27 | 8-nov | 14-nov | | |
| Paricagua Leandro | 58 | 6-nov | 12-nov | 400-600 | 460 |
| Tango Doroteo | 23 | 8-nov | 14-nov | <200 | 139 |
| Valencia Damián | 37 | 7-nov | 13-nov | 200-399 | 281 |
| Yucra Román | 37 | 8-nov | 14-nov | 200-399 | 234 |
| Yucra Benito | 41 | 6-nov | 12-nov | 400-600 | 425 |
| Zárate Eloy | 16 | 7-nov | 13-nov | <200 | 109 |
| Zárate Gregorio | 61 | 17-nov | 22-nov | 400-600 | 614 |
| Promedio | 37 | | | | 325 |

Nota: < 200= poco eficiente, 200 – 399= eficiente, 400 – 600= muy eficiente.

4.2.2.3. Rentabilidad del MIP-R. *tucumanus* en parcelas de agricultores

Para calcular la rentabilidad de las prácticas MIP-R. *tucumanus*, se consideró los costos de aplicación del MIP y los beneficios brutos en base a los precios de la papa comercializada entre marzo y mayo, que corresponde al período de duración del estado larval del gorgojo y la tuberización del cultivo. Si el precio del tubérculo se establece en relación directa al grado de daño, entonces el daño final repercutiría en mayores pérdidas económicas.

Los beneficios dependieron de la sanidad del tubérculo y de los rendimientos. Todos los beneficios netos fueron altamente positivos y alcanzaron un valor promedio de 86.02, 137.18, 79.44 y 262.02 US\$ por tonelada de papa, para las variedades Malcacho, Sani imilla, Kallpa Runa y Waych'a, respectivamente (Cuadro 32).

Cuadro 32. Estimación de los beneficios netos con la aplicación del MIP-R. *tucumanus* en parcelas de agricultores.

| Agricultor | Rend. (t/ha) | Daño (%) | | Precio (\$us/t) | | Beneficios (\$us) |
|-------------------------|--------------|----------|-------|-----------------|--------|-------------------|
| | | s/MIP | c/MIP | s/daño | c/daño | |
| Alegre Pastor (1) | 11.6 | 25 | 0.0 | 72.66 | 107.07 | |
| Barrientos Venancio (1) | 11.1 | 40 | 0.0 | 91.78 | 137.66 | |
| Dávila Pedro (3) | 10.8 | 35 | 3.1 | 80.30 | 114.72 | |
| Labradero Fernando (2) | 8.2 | 37 | 0.0 | 103.25 | 152.96 | |
| Llanque Guillermo. (1) | 8.9 | 27 | 0.5 | 70.67 | 107.07 | |
| Mercado Tomás. (1) | 11.9 | 56 | 1.0 | 87.95 | 137.66 | |
| Puma María. (1) | 9.4 | 26 | 0.5 | 72.66 | 107.07 | |
| Palacios Domingo (3) | - | 27 | - | - | - | 266.27 |
| Paricagua Leandro. (1) | 9.6 | 58 | 1.5 | 68.83 | 114.72 | |
| Tango Doroteo. (1) | 7.3 | 23 | 3.7 | 80.30 | 114.72 | |
| Valencia Damián. (4) | 8.4 | 37 | 1.5 | 107.07 | 152.96 | |
| Yucra Román. (1) | 7.2 | 37 | 0.0 | 68.83 | 107.07 | |
| Yucra Benito (2) | 8.0 | 41 | 0.0 | 87.95 | 145.31 | |
| Zárate Eloy (1) | 8.9 | 16 | 2.0 | 70.67 | 107.07 | |
| Zárate Gregorio. (1) | 9.0 | 61 | 5.3 | 68.83 | 107.07 | |
| Promedio: | | | | | | |
| Malcacho (1) | 9.5 | 36.9 | 1.4 | 75.32 | 114.72 | 86.02 |
| Sani imilla (2) | 8.1 | 39.0 | 0.0 | 95.60 | 149.13 | 137.18 |
| Kallpa runa (4) | 10.8 | 36.0 | 3.1 | 80.30 | 114.72 | 79.44 |
| Waych'a (3) | 8.4 | 37.0 | 1.5 | 107.07 | 152.96 | 262.02 |

4.2.3. Opinión del agricultor respecto a los componentes del MIP-R. *tucumanus*

4.2.3.1. Control físico

De acuerdo a la información obtenida a través de conversaciones y encuestas a agricultores, la opinión generalizada fue que el control físico requiere un trabajo anticipado (67%), cuidadoso (60.3) y necesita poca mano de obra (100%). Un sólo agricultor (6.7%) manifestó que esta práctica afectó la pudrición de algunos tubérculos-semilla, particularmente en las variedades Waych'a y Revolución. También indicaron que el control físico requiere poco tiempo y es fácil (100%) y que el costo de las bolsas de plástico transparentes no resulta "caro" (80.4%) (Figura 69).

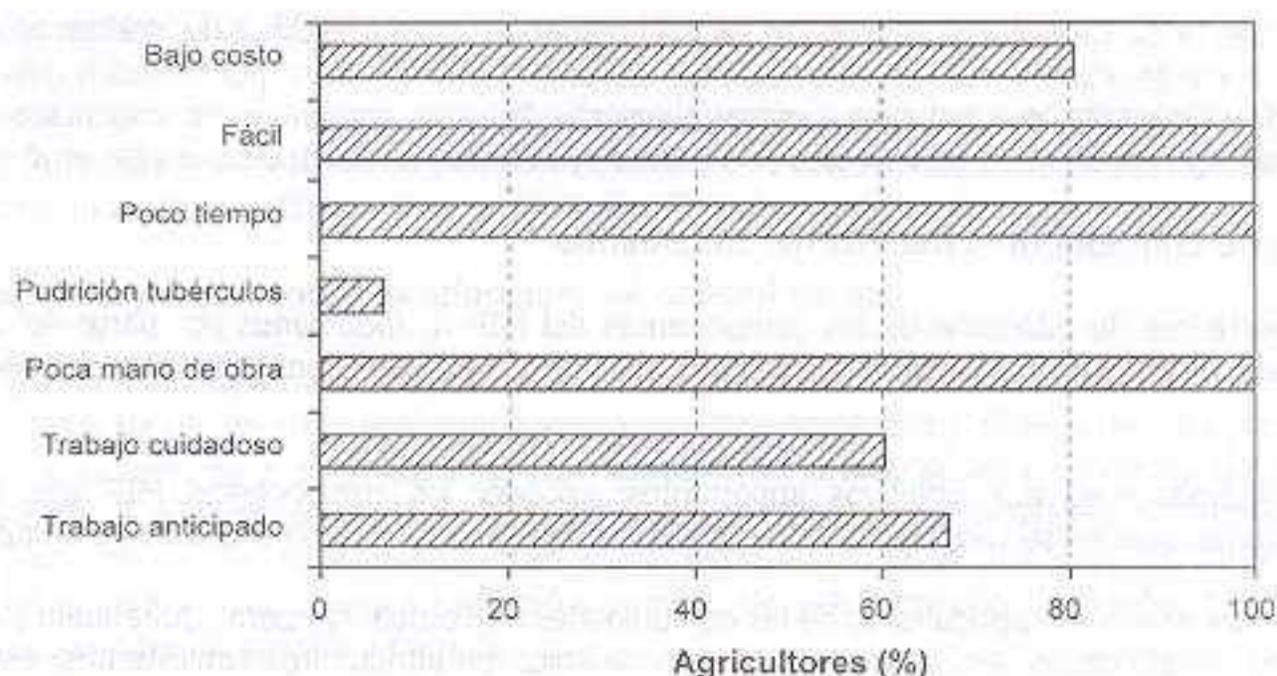


Figura 69. Factibilidad de aplicación del embolsado de tubérculos-semilla para el control de *R. tucumanus* por parte de los agricultores.

4.2.3.2. Control químico

Para muchos agricultores (53.3%), el control químico es una práctica 'ahorrativa' porque no sólo controla al gorgojo de los Andes, sino también a otras plagas que atacan al follaje, como por ejemplo la q'épicha (*Agrotis* sp) y el piqui-piqui (*Epitrix* sp). También mencionaron que el control químico incrementó el número de jornales en una proporción de 1:2 y 1:2.5 en relación al control comúnmente practicado por ellos (86.7%), sin embargo, muy pocos agricultores manifestaron que contratan mano de obra externa (6.7%), generalmente son ellos mismos los que realizan esta labor apoyados por sus hijos en el acarreo de agua (Figura 70).

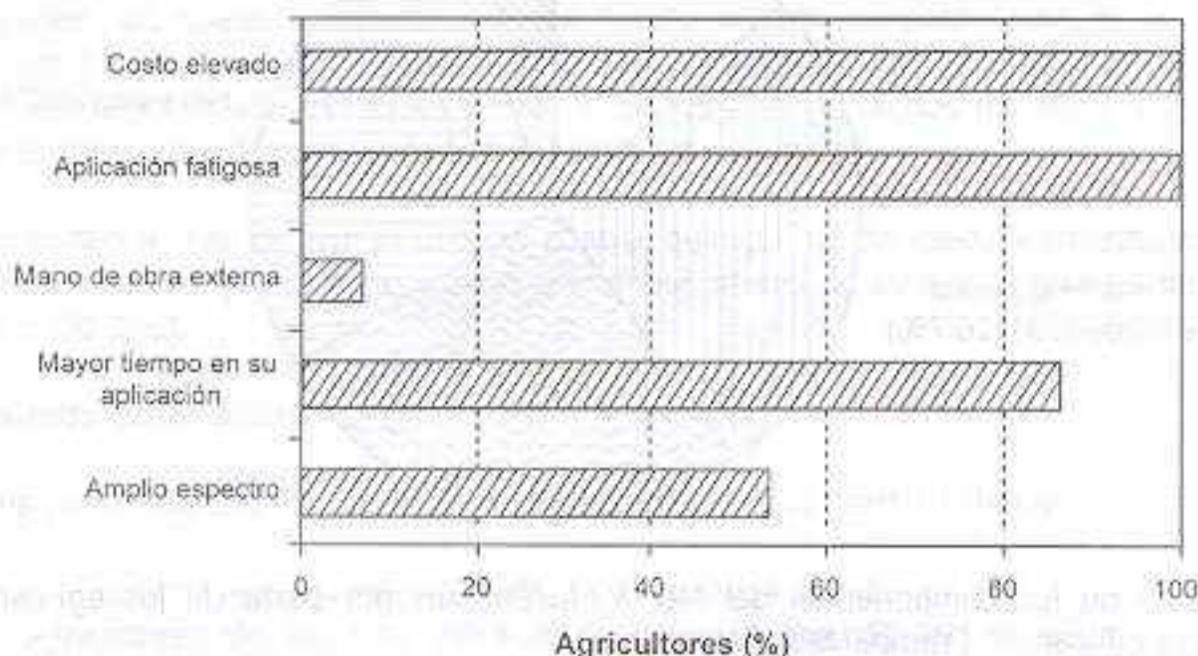


Figura 70. Factibilidad de aplicación del control químico de *R. tucumanus* por parte de los agricultores.

Asimismo, el 86.7% de los agricultores opinaron que la aplicación de insecticidas al cuello de las plantas requiere mucho tiempo, quizás el doble del que precisan para aplicar al follaje y es cansador (100%), aunque también manifestaron que estas dificultades son compensadas con la cosecha de tubérculos libres del gusano. Todos

Indicaron que el insecticida Carbofuran (Carbodan 48 FW) resultó un producto difícil de 'costear' por su elevado costo (Figura 70). Por este último inconveniente, algunos indicaron que emigrarían por períodos más prolongados con el propósito de reunir más "platita" para comprar el insecticida, otros comprarían el insecticida en pequeñas cantidades o en asociación con otros agricultores (1 a 2 litros) y el resto, lo harían después de vender su cosecha.

4.2.4. Adopción de componentes del MIP-R. *tucumanus*

Los aspectos importantes de adopción de los componentes del MIP-R. *tucumanus* por parte del agricultor, se evaluó a través de encuestas formales a agricultores que validaron el MIP una campaña anterior a nivel de campo y de familia.

La información obtenida tuvo dos objetivos importantes: conocer los componentes MIP que utilizaron los agricultores y las variaciones en su uso, y establecer las razones que imposibilitaron el uso de los componentes MIP.

El tamaño de muestra abarcó 15 agricultores de las comunidades de Pampa Yampara, Quirahuani y Alcantari, los cuales habían sido estratificados según su nivel socio económico en agricultores subsistentes, estacionarios y excedentarios.

Los resultados de la observación y encuestas a nivel de parcela y de familia, mostraron que de los 15 agricultores, el 6.7% utilizó el control físico y químico, y que el 26.7% no utilizó ninguno de ellos. Otros 26.7% sólo utilizaron el control físico, 26.7% el control físico con el químico, pero sólo con una aplicación del insecticida a la emergencia del cultivo. El 13.3% de los agricultores no utilizaron el control físico, pero sí utilizaron el control químico en dos oportunidades, a la emergencia y primer aporque (Figura 71). En resumen, los agricultores utilizaron más el componente físico (60%) que el químico (20 + 26.7 = 46.7%), por ser más fácil, rápido, barato y apropiado a las condiciones de mano de obra existentes dentro la familia.

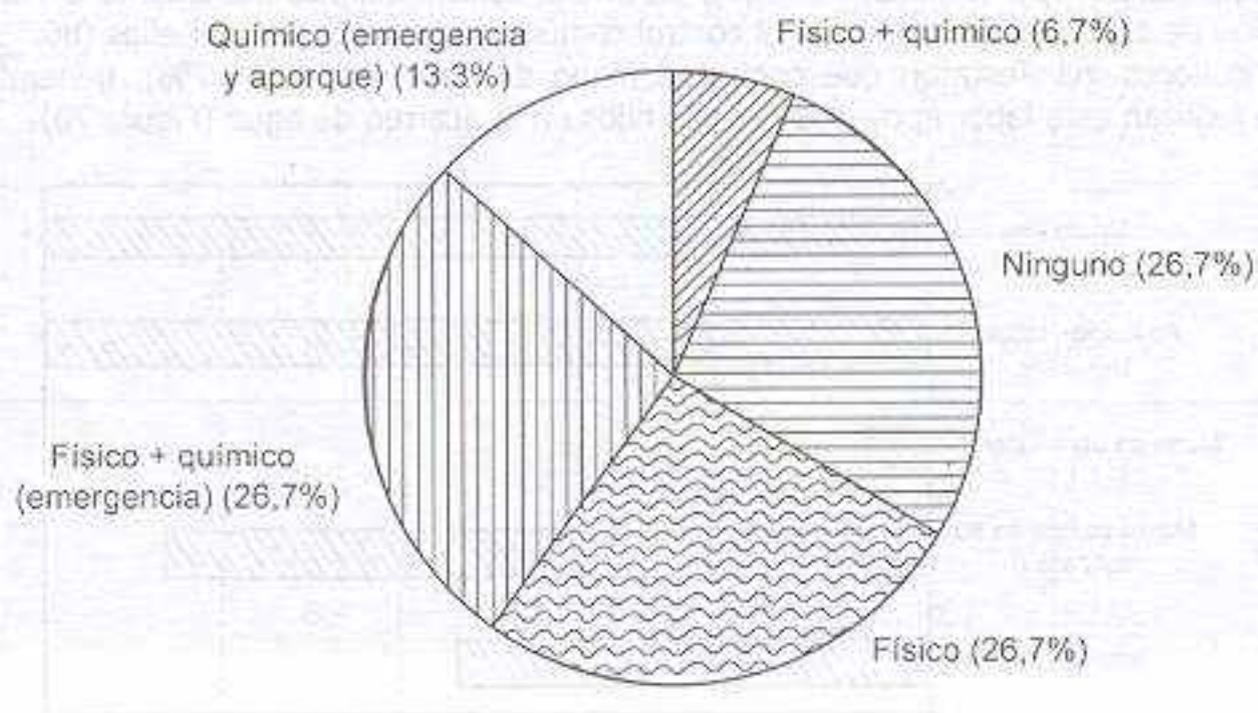


Figura 71. Adopción de los componentes del MIP-R. *tucumanus* por parte de los agricultores en Pampa Yampara, Quirahuani y Alcantari (Yamparaez, Chuquisaca).

4.2.4.1. Factores que influyen en la adopción de los componentes del MIP-R. *tucumanus*

Las encuestas (tamaño de muestra = 15 agricultores), indicaron que existen varios factores relacionados con la adopción de los componentes MIP, algunos factores facilitaron y otros limitaron su uso. En criterio de los agricultores, las limitaciones en el uso del MIP-Gorgojo son la migración, recursos financieros y los riesgos climáticos.

4.2.4.1.1. Migración

El agricultor migra a otro lugar con el propósito de incrementar sus ingresos económicos, y que no lo consigue en su propia comunidad. El proceso migratorio fue temporal e involucró al 60% de los agricultores encuestados en las tres comunidades estudiadas (Pampa Yampara, Quirahuani y Alcantari).

a) Efecto de la migración sobre la adopción del control físico

En general, la migración tuvo poca influencia en la adopción del control físico, ya que los agricultores migrantes retornan a su lugar de origen en la época de siembra (octubre-noviembre). El 44% de los agricultores migrantes, indicaron que a su retorno a su comunidad les resultó difícil coordinar las actividades del embolsado de los tubérculos semilla y la siembra, debido a las repentinas precipitaciones pluviales. En cambio, el resto de los agricultores migrantes (44.4%) y que después de la siembra volvieron a migrar, indicaron que no tuvieron dificultades en el control físico de sus tubérculos semilla. Un sólo agricultor migrante (11.2%) no aplicó este control por no disponer de semilla a tiempo.

Los agricultores subsistentes y algunos estacionarios indicaron que producen papa para su alimentación y migran para obtener ingresos económicos, en cambio, los agricultores excedentarios migran para incrementar sus ingresos que perciben de la comercialización de su producción. Los agricultores subsistentes no pueden comercializar su producción sino en años cuando las cosechas son abundantes y que coinciden con lluvias suficientes.

b) Efecto de la migración sobre la adopción del control químico

Se estableció que el 22.2% de los agricultores encuestados tienen acceso al control químico vía migración temporal, ya que la migración tiene entre otros objetivos justamente la adquisición de insumos químicos, principalmente entre los agricultores estacionarios y subsistentes. El 33.3% de los agricultores identificó a la migración como una actividad que incide directa o indirectamente en el uso parcial de éste control. El efecto directo se da entre los agricultores subsistentes y estacionarios que participan en los mercados de trabajo fuera de sus comunidades, los cuales a su vez son una fuente importante para financiar la compra de insumos químicos, entre otras necesidades. En cambio, el efecto indirecto se da entre los agricultores excedentarios, quienes no parecen tener muchas dificultades en la adquisición de dichos insumos, y que sin embargo, su ausencia temporal interrumpe la continuidad de los trabajos de control.

La migración como factor que excluye el uso del control químico, se da específicamente entre los agricultores subsistentes y estacionarios, que se ausentan no sólo en los meses de estiaje, lo cual les imposibilita incorporar el control químico (22.2%).

4.2.4.1.2. Recursos económicos

a) Efecto de los recursos económicos del agricultor sobre el control físico

Se determinó que el control físico (embolsado de los tubérculos semilla en bolsas plásticas transparentes) es viable para los agricultores de los tres estratos socioeconómicos. El 86.6% del total de los agricultores encuestados (14 agricultores), identificaron para el control físico varias ventajas que favorecieron su aplicación. La única limitante de acuerdo a los agricultores para utilizar el control físico fue el lugar de venta y no así el precio de las bolsas plásticas, aunque algunos agricultores confundieron o desconocieron las características en cuanto a su grosor, color y tamaño.

b) Efecto de los recursos económicos del agricultor sobre el uso del control químico

De un análisis comparativo entre los diferentes estratos socioeconómicos que utilizaron o no el control químico, se determinó que el 60% de los agricultores excedentarios incorporaron capital con mayor facilidad respecto a los otros dos grupos de agricultores, y que este componente no es exclusivo de los agricultores excedentarios, también lo utilizaron los estacionarios (40%) y subsistentes (40%). El resto de los agricultores excedentarios (40%), no empleó el control químico con el insecticida Carbofuran, debido a su costo comparativamente superior al de los insecticidas que ellos normalmente utilizan; y entre los agricultores subsistentes y estacionarios el 60% no aplicaron insecticidas porque migraron y/o por falta de recursos económicos, y desconocimiento del nombre del insecticida.

4.2.4.1.3. Riesgos climáticos

En la agricultura, las condiciones naturales y económicas son las que deciden que los agricultores opten cambios dentro su actividad agrícola.

En función de las primeras lluvias repentinas, algunos agricultores (33.3%) manifestaron que por esta razón, les fue difícil coordinar oportunamente las labores de embolsado de los tubérculos semilla y siembra. Esta situación fue mucho más complicada para los agricultores migrantes que retornaron del interior (66.7%) y que además no disponían de semilla suficiente y/o dependían de la disponibilidad de yunta para la siembra.

En esta lógica, también las actividades del control químico fueron fuertemente condicionadas a las condiciones de clima. Los agricultores que no practicaron el control químico (33.3%), tuvieron razones para no hacerlo, es así que uno de los agricultores expresó lo siguiente: "durante la primera curada me atrasado porque llovía mucho y en la segunda, no me he animado, porque seguía lloviendo y mi cultivo se estaba amarillando, y el suelo seguía muy húmedo; y no convenía gastar dinero en un año como éste, ahora la papa se está pudriendo y es muy menuda, no creo que me den buen precio".

El resto de los agricultores que no utilizaron insecticidas (66.6%), explicaron su decisión a su entorno físico-climático. Los suelos oscuros y con bastante materia orgánica, además de las altas precipitaciones pluviales hizo decidir a algunos agricultores no aplicar insecticidas, dado que la proliferación y daño del gusano de la papa y de otras plagas, es restringida en estas condiciones.

4.2.5. Ventajas y desventajas de los componentes físico-químicos del MIP- *R. tucumanus* en criterio del agricultor

Las ventajas o desventajas que conllevan el uso de una tecnología, en la mayoría de los casos, determina su adopción. En el caso de los componentes físico y químico del MIP- *R. tucumanus*, el 60% de los agricultores usaron el control físico por ofrecer mayores ventajas que el control químico, el cual fue utilizado sólo por el 46.7% de los agricultores.

4.2.5.1. Ventajas

Las ventajas que pudieron percibir los agricultores al utilizar el control físico fueron: la facilidad (55.5%) y bajo costo (33.3%) de su aplicación, el reducido tiempo en su ejecución (66.6%) y la rápida apreciación visual del efecto de este control, es decir, que observaron a los gorgojos que abandonaron los tubérculos al cabo de seis días después de embolsarlos (44.4%) (Figura 72).

Por otra parte, con el control químico en campo, los agricultores obtuvieron una mayor reducción de daño del gusano blanco en la papa (100%) y menor daño por otras plagas que atacan al follaje (57.1%). Asimismo, manifestaron que los tubérculos cosechados tuvieron mejor apariencia (71.4%) (Figura 72).

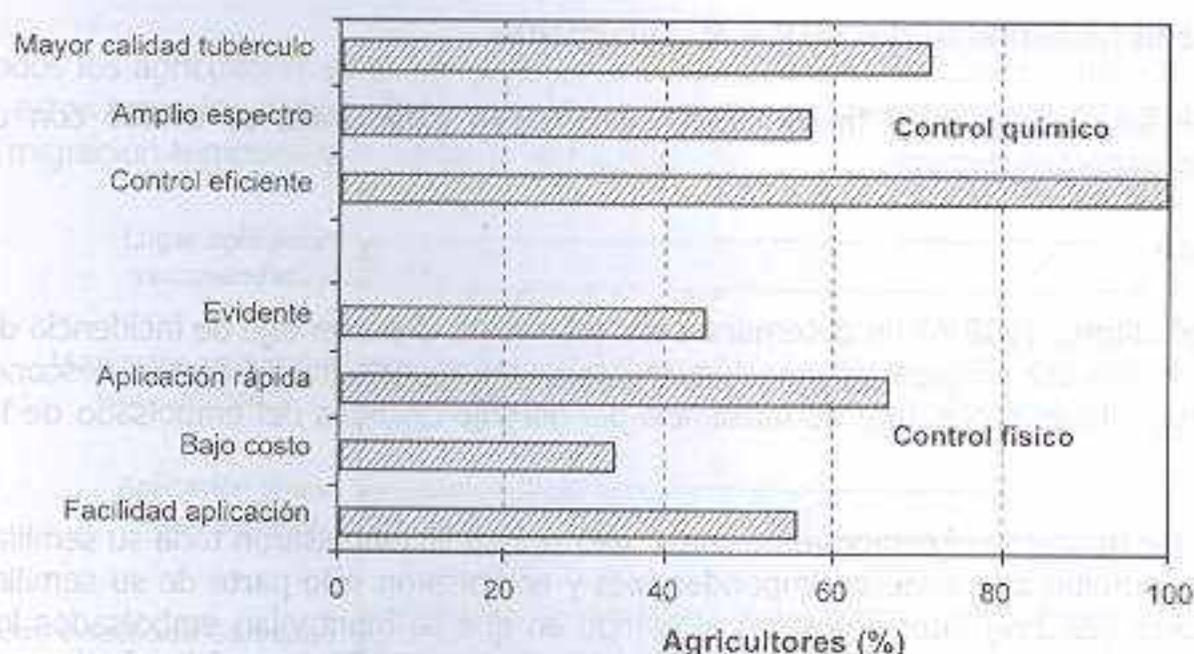


Figura 72. Ventajas en la preferencia del control físico y químico de *R. tucumanus*.

4.2.5.2. Desventajas

Entre las desventajas identificadas del control físico, los agricultores mencionaron que la práctica requirió mucho cuidado durante su ejecución (44.4%) y que es necesario anticipar el trabajo (33.3%). Asimismo, se mencionó la susceptibilidad que presentaron las variedades Waych'a y Revolución a la pudrición, al cabo del sexto día de embolsado (11.1%) (Figura 73).

Para con el componente químico, los agricultores identificaron como desventajas al empleo de mayor tiempo (71.4%) y esfuerzo (85.7%) en su aplicación en relación a lo que ellos normalmente emplean al aplicar insecticida al follaje. Por otro lado, manifestaron que el control químico incrementa la mano de obra familiar para el traslado de agua y en algunos casos para realizar las aplicaciones (42.8%), también mencionaron que para aplicar el insecticida alquilan y no disponen por mucho tiempo de una mochila fumigadora (14.2%) (Figura 73).

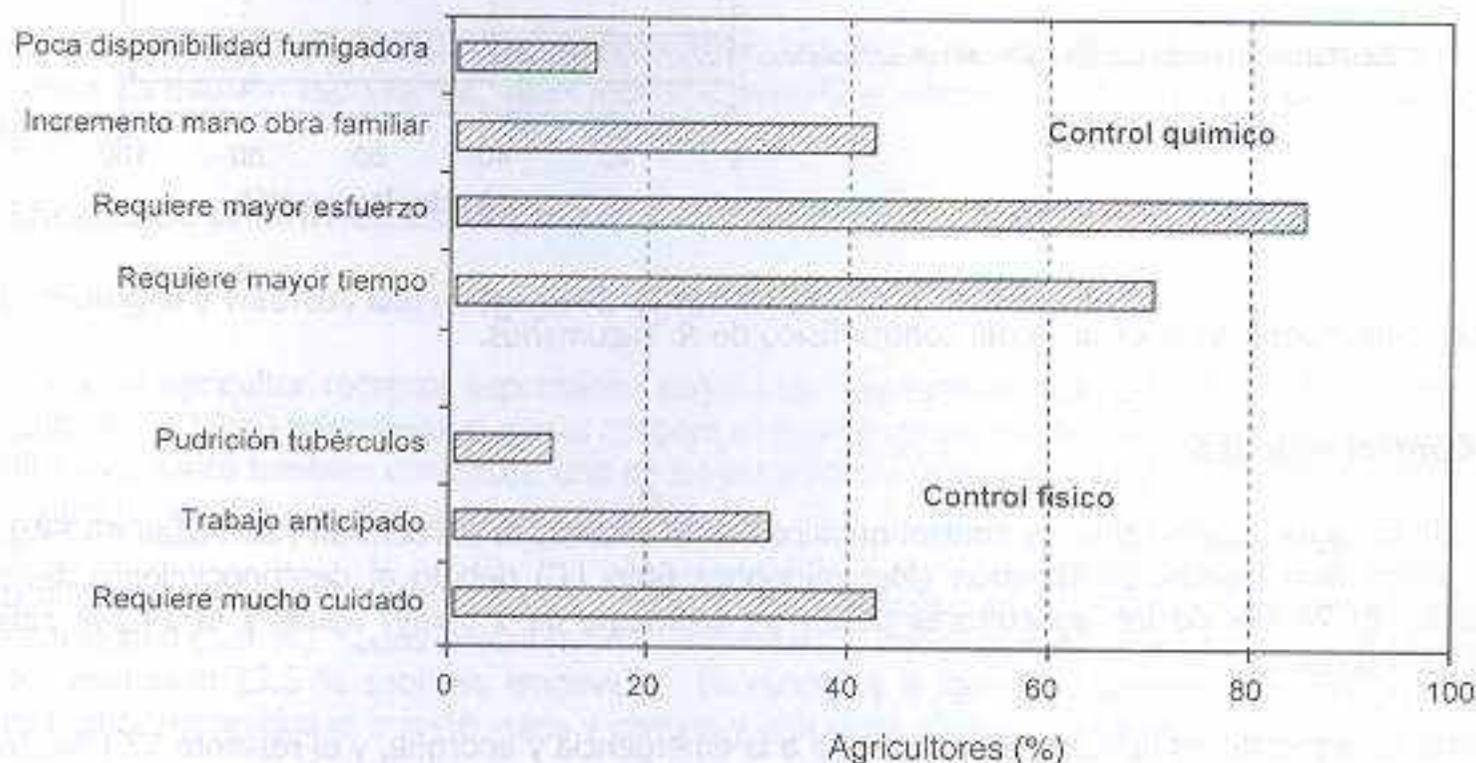


Figura 73. Desventajas en las preferencias de parte del agricultor por el control físico y químico de *R. tucumanus*.

4.2.6. Evaluación de la factibilidad del MIP – *R. tucumanus*

La eficacia de uso de los componentes físico-químico del MIP-*R. tucumanus*, se evaluó con una encuesta sistemática que incluyó aspectos técnicos.

4.2.6.1. Control físico

Se observó que los agricultores (100%) no determinan correctamente el porcentaje de incidencia del gorgojo en su semilla, sino que lo hacen por simple aproximación o tanteo. Este aspecto incidió que su desconocimiento sea total cuando se les preguntó el porcentaje de incidencia del gorgojo después del embolsado de los tubérculos semilla.

Entre los agricultores que utilizaron el componente físico, sólo el 55.5 % embolsaron toda su semilla durante seis días, el resto (44.4 %) admitió que tuvieron imponderables y embolsaron sólo parte de su semilla. Algunos de estos últimos agricultores (22.2%) interrumpieron el tiempo en que se mantenían embolsados los tubérculos, cuando lograron disponer de yunta para la siembra, en cambio el resto (22.2%) por falta de tiempo postergaron el desembolsado hasta el séptimo y octavo día. En estos dos últimos casos, algunos tubérculos se deterioraron o pudrieron (11.1%).

Por otro lado, el 73.3 % de los agricultores reconoció haber tenido dificultades en la adquisición de las bolsas de plástico, y al 66.7% les resultó problemático el proceso del embolsado (Figura 74).

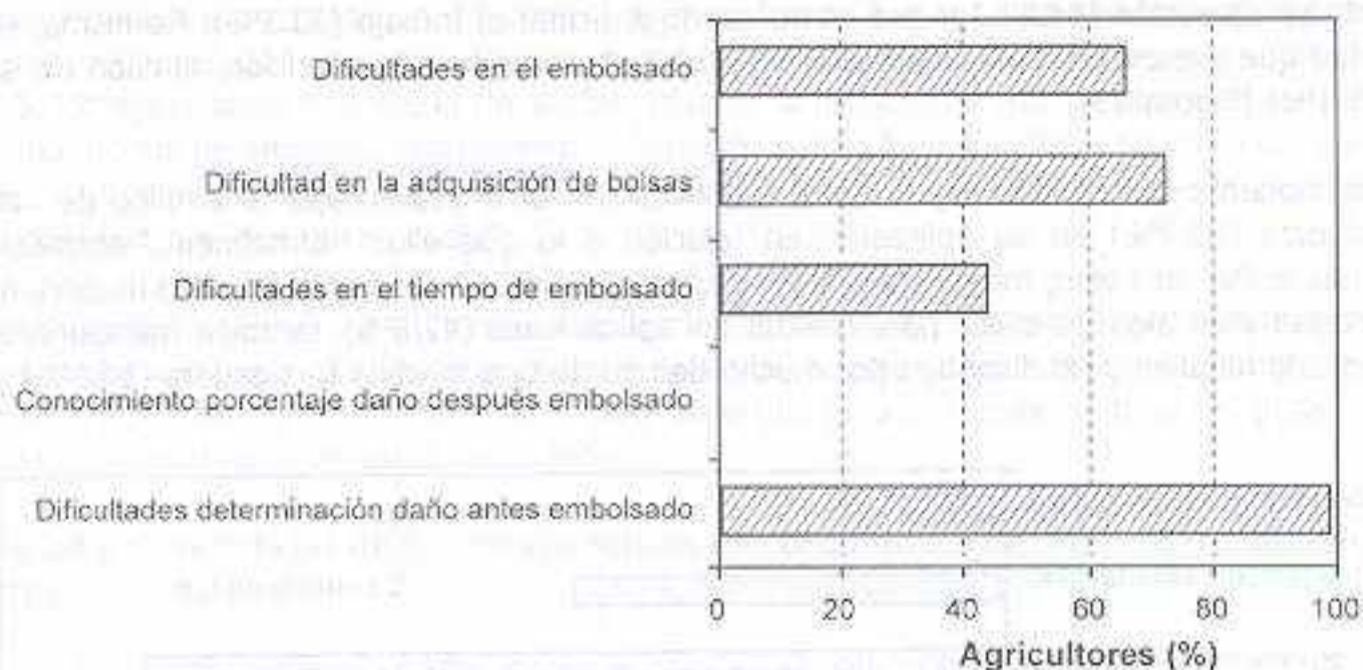


Figura 74. Dificultades en la eficacia del control físico de *R. tucumanus*.

4.2.6.2. Control químico

El 85.7 % de los agricultores utilizó el control químico con el insecticida Carbofuran (Carbodan 48 FW), sólo un agricultor aplicó otro insecticida Tamaron (Metamidophos 60% LC) debido al desconocimiento del producto recomendado. El 71.4% de los agricultores utilizó un promedio de 2.6 ml/l agua, y el 14.3% aplicó dosis inferiores a los prescritos.

El 42.9 % de los agricultores aplicaron el insecticida a la emergencia y aporque, y el restante 57.1 %, solamente a la emergencia, como efecto de la migración y factores climáticos. El 85.7% aplicó el insecticida al cuello de la planta y su alrededor, a la emergencia y antes del aporque. Un sólo agricultor (14.3%) aplicó el insecticida al follaje y al suelo (Figura 75).

Finalmente, todos los agricultores señalaron que continuarán utilizando el control químico contra *R. tucumanus*, el 53.3% de estos usuarios potenciales propusieron formas de solución para la adquisición inmediata del insecticida, la migración temporal y la venta de sus cosechas.

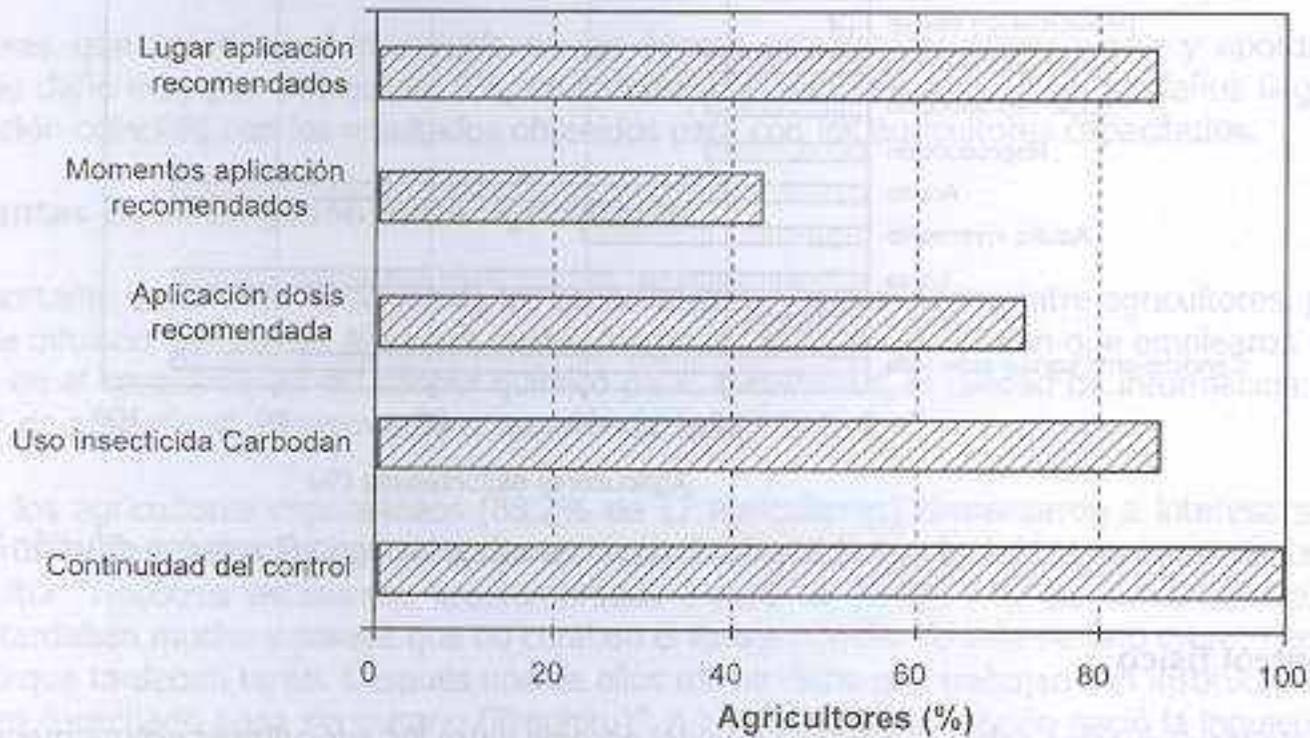


Figura 75. Eficacia de uso del control químico de *R. tucumanus* por parte de los agricultores.

4.2.7. Difusión espontánea del MIP-*R. tucumanus*

Con la hipótesis de que con la capacitación de determinados grupos de agricultores, el entorno puede ser sujeto de cambio o pasividad frente al conocimiento incorporado, se evaluó la forma de difusión espontánea del MIP-*R. tucumanus* en los agricultores de las comunidades estudiadas que no recibieron capacitación, es decir, que no tuvieron contacto con ningún agente de cambio que no sean los agricultores que validaron el MIP.

De acuerdo a observaciones directas y confirmadas por encuestas, se identificó 17 agricultores usuarios del control químico vía difusión espontánea, abarcando una superficie estimada de 13.05 has y un promedio de 0.77 has por agricultor.

4.2.7.1. Eficacia de la difusión espontánea

4.2.7.1.1. Biología y hábitos del gorgojo *R. tucumanus*

Se observó que el agricultor receptor espontáneo conoce parcialmente el ciclo de vida de *R. tucumanus*. Muy pocos agricultores (17.6%) mencionaron que el gorgojo se reproduce por medio de huevos y otro número mayor, que el adulto invernante también constituye uno de los estadios de desarrollo (41.2 %), al igual que los de larva y adulto, cuales fueron los que más conocían (100%).

Pocos agricultores espontáneos sabían como, donde y en que época se reproduce el gorgojo (23.5%) y su diferenciación sexual (5.9 %). Todos describieron el hábitat del gorgojo adulto, sin embargo ignoraron su hábito alimenticio y apenas el 23.5 % sabía su longevidad. En cuanto a la forma de diseminación del gorgojo, varios agricultores mencionaron que el insecto vuela y camina y que tiene alas, y el 58.8 % afirmó que camina (Figura 76).

Finalmente, todos los agricultores señalaron que continuarán utilizando el control químico contra *R. tucumanus*, el 53.3% de estos usuarios potenciales propusieron formas de solución para la adquisición inmediata del insecticida, la migración temporal y la venta de sus cosechas.

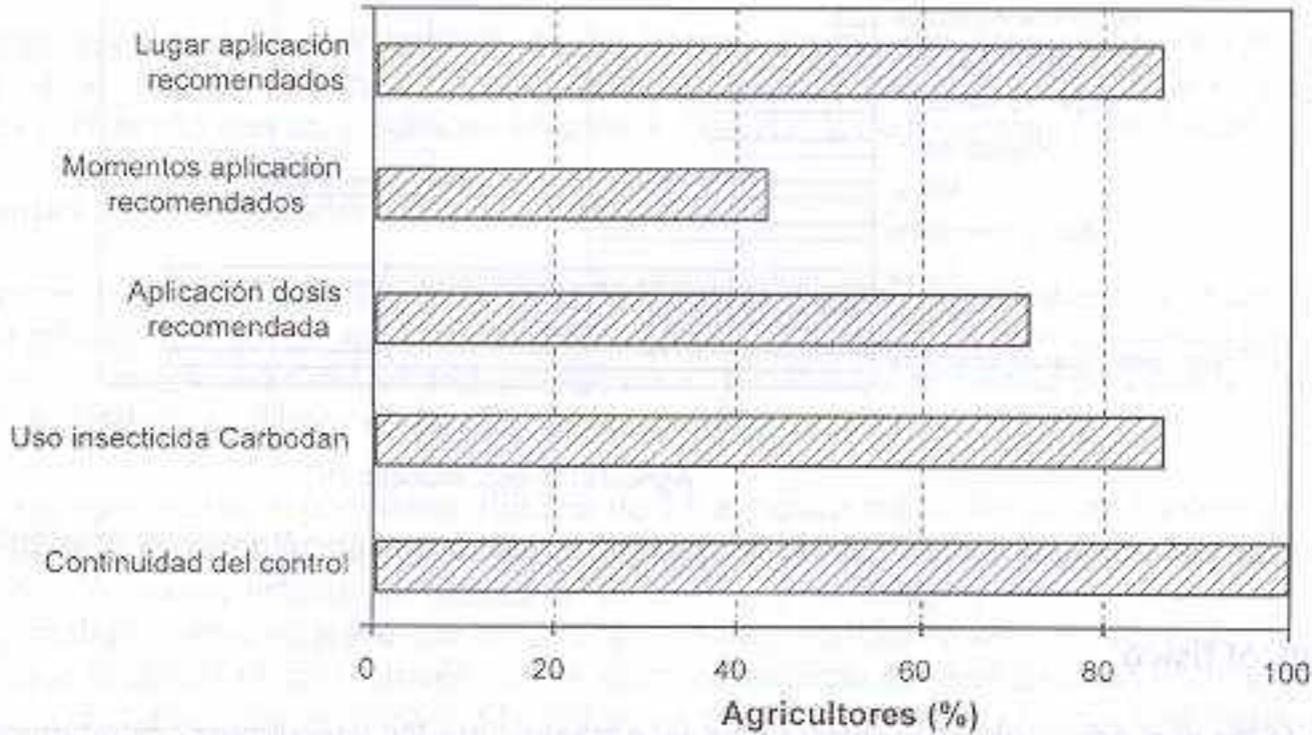


Figura 75. Eficacia de uso del control químico de *R. tucumanus* por parte de los agricultores.

4.2.7. Difusión espontánea del MIP-*R. tucumanus*

Con la hipótesis de que con la capacitación de determinados grupos de agricultores, el entorno puede ser sujeto de cambio o pasividad frente al conocimiento incorporado, se evaluó la forma de difusión espontánea del MIP-*R. tucumanus* en los agricultores de las comunidades estudiadas que no recibieron capacitación, es decir, que no tuvieron contacto con ningún agente de cambio que no sean los agricultores que validaron el MIP.

De acuerdo a observaciones directas y confirmadas por encuestas, se identificó 17 agricultores usuarios del control químico vía difusión espontánea, abarcando una superficie estimada de 13.05 has y un promedio de 0.77 has por agricultor.

4.2.7.1. Eficacia de la difusión espontánea

4.2.7.1.1. Biología y hábitos del gorgojo *R. tucumanus*

Se observó que el agricultor receptor espontáneo conoce parcialmente el ciclo de vida de *R. tucumanus*. Muy pocos agricultores (17.6%) mencionaron que el gorgojo se reproduce por medio de huevos y otro número mayor, que el adulto invernante también constituye uno de los estadios de desarrollo (41.2%), al igual que los de larva y adulto, cuales fueron los que más conocían (100%).

Pocos agricultores espontáneos sabían como, donde y en que época se reproduce el gorgojo (23.5%) y su diferenciación sexual (5.9%). Todos describieron el hábitat del gorgojo adulto, sin embargo ignoraron su hábito alimenticio y apenas el 23.5% sabía su longevidad. En cuanto a la forma de diseminación del gorgojo, varios agricultores mencionaron que el insecto vuela y camina y que tiene alas, y el 58.8% afirmó que camina (Figura 76).

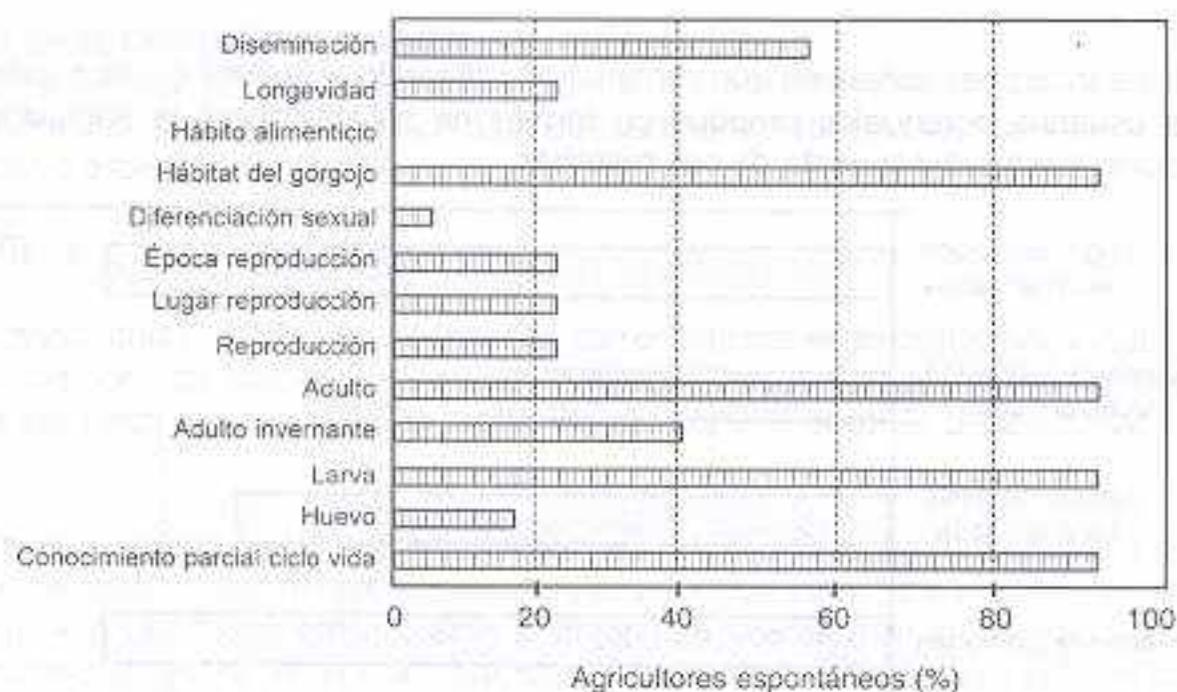


Figura 76. Conocimiento de la biología y hábitos de *R. tucumanus* por los agricultores con difusión "espontánea".

4.2.7.1.2. Control físico

Los resultados de las encuestas sobre el control físico del gorgojo entre los agricultores espontáneos, descartaron que haya existido un diálogo comunicacional sobre el particular entre ellos y los agricultores que validaron el MIP-*R. tucumanus*. La explicación que se dio a este resultado, fue que la práctica del embolsado se efectúa dentro el almacén y esta ubicación impidió que la práctica sea percibida y luego cuestionada por los agricultores espontáneos. Además resultó claro que la difusión informal de este componente fue complicado difundirlo por ser una práctica completamente novedosa.

Muchos agricultores espontáneos reconocieron tener limitados conocimientos sobre el control físico, que no abarcó más de haber escuchado sobre el "embolsado de los tubérculos semilla", por lo que supusieron que "al interior de las bolsas de plástico se efectuaba algún tratamiento químico que eliminaba al gusano de la papa", siendo ésta suposición absolutamente contraria a los principios de este control.

4.2.7.1.3. Control químico

Los agricultores espontáneos se enteraron adecuadamente del control químico, mencionaron el nombre del insecticida (100%), lugar de aplicación (82.5%), número y épocas de aplicación (70.6%); sin embargo, pocos conocían la dosis (55.9%) y el momento de aplicación del producto (29.4%) (Figura 77).

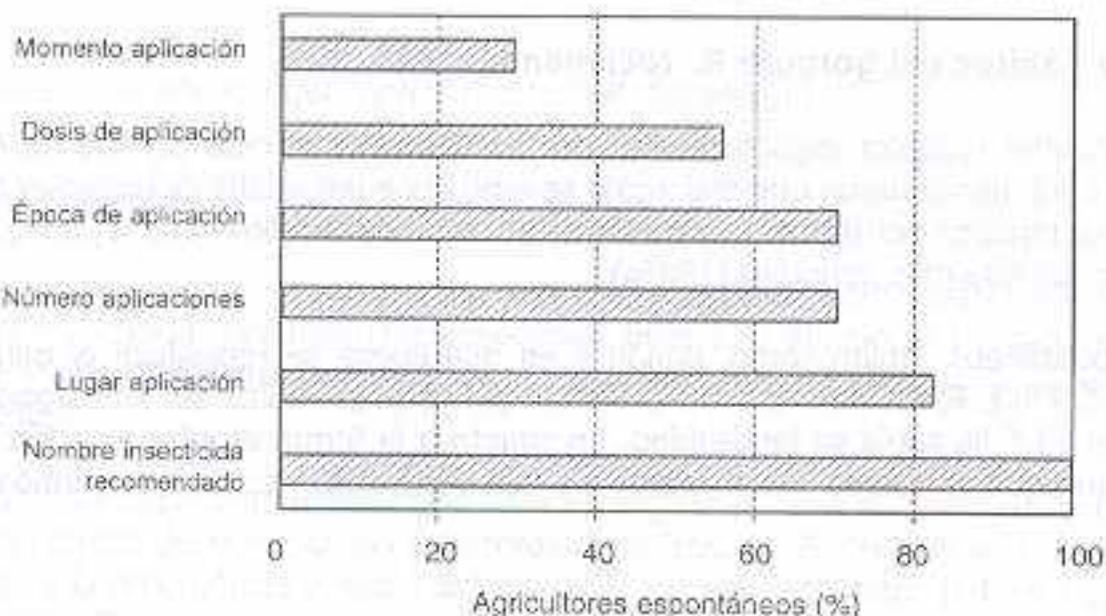


Figura 77. Eficacia de uso del control químico de *R. tucumanus* por agricultores espontáneos.

4.2.7.2. Eficiencia del control químico practicado por agricultores "espontáneos"

La eficiencia de la replica de las prácticas de control químico en manos de agricultores no capacitados se midió a través del porcentaje de daño en sus tubérculos cosechados.

Los agricultores que aplicaron el insecticida en las épocas establecidas (emergencia y aporque) obtuvieron incidencias de daño muy por debajo del 5%, en cambio, con una sola aplicación los daños llegaron a 21.5%. Esta información coincidió con los resultados obtenidos para con los agricultores capacitados.

4.2.7.3. Fuentes de información entre agricultores

Fue muy importante determinar el origen de los conocimientos y experiencias entre agricultores, para establecer los canales de difusión que utiliza. Al menos cuatro fueron los canales de difusión que emplearon los agricultores espontáneos en el conocimiento del control químico de *R. tucumanus*, la calidad de información extraída de los mismos varió de acuerdo al conocimiento o experiencia transmitida.

Por ejemplo, los agricultores espontáneos (88.2% de 17 agricultores) comenzaron a interesarse en el control químico a partir de su percepción de la práctica en campo. Esta situación se reflejó en la siguiente manifestación de un agricultor "Nosotros estábamos acostumbrados a curar el follaje y lo hacíamos rápido, pero algunos compañeros tardaban mucho y parece que no curaban el follaje nomás. Yo veía de rato en rato desde mi terreno y no sabía porque tardaban tanto. Después uno de ellos me ha dicho que trabajan con instituciones y que el año pasado habían cosechado papa sin gusano (llimphitu)". A través de la percepción nació la inquietud y curiosidad por conocer el "jampi" y el modo de "curar", esta inquietud la reforzó con consultas a otras fuentes.

Los agricultores espontáneos también lograron informarse del control químico por otras fuentes, como de los parientes (11.8 %), amigos (35.3%), vecinos (17.6%) y técnicos (35.3%) (Figura 78).

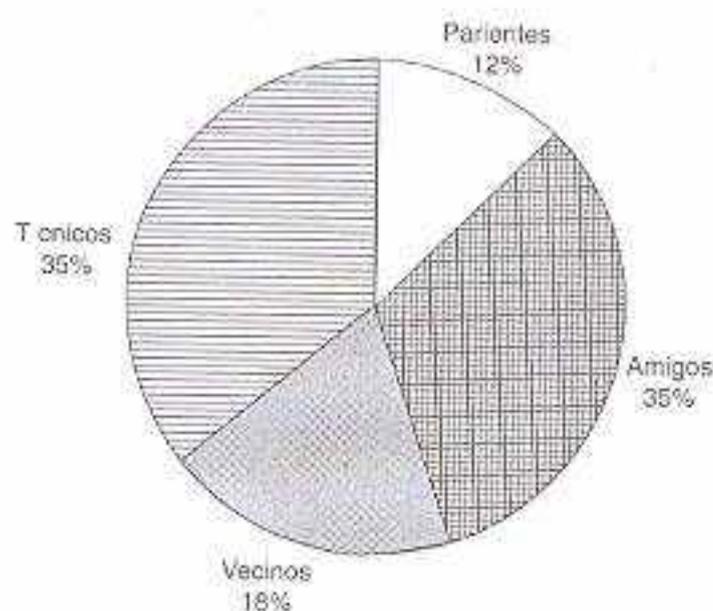


Figura 78. Canales de difusión espontánea.

Los amigos y técnicos desempeñaron un mayor y mejor papel en la difusión de la información sobre el control químico en relación a los parientes y vecinos. La escasa comunicación existente entre parientes y vecinos tuvo explicación en los aspectos de la competitividad por obtener mejores cosechas y precios de venta. Lo cual casi siempre repercute en desmedro y retroceso socioeconómico de los agricultores que no siempre son sujetos de programas de capacitación.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBARRACIN, M. L., CALDERÓN, R. 1994. Pruebas de patogenicidad del gorgojo de los Andes *Premnotrypes* spp. con *Beauveria* spp. en laboratorio. In Informe anual 1993-94 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E.31-34.
- ALBARRACIN, M. L. 1997. Pruebas preliminares del uso del hongo *Beauveria brongniartii* para el control de los gorgojos de los Andes *Premnotrypes latithorax* y *Rhigopsidius tucumanus*. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinarias "Martín Cardenas", Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 95p.
- ALURRALDE, J., J. QUIROGA, G. THIELE, O. BAREA. 1995. Determinación de los factores limitantes en la producción de papa en Chuquisaca (zonas de Pampa Lupiara, Pampa Yampara y Sauci Mayu). In Informe anual 1994-95 IBTA-PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. I.18-20.
- ANDREW, R. 1991. Formación e implementación del museo entomológico de los insectos asociados a la papa. In Informe anual 1990-91 IBTA -PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. 95.
- ANDREW, R., J. HERBAS, C. CARVAJAL. 1991. Biología, dinámica poblacional y avances en el control del gorgojo de los Andes *Premnotrypes latithorax* (Coleoptera: Curculionidae). In Informe anual 1990-91 IBTA-PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 125p: 38-39.
- ANDREW, R., J. HERBAS. 1991. Diagnóstico de las principales plagas que afectan al cultivo de la papa, sus hospederas y enemigos naturales. In Informe anual 1990-91 IBTA-PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp.35-36.
- ANDREW, R., J. HERBAS. 1992. Manejo Integrado del gorgojo de los Andes *Premnotrypes latithorax*. In Informe anual 1991-92 IBTA-PROINPA. Pp. 102-104.
- ANDREW, R., R. CALDERÓN, L. CRESPO, J. HERBAS. 1999. Biología y comportamiento del Gorgojo de los Andes *Premnotrypes* spp. Ficha técnica No.1-1999. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- ANDREW, R., R. CALDERÓN, L. CRESPO, J. PEREZ. 1998. Evaluación de la bacteria *Bacillus thuringiensis* en el control del gorgojo de los Andes *Premnotrypes* spp. y *R. tucumanus*. In informe anual 1997-98 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- ANDREW, R. E. GABRIEL, L. CRESPO, J. PEREZ, BAYER, NOVARTIS, AGRIPAC. 1998. Control en campo del gorgojo de los Andes. In informe anual 1997-98 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- ARANO, J., R. CALDERÓN, L. CRESPO, J. PEREZ. 1995. Manejo Integrado del Gorgojo de los Andes *Premnotrypes* spp. In Informe anual 1994-95 IBTA-PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E.20-21.
- BAREA, O., C. BEJARANO. 1999. Evaluación de insecticidas de baja toxicidad para su integración en el MIP-Gorgojo (*R. tucumanus*) en Chuquisaca. In informe anual 1998-99. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- BAREA, O., R. ANDREW, J. VARGAS. 1997. Biología, daño y control químico del gorgojo de los Andes, *Rhigopsidius tucumanus*, Heller. In Revista Latinoamericana de la Papa, ALAP. Vol. 9 (10): p. 96-105.
- BAREA, O. 1992. Diagnóstico de plagas para determinar su importancia. En informe anual 1991-92 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. 216-217.
- BAREA, O., J. VARGAS. 1992. Biología y control del gorgojo de los Andes. En informe anual 1991-92 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. 219-222.

- BARRIGA, M. L. 1994. Estrategias de control químico del gorgojo de los Andes *Rhigopsidius tucumanus* en el cultivo de papa. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Forestales, Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. Sucre, Bolivia. 105p.
- BEJARANO, C. 1994. Estrategias de control del gorgojo de los Andes *Rhigopsidius tucumanus* en Chuquisaca. In Informe Anual IBTA PROINPA 1993-94. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E.1-III.E.5.
- BEJARANO, C. 1995. Control biológico del gorgojo de los Andes *Rhigopsidius tucumanus* con *Beauveria* spp. en condiciones de campo. In Informe anual IBTA PROINPA 1994-95. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E.6-8.
- BEJARANO, C., AGROPECUARIAS. 1997. Control químico de *R. tucumanus* en campo. In Informe anual IBTA-PROINPA 1996-97. Cochabamba, Bolivia.
- BEJARANO, C., F. E. GONZALES. 1995. Evaluación de componentes del Manejo Integrado del gorgojo de los Andes *Rhigopsidius tucumanus*. In Informe anual IBTA PROINPA 1994-95. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E.4-6.
- BEJARANO, C., O. BAREA. 1996. Control de la plaga *R. tucumanus* en la semilla, empleando bolsas plásticas. In Informe anual 1995-96 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E.3-5.
- BEJARANO, C., O. BAREA. 1996. Control del gorgojo de los Andes *Rhigopsidius tucumanus* con barreras físicas, para la producción de tubérculos semilla. In Informe anual IBTA- PROINPA 1995-96. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E.1-2.
- BEJARANO, C., O. BAREA. 1996. Control químico de *Rhigopsidius tucumanus* en campo con insecticidas selectivos. In Informe anual IBTA-PROINPA 1995-96. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E.10-12.
- BEJARANO, C., P. MENDOZA. 1995. Control del gorgojo de los Andes *Rhigopsidius tucumanus* dentro del tubérculo con repelentes y seguimiento en campo. In Informe anual IBTA-PROINPA 1994-95. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E.1-3.
- BEJARANO, C., PROSEMPA, FAO. 1997. Control de *R. tucumanus* en la semilla y seguimiento en campo. In Informe anual 1996-97 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- BEJARANO, C., R. ANDREW. 1993. Ensayo de control y fluctuación poblacional de *R. tucumanus*. In Informe anual IBTA PROINPA 1992-93. Cochabamba, Bolivia. Pp. 151-154.
- BEJARANO, C., J. L. ESCALANTE. 1997. Validación y difusión de componentes MIP-*R. tucumanus*. En Informe anual 1996-97 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 6p.
- BORDA, E. 1994. Control del gorgojo de los Andes *Premnotrypes latithorax* en la producción de tubérculos semilla de papa. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Forestales "Martín Cárdenas". Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 65p.
- BUSTAMANTE, J., R. ESPRELLA, R. BOTELLO, C. CALDERON, J. PEREZ, A. CASTILLO. 1995. Diagnóstico multidisciplinario en La Paz (Altiplano Central), comunidades de Pumani y Kollana. In Informe anual IBTA PROINPA 1994-95. Cochabamba, Bolivia. Pp. 11-5.
- BUSTAMANTE, J., R. TORREZ, CONSEJO REGIONAL DE SEMILLAS LA PAZ. 1994. Diagnóstico multidisciplinario en el Altiplano Norte, La Paz. In Informe anual IBTA PROINPA 1993-94. Cochabamba, Bolivia. Pp. I.14-I.18.
- CABALLERO, F., W. KNUTTI. 1992. Control químico del gusano blanco de la papa *Premnotrypes latithorax*. In Resúmenes de la Segunda Reunión Nacional de la Papa (del 22-25 de septiembre de 1992, Cochabamba, Bolivia). Cochabamba, Bolivia. Pp. 22.

- CALDERÓN, R. 1993. Encuestas a agricultores sobre el gorgojo de los Andes *Premnotrypes latithorax* en Candelaria, Cochabamba. In Informe Anual IBTA PROINPA 1992-93. Cochabamba, Bolivia. Pp. 163-165.
- CALDERÓN, R. 1993. Determinación y eliminación de focos de infestación del gorgojo *P. latithorax* en Candelaria, Cochabamba. In informe anual IBTA-PROINPA 1992-93. Cochabamba, Bolivia. Pp. 166-168.
- CALDERÓN, R. 1994. Encuestas a agricultores sobre el gorgojo de los Andes *Premnotrypes latithorax* en Candelaria y Cotani, Cochabamba. In informe anual IBTA-PROINPA 1993-94. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E.16-17.
- CALDERÓN, R. 1994. Control químico del gusano blanco *Premnotrypes* spp. In Informe anual IBTA PROINPA 1993-94. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E.29-30.
- CALDERÓN, R. 1994. Ensayos de Manejo Integrado del gorgojo de los Andes *Premnotrypes latithorax*. In Informe anual IBTA PROINPA 1993-94. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E. 35-36.
- CALDERÓN, R., C. PERPICH, PRACIPA, CIP. 1994. Recolección de especímenes, clasificación y distribución. In Informe anual 1993-94 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. III:E:18-20.
- CALDERÓN, R., J. HERBAS. 1993. Determinación y eliminación de focos de infestación. In Informe Anual IBTA-PROINPA 1992-93. Cochabamba, Bolivia. Pp. 166-168.
- CALDERÓN, J., J. QUIROGA, R. MONTECINOS, R. IBARRA. 1995. Determinación de limitantes agrosocioeconómicos del cultivo de papa en dos zonas de producción de Potosí. In Informe anual IBTA PROINPA 1994-95. Cochabamba, Bolivia. Pp. I.21-24.
- CALDERÓN, R., L. CRESPO, J PEREZ. 1996. Manejo Integrado del Gorgojo de los Andes *Premnotrypes latithorax*. In Informe anual IBTA PROINPA 1995-96. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E,25-26.
- CALDERÓN, R., L. CRESPO, J. ARANO. 1996. Evaluación sobre el conocimiento, aceptación y adopción de componentes del manejo Integrado del Gorgojo de los Andes.
- CALDERÓN, R., L. CRESPO, J. ARANO, J. PEREZ. 1995. Control químico del gusano blanco de la papa *Premnotrypes latithorax*. In Informe anual IBTA PROINPA 1994-95. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E.16-17.
- CALDERÓN, R., L. CRESPO, PRACIPA, CIP. 1994. Eliminación de focos de infestación del Gorgojo de los Andes *Premnotrypes* spp. In Informe anual IBTA PROINPA 1993-94. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E.27-28.
- CALDERÓN, R., L. CRESPO, R. OROS. 1997. Perfiles electroforéticos para la confirmación de especies del gorgojo de los Andes. In Informe anual IBTA PROINPA 1997-98. Cochabamba, Bolivia.
- CALDERÓN, R., L. CRESPO, R. OROS, J. PEREZ, J. FRANCO. 1997. Perfiles electroforéticos para la confirmación de especies del gorgojo de los Andes. In Informe anual IBTA PROINPA 1996-97. Cochabamba, Bolivia.
- CALIZAYA, V. 1999. Susceptibilidad del gorgojo de los Andes (*Premnotrypes* spp.) a insecticidas de mayor uso en tres comunidades de La Paz. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Universidad Técnica de Oruro. Oruro, Bolivia. 84p.
- CALVACHE, H. 1987. Memorias de la reunión anual 1987. Control del gusano blanco *P. vorax*. Panamá. PRACIPA. Pp 43-118.
- CALVACHE, H. 1988. Manejo de plagas en sistemas de producción de papa. Manejo de plagas y enfermedades. Bogotá, Col. Pp. 183-192.

- CARDOZO, H. 1992. Control del gorgojo de los Andes *Rhigopsidius tucumanus* en Tarija. In Informe anual IBTA PROINPA 1991-92. Cochabamba, Bolivia. Pp. 104-105.
- CARDOZO, H., J. HERBAS, R. ANDREW, J. ARNOLD. 1993. Ensayo de control y fluctuación poblacional. In Informe Anual IBTA PROINPA 1992-93. Cochabamba, Bolivia. Pp. 160-163.
- CARDOZO, H., UNIDAD INNOVACION TECNOLOGICA. 1997. Formación de CIAL en Iscayachi, Tarija y su investigación en el control del gorgojo de los Andes. In Informe anual 1996-97 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- CARVAJAL, C. 1993. Biología, distribución geográfica, fluctuación poblacional y control del gorgojo de los Andes *Premnotrypes latithorax* en la localidad de Aguirre. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. UMSS. 123 p.
- CARVAJAL, V. 1996. Identificación, ciclo biológico, eficiencia de épocas de cosecha y uso de la Koa (*Satureja boliviana*) para el control del Gorgojo de los Andes en el Altiplano de La Paz. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. UMSA. 62 p.
- CASSO, R., E. GANDARILLAS. 1998. Seguimiento al CIAL en Iscayachi y su investigación en el control del gorgojo de los Andes. In Informe anual 1997-98 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- CIMMYT (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México D.F., CIMMYT.
- CISNEROS, F. AND P. GREGORY. 1994. Potato pest management. *Aspects of Applied Biology* 39: 113-124.
- CRESPO, L. 1996. Seguimiento y determinación de fuentes de infestación del gusano blanco de la papa *Premnotrypes* spp. durante la cosecha y almacenamiento. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinarias "Martín Cardenas". Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 77p.
- CRESPO, L., CALDERÓN, R. 1994. Fluctuación poblacional del gorgojo de los Andes *Premnotrypes* spp. In Informe anual 1993-94 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E.21-26.
- CRESPO, L., R. CALDERÓN, J. PEREZ, R. ANDREW, R. OROS. 1997. Evaluación de diversos componentes del MIP Gorgojo. In Informe anual 1996-97 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- CRESPO, L., R. CALDERÓN, J. PEREZ. 1996. Control químico del gorgojo de los Andes *Premnotrypes* spp. en campo. In Informe anual 1995-96 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E.22-24.
- CRESPO, L., R. CALDERÓN, J. PEREZ, R. ANDREW. 1997. Evaluación de diversos componentes del MIP-Gorgojo *Premnotrypes* spp. y *Rhigopsidius* sp. In informe anual 1996-97 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- CRESPO, L., R. CALDERÓN, J. PEREZ. 1997. Control en campo del gorgojo de los Andes *Premnotrypes latithorax*. In Informe anual 1996-97 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- CRESPO, L., R. CALDERÓN, M. ALBARRACIN, J. ARANO, J. PEREZ. 1995. Control biológico de *Premnotrypes* spp. con *Beauveria brongniartii* en invernadero y campo. In Informe anual 1994-95 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E.18-20.
- CRESPO, L., R. CALDERÓN, M. BOSSENO. 1997. Determinación de eficiencia en la multiplicación del hongo *Beauveria brongniartii*. In Informe anual 1996-97 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia.

- CRESPO, L., R. CALDERÓN, W. GARCÍA. 1997. Evaluación de material genético para el gorgojo de los Andes. In Informe anual 1996-97 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- CRESPO, L., R. ESPRELLA, R. CALDERÓN, J. PEREZ. 1995. Eliminación de focos de infestación del gorgojo de los Andes *Premnotrypes* spp. en Cochabamba y La Paz. In Informe anual 1994-95 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E.14-15.
- CRESPO, L., CIAL CEBADA JICHANA. 1999. Evaluación de insecticidas de baja toxicidad para su integración en el MIP-Gorgojo (*Premnotrypes* spp.) en Cochabamba. In informe anual 1998-99. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- CRISMAN, C., ANTLE, J. Y CAPALBO, S. 1998. Economic, environmental and health tradeoffs in agriculture: pesticides and the sustainability of andean potato production. Kluwer Academic Publishers. Boston.
- ESPRELLA, R., ARANO, J., R. CALDERÓN, L. CRESPO. 1995. Encuestas a agricultores en las comunidades de Candelaria (Cochabamba) y Kollana (La Paz) sobre el gorgojo de los Andes *Premnotrypes* spp. In Informe anual 1994-95 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E.11-14.
- ESPRELLA, R., C. CHAVEZ, L. CRESPO, R. CALDERÓN, J. ALCAZAR. 1996. Estudio etológico y migración del gorgojo de los Andes *Premnotrypes* spp. en Cochabamba y La Paz. In informe anual IBTA-PROINPA 1995-96. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E. 27-29.
- ESPRELLA, R. 1997. Validación del Manejo Integrado del gorgojo de los Andes. In Informe anual 1996-97 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- ESPRELLA, R., CIP, CESA, PROSEMPA. 1997. Evaluación del control biológico de *Premnotrypes* spp. con *Beauveria brongniartii* en almacén. In Informe anual 1996-97 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- ESPRELLA, R., E. GANDARILLAS. 1998. Formación De CIAL en Pumani Kollana y su investigación en el control del gorgojo de los Andes. In Informe anual 1997-98 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- ESPRELLA, R. 1997. Formación de CIAL en Pumani, Kollama y su investigación en el control del gorgojo de los Andes. In Informe anual 1996-97 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- ESPRELLA, R., R. CALDERÓN, E. POZO. 1998. Evaluación del control biológico del gorgojo de los Andes *Premnotrypes* spp. utilizando el hongo *Beauveria brongniartii* en almacén. In informe anual 1997-98 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- ESPRELLA, R. 1999. Evaluación de insecticidas de baja toxicidad para su integración en el MIP-Gorgojo (*Premnotrypes* spp.) en La Paz. In informe anual 1998-99. Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia.
- GANDARILLAS, E. 1998. Formación de CIAL en el módulo de Tiraque y su investigación en el control del gorgojo de los Andes. In Informe anual 1997-98 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- GANDARILLAS, E., UNIDAD INNOVACION TECNOLOGICA. 1997. Formación de CIAL en el módulo de Tiraque y su investigación en el control del gorgojo de los Andes. In Informe anual 1996-97 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- GARATE, M. 1994. Determinación del daño en campo y estudio de la etología en almacén del gorgojo de los Andes *Rhigopsidius tucumanus*. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Universidad Autónoma "Tomás Frías". Potosí, Bolivia. 138p.
- GUZMAN, G., J. HERBAS. 1994a. Ensayo de determinación de daño por el gorgojo de los Andes *Phyrdenus* sp. en Tarija. In Informe anual 1993-94 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. III.E.37-39.

- GUZMAN, G., J. HERBAS. 1994b. Fluctuación poblacional del gorgojo de los Andes *Phyrdenus* sp. en Tarija. In Informe anual 1993-94 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E.41-43.
- HERBAS, J. 1994. Ensayos de control con Phostoxin y seguimiento en campo en Tarija. In Informe anual 1993-94 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E.9-III.E.12.
- HERBAS, J. 1995. Control químico a la semilla infestada por *Rhigopsidius tucumanus* y seguimiento en campo en Tarija. In Informe anual 1994-95 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E.8-11.
- HERBAS, J. 1996. Control químico de *Rhigopsidius tucumanus* en la semilla y seguimiento en campo. In Informe anual 1995-96 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E.16-17.
- HERBAS, J., AGROPECUARIAS. 1997. Control químico de *R. tucumanus* en campo. In Informe anual 1996-97 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- HERBAS, J., APROSEPAIS, PRODIZAVAD. 1997. Control a la semilla infestada por *R. tucumanus* y seguimiento en campo. In Informe anual 1996-97 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- HERBAS, J., G. GUZMAN. 1995. Biología del gorgojo de los Andes *Phyrdenus* sp. en laboratorio en Tarija. In Informe anual 1994-95 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E.25-26.
- HERBAS, J., G. GUZMAN. 1995. Determinación del daño del gorgojo de los Andes *Phyrdenus* en Tarija. In Informe anual 1994-95 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. III.E.23-24.
- HERBAS, J., G. GUZMAN. 1995. Fluctuación poblacional del gorgojo de los Andes *Phyrdenus* sp. en Tarija. In Informe anual 1994-95 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. 27-28.
- IPOURRE, G., P.D.A.C.S.J.O., PROSEMPA. 1994. Control químico del gorgojo de los Andes *R. tucumanus* en Condor Wasi, Villazón, Potosí.
- IPOURRE, G., P.D.A.C.S.O., PROSEMPA. 1994. Ensayo de control del gorgojo de los Andes *Rhigopsidius tucumanus* con plantas repelentes e insecticidas químicos. Villazón, Potosí.
- IPOURRE, G. 1996. Control químico a la semilla con Fosforo de Aluminio y seguimiento en campo. In Informe anual 1995-96 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E.6-9.
- IPOURRE, G., L. FLORES. 1996. Control químico del gorgojo de los Andes *R. tucumanus* en campo con insecticidas selectivos. In Informe anual 1995-96 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E.13-15.
- IPOURRE, G. 1997. Control químico del Gorgojo de los Andes *Rhigopsidius tucumanus* en campo con insecticidas selectivos. In Informe anual 1996-97 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- IPOURRE, G., AGROPECUARIAS. 1997. Desarrollo de estrategias de control del gorgojo de los Andes *R. tucumanus* en Potosí. In Informe anual 1996-97 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- IPOURRE, G. 1998. Control integrado de *R. tucumanus*. In Informe anual 1997-98 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- LINO, V., R. CALDERÓN. 1995. Control químico del gorgojo de los Andes *Phyrdenus* sp., en Mizque (Cochabamba). In Informe anual 1994-95 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. 29-30.
- LINO, V., Y. ZURITA, R. CALDERÓN. 1995. Determinación del daño del gorgojo *Phyrdenus* sp. en Mizque, Cochabamba. In Informe anual 1994-95 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. III.E.22-23.

- MENECEZ A. E. 1999. Métodos de conservación de *Beauveria brongniartii* Cepa Ayopaya. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinarias "Martín Cardenas", Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 62p.
- MENDOZA, P. 1997. Control físico y con repelentes del gorgojo de los Andes (*Rhigopsidius tucumanus*) en almacén y seguimiento en campo. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Forestales, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. Sucre, Bolivia. 60p.
- MORALES, C., J. BUSTAMANTE. 1991. Diagnóstico interdisciplinario del sistema agrario de los productores de papa en Bolivia. In Informe anual 1990-91. Dpto. Ciencias Sociales, IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. 9-10.
- NINA, R., O. BAREA, R. ANDREW. 1992. Determinación del daño y estudio de la etología del gorgojo de los Andes *Rhigopsidius tucumanus* en Chuquisaca y Potosí. In Informe anual 1991-92 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. 297: 99-102.
- ORTIZ, O., J. ALCÁZAR, W. CATALÁN, W. VILLANO, V. CERNA, H. FANO, T. S. WALKER. 1996. Impacto económico de las prácticas de MIP para el gorgojo de los Andes en el Perú. Estudios de caso del impacto económico de las tecnologías relacionadas con el CIP en el Perú. Eds. T. Walker y C. Crissman. Lima, Perú. Pp. 15-31.
- QUIROGA, J., H. CARDOZO. 1994. Diagnóstico multidisciplinario en el Valle Central II de Tarija. In Informe Anual 1993-94 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. 11- 19.
- QUIROGA, J., R. TORREZ, J. CÁRDENAS. 1993. Diagnóstico interdisciplinario en Oruro (Prov. Cercado Norte y Tomás Barrón). In Informe anual 1992-93. Cochabamba, Bolivia. Pp.16-22.
- SOZA, O. 1996. Control del gorgojo de los Andes *Rhigopsidius tucumanus* en el cultivo de papa en la provincia Modesto Omiste, zona Mojo. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Universidad Autónoma "Tomás Frías". Potosí, Bolivia. 115p.
- SOZA, O., G. IPORRE, PROSEMPA, P.D.A.C.S.J.O. 1993. Control del gorgojo de los Andes *R. tucumanus* en la provincia M. Omiste (zona Mojo), Potosí. In informe anual 1992-93 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. 155-159.
- TERRAZAS, F., G. WATSON. 1992. Metodología para la transferencia eficaz de información sobre el control de la verruga de la papa *Synchytrium endobioticum* en Tapacarí. In Informe Anual 1991-92 IBTA-PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. 55-59.
- TORREZ, R., N. ORTUÑO, CORDEOR, CONPAC, PASTORAL SOCIAL. 1994. Diagnóstico multidisciplinario en Oruro. In Informe anual 1993-94 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. I.10 - I.13.
- VALENCIA, L. 1973. Avances en el control de plagas de la papa. Convención Peruana de la papa. Huancayo, Perú. 1973.
- VARGAS, J. 1994. Biología, control químico y etológico del gorgojo de los Andes *Rhigopsidius tucumanus* bajo la influencia de Lequezana. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Universidad Autónoma Tomás Frías. Potosí, Bolivia. 174p.
- VICENTE, J., R. ESPRELLA, E. POZO, J. ALCAZAR. 1997. Validación interna del MIP- Gorgojo *Premnotrypes* spp. y *R. tucumanus*. In Informe anual 1996-97 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- WATSON, G. 1992. Encuesta de rendimientos de la siembra Grande: Potosí y Chuquisaca.
- WATSON, G., D. GAMBOA, S. GONZALES, F. TERRAZAS. 1992. Sistemas locales de almacenamiento para tubérculos semilla de papa. Pp. 23-27.

WATSON, G., J. QUIROGA, H. CARDOZO, ANDREW, R., O. NAVIA, R. CASSO, IBTA-Tarija, UNIDAD TECNICA DE MANEJO DE LA CUENCA ALTA DEL GUADALQUIVIR. 1993. Diagnóstico multidisciplinario en el Valle Central de Tarija (San Andrés). Pp. 9-15.

WATSON, G., J. QUIROGA. 1992. Diagnóstico multidisciplinario en Tarija, Bolivia. In Informe anual 1991-92. Cochabamba, Bolivia. Pp.:10-14.

YABAR, C. 1986. Control de larvas del gorgojo de los Andes mediante almacenamiento de papa con luz difusa. Revista Peruana de Entomología. Lima, Perú.

La Fundación PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos), es una organización sin fines de lucro que genera y difunde tecnologías, conocimientos, productos y servicios para lograr la competitividad de cultivos andinos, la seguridad alimentaria y la conservación y uso sostenible de los recursos genéticos en beneficio de los agricultores en su conjunto.

PROINPA trabaja en los valles interandinos, mesotérmicos y el altiplano de Cochabamba, La Paz, Oruro, Chuquisaca, Potosí, Tarija y Santa Cruz.

Direcciones PROINPA

OFICINA CENTRAL:

Cochabamba: Av. Blanco Galindo km 12.5, calle Cincinato Prado s/n
Telf.: (591-4) 4360801-4360800 • Fax: (591-4) 4360802 • Casilla: 4285
E-mail: proinpa@proinpa.org • Sitio web: www.proinpa.org

OFICINAS REGIONALES:

Chuquisaca: Calle Honduras N° 191 (Barrio Petrolero)

Telf.: (591-4) 6451247-6441525 • E-mail: proinpa@proinpasur.org

La Paz: Telf./fax. (591-2) 2416966 • E-mail: proinpa@proinpalp.org

Potosí: Telf./fax. (591-2) 6223764 • E-mail: proinpt@cedro.pts.entelnet.bo

Santa Cruz: Telf./fax. (591-3) 3862051 • E-mail: comarapa@ciatbo.org

Tarija: Telf./fax. (591-4) 6643950 • E-mail: ibtatja@mail.cossett.com.bo