Proyecto FONTAGRO

Desarrollo y aplicación de prácticas ecológicas en el manejo de plagas para incrementar la producción sostenible de papas de los agricultores de bajos recursos en las regiones andinas de Bolivia, Ecuador y Perú

Informe de Seguimiento Técnico Anual (ISTA) y POA 2008-2009

Investigador Líder : Jürgen Kroschel (CIP), Peru

Co-ejecutores y asociados: Patricio Gallegos (INIAP), Ecuador
Javier Franco (PROINPA), Bolivia

Duración del proyecto en meses: 36 (06/2007 – 05/2010)

Visión general

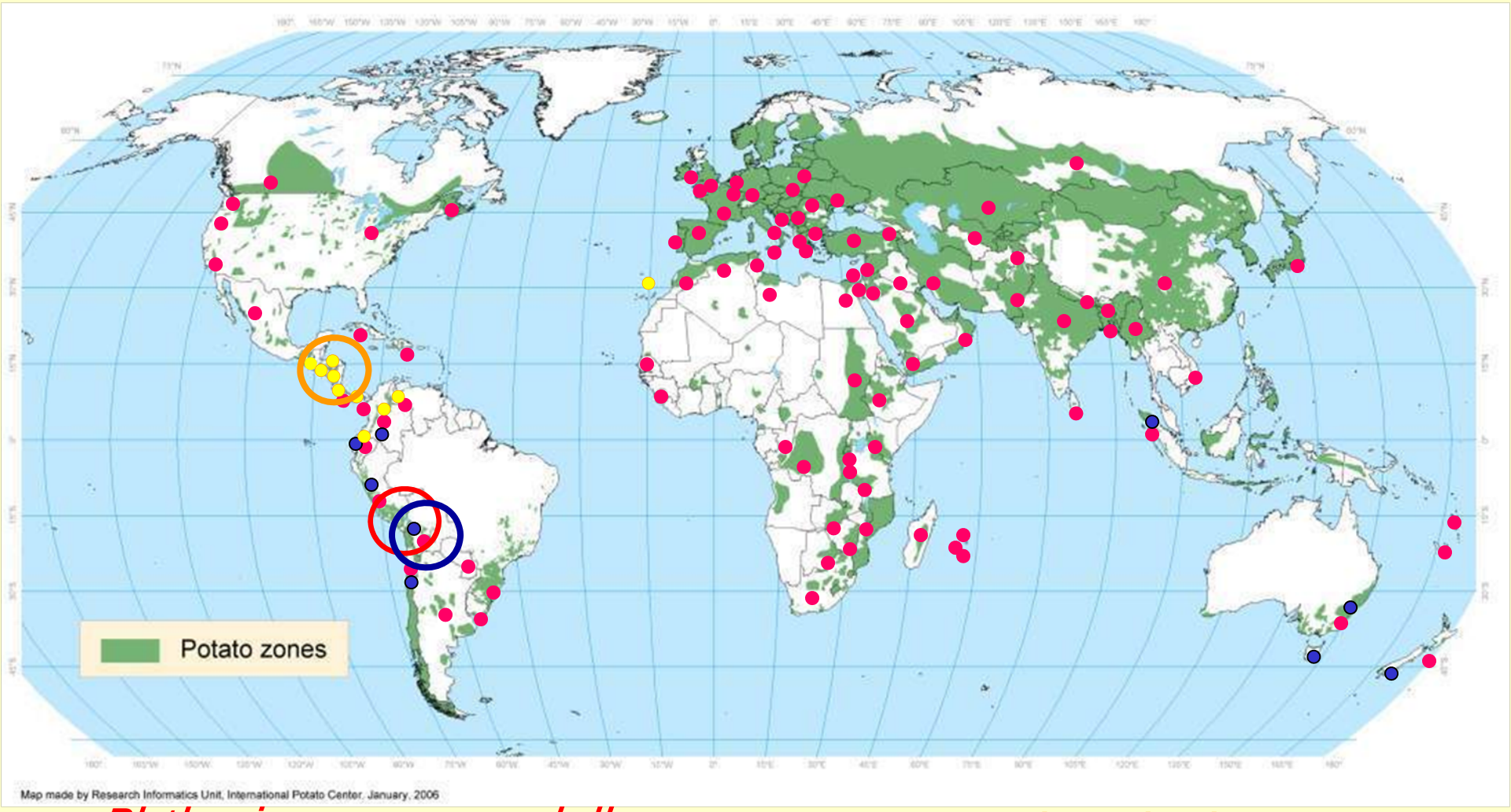
Descripción del proyecto

- Problemas de plagas en papa en la zona Andina
- Objetivos generales, específicos y metas
- Tecnologías en desarrollo y productos principales
- Cronograma (POA)

Polilla del tubérculo de la papa
Phthorimaea operculella (PTM)

- Especie invasiva; reportada en más de 90 países
- Adaptada a un amplio rango de condiciones climáticas y agroecológicas
- Pérdida de rendimiento debido a las infestaciones de follaje y tubérculos
- Plaga de almacenamiento en países tropicales y subtropicales

Principales zonas productoras de papa y países con ocurrencia reportada de PTM



- *Phthorimaea operculella*
- *Symmetrischema tangolias*
- *Tecia solanivora*

Gorgojo de los Andes
Premnotrypes suturicallus

- 14 especies pertenecientes a 3 géneros
- Se presentan en altitudes de 2,800 a 4,200 m en toda la región Andina
- Promedio de daño a la cosecha: 16 a 45% con uso de insecticidas

Objetivo general y objetivos específicos

Objetivo general:

Mejorar los medios de subsistencia de los papi-cultores de bajos recursos de la región andina, reduciendo sustancialmente sus pérdidas económicas, causadas por plagas mayores e impactos de pesticidas, a través del desarrollo e implementación de estrategias de MIP, ambientalmente confiables, a fin de mejorar la competitividad del cultivo, los sistemas sostenibles de producción de la papa y la salud humana.

Metas

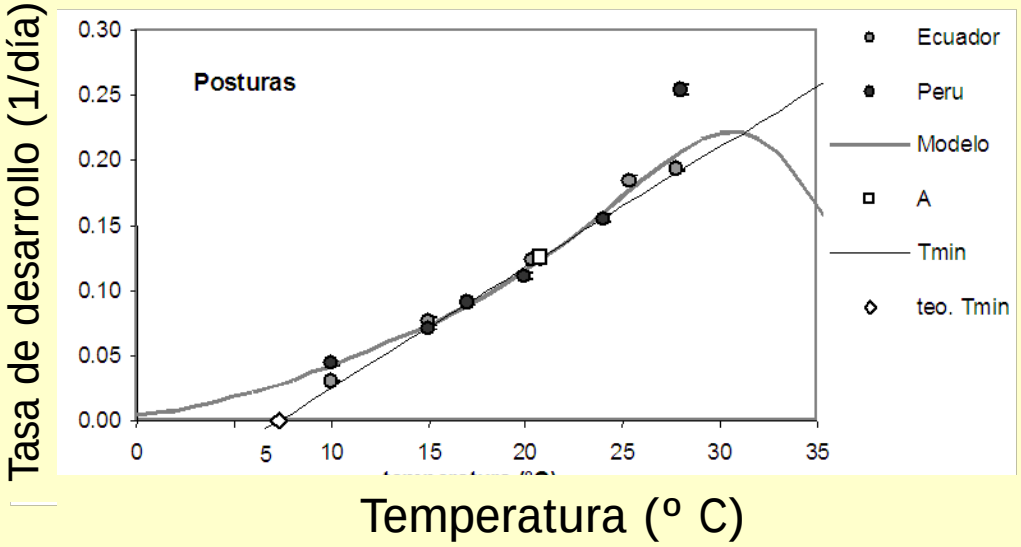
Objetivo 1: Desarrollar herramientas de toma de decisiones para MIP en sistemas de cultivos basados en la papa. (Tiempo necesario 2 años)

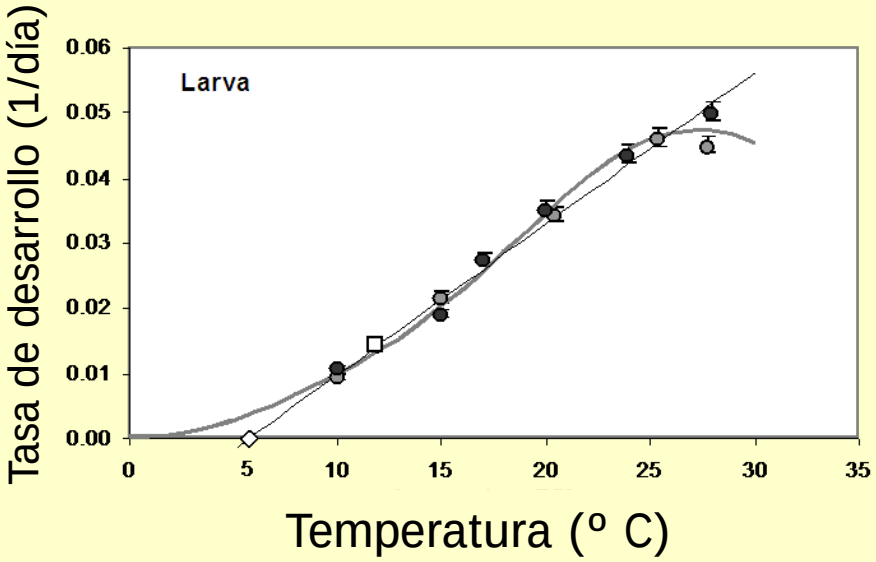
Metas

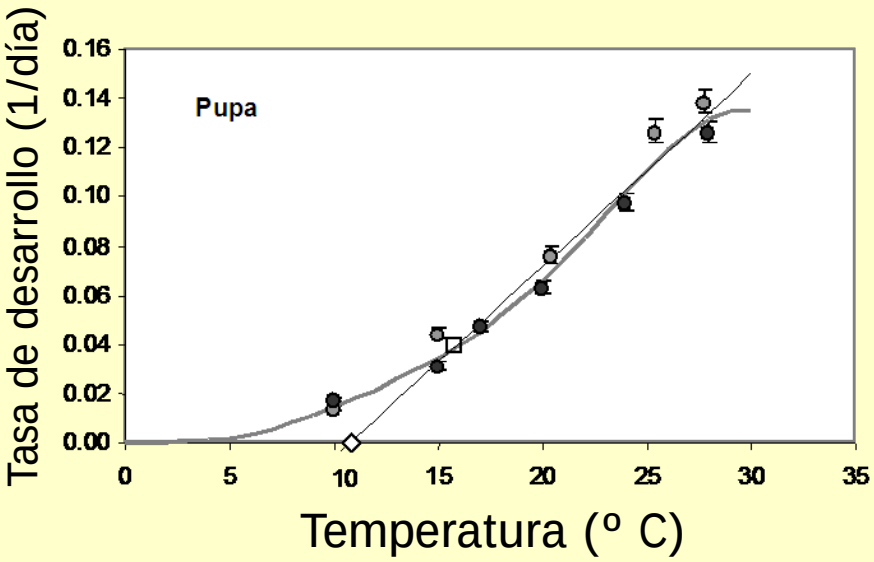
1. Desarrollo y validación de los modelos fenológicos, basados en temperatura para dos especies de PTM: *T. solanivora* y *S. tangolias*.

2. Evaluación de los efectos de factores abióticos y bióticos limitantes, que permitan la predicción del aumento de la población bajo determinados regímenes de temperatura, y la interpretación de la dinámica poblacional en las diferentes zonas agro-ecológicas.

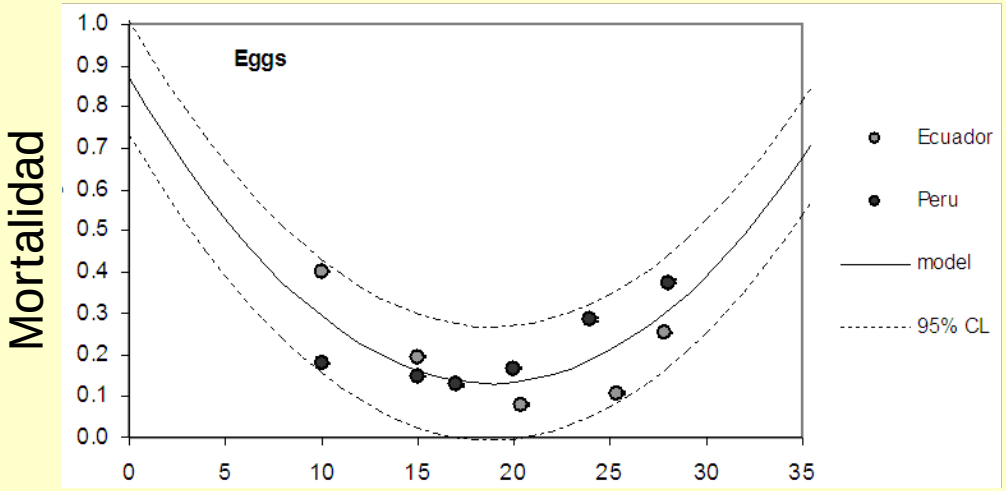
Tasa de desarrollo dependiente de la temperatura para los estados inmaduros de *S. tangolias*

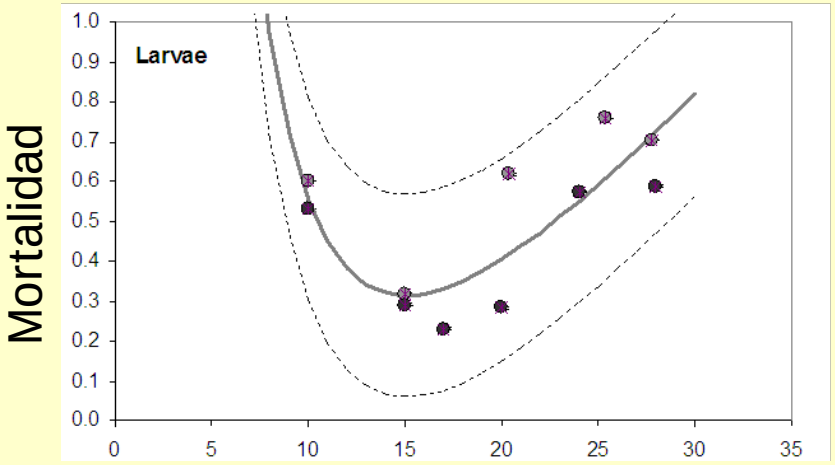


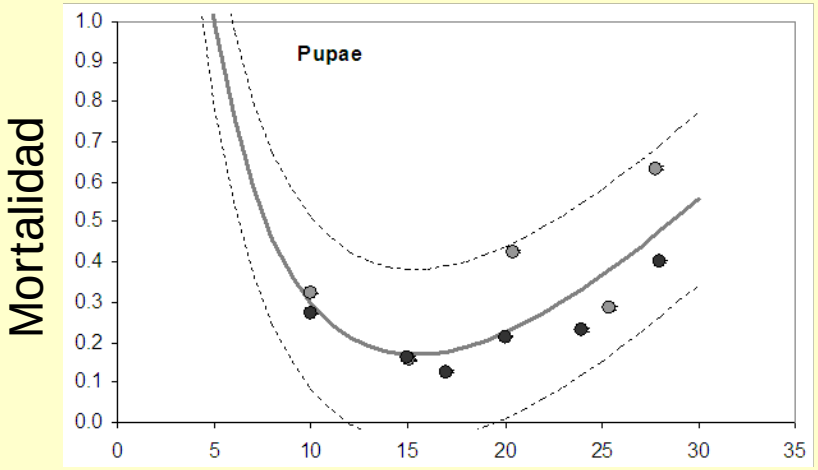




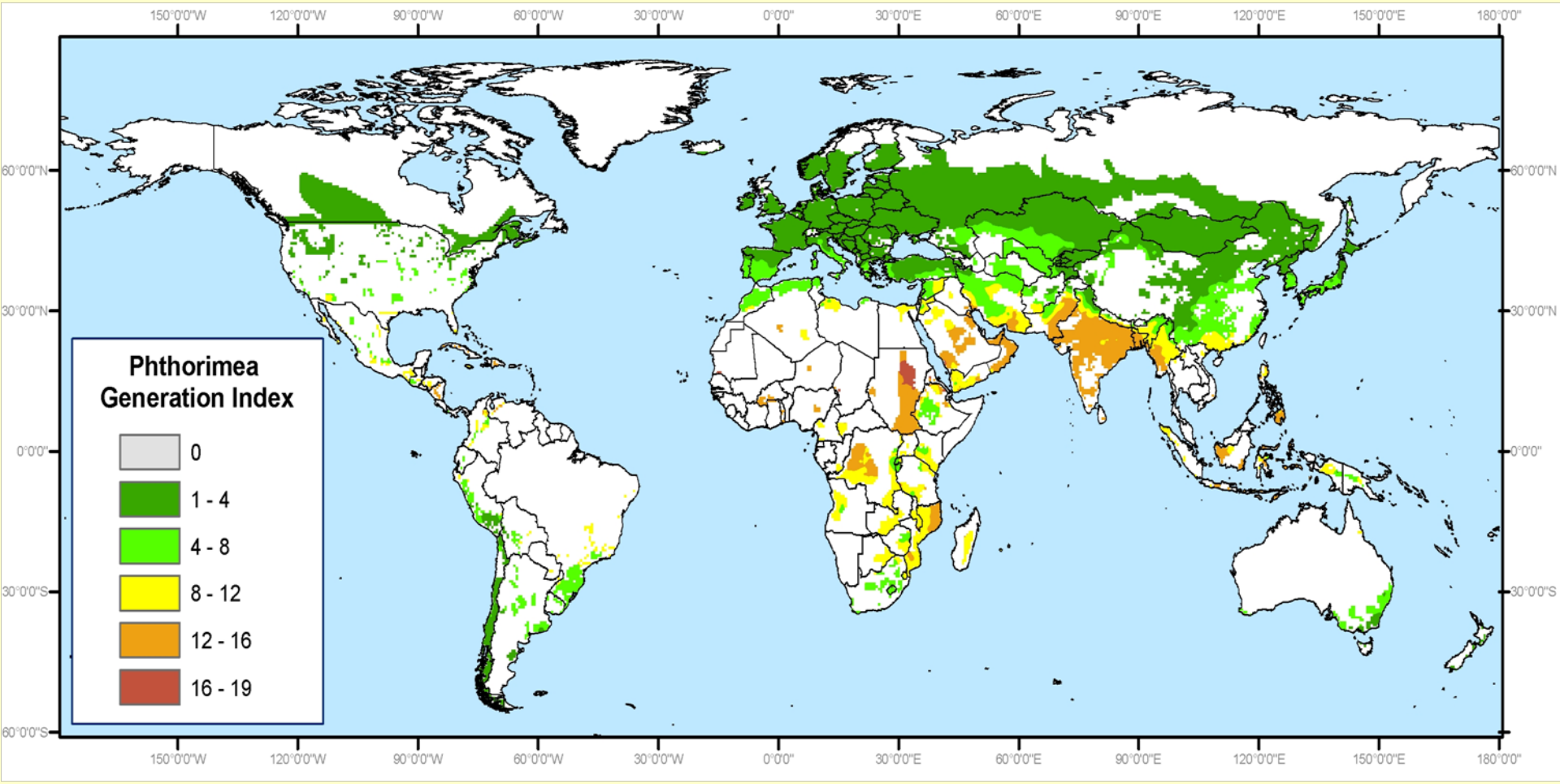
Tasa de mortalidad dependiente de la temperatura de estados inmaduros de *S. tangolias*





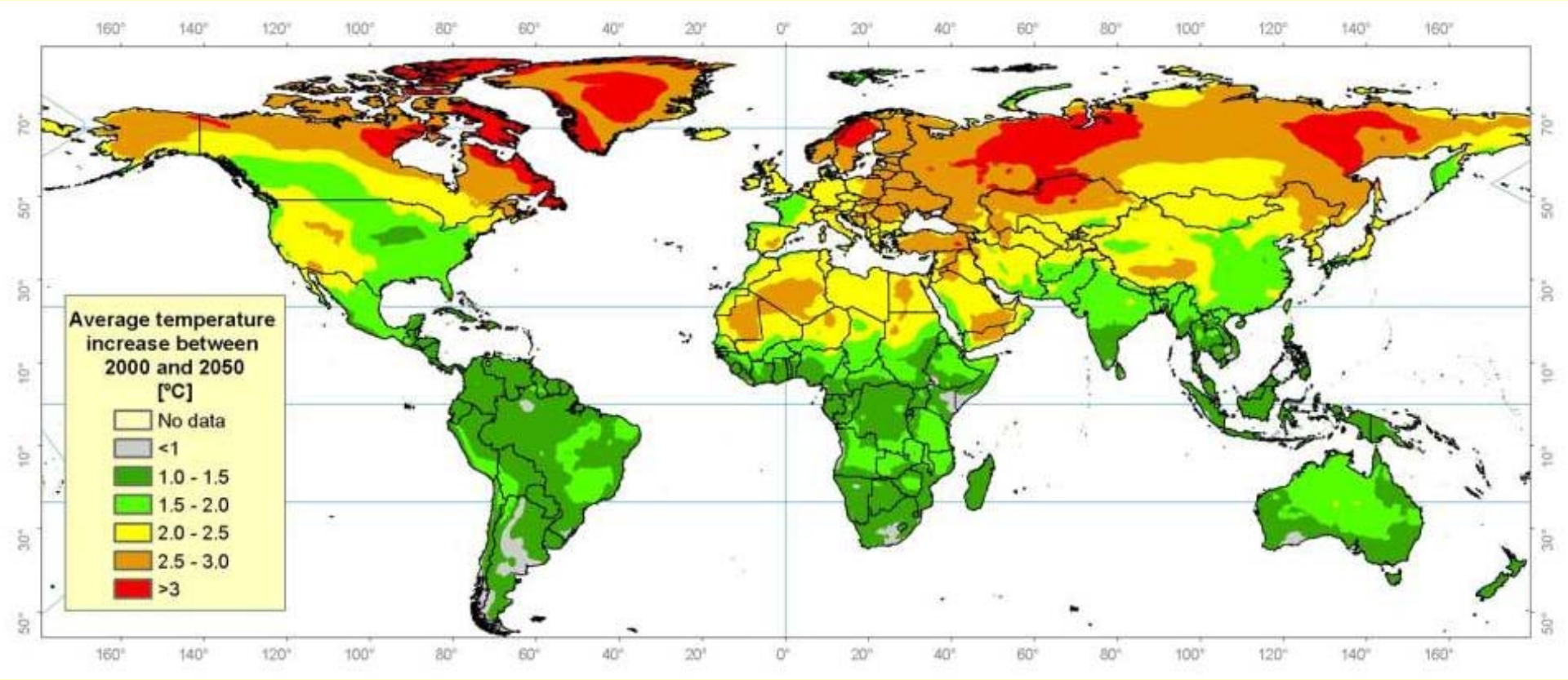


Potato Tuber moth - Generation index (today)



(Sporleder et al. 2007)

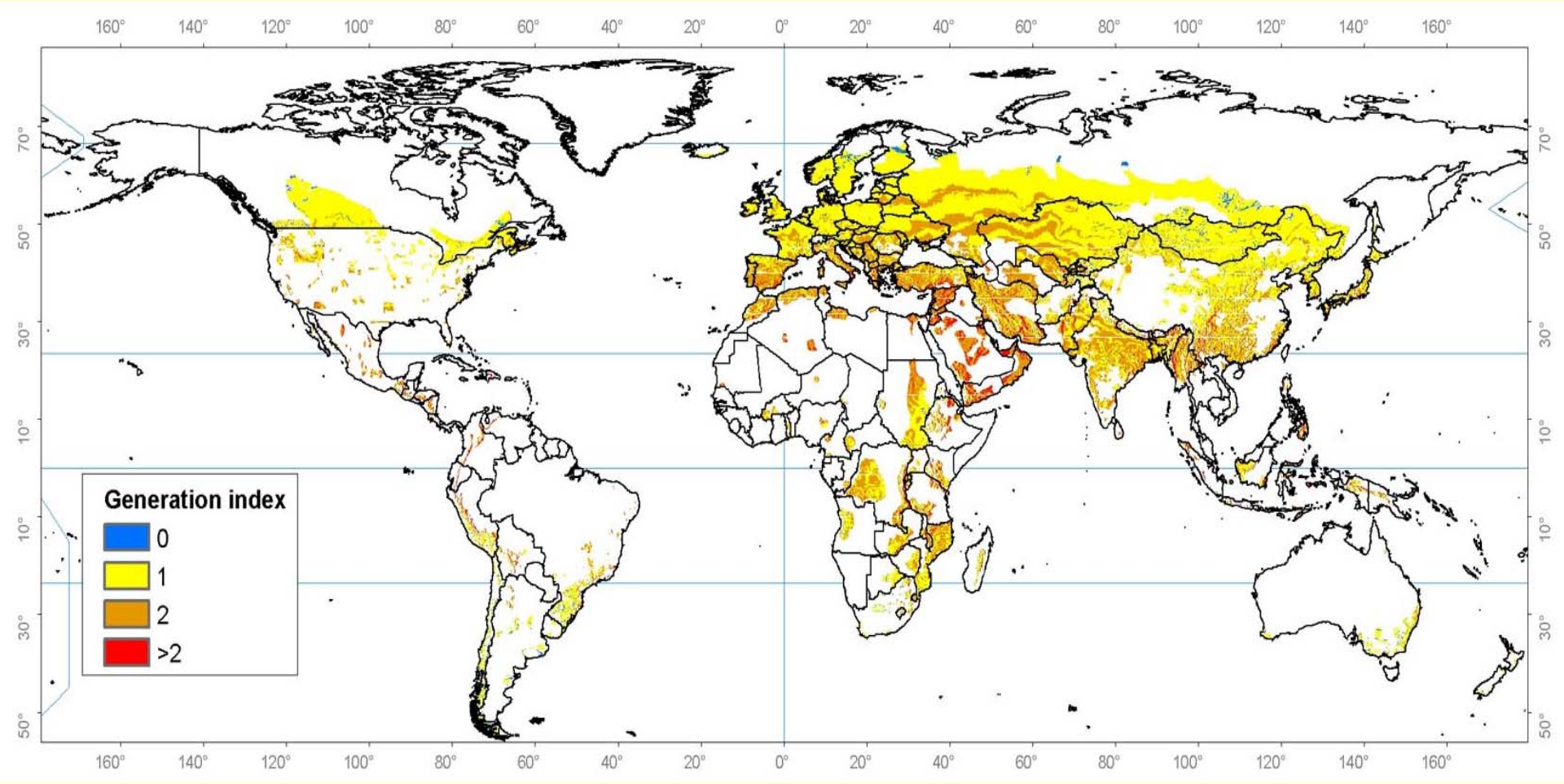
Expected temperature increase until 2050



Govindasamy, B., P. B. Duffy, J. Coquard, 2003.
High-resolution simulations of global climate, part 2: effects of increased greenhouse cases.
Climate Dynamics 21: 391–404.

Potato Tuber Moth - Generation index change by 2050

Expansion to the North (~ 800 km) and to higher altitudes!



(Sporleder *et al*. 2007)

Metas

Objetivo 2: Mejorar la eficacia de los enemigos naturales para evitar la infestación por parte de plagas mayores de la papa. (Tiempo necesario = 3 años)

Metas

1. Identificación y evaluación de posibles enemigos naturales para el biocontrol clásico de *T. solanivora* en las áreas de origen, y su introducción y liberación como agentes de biocontrol.

2. Desarrollo de sistemas de cultivo y estrategias de manejo de malezas para conservar y aumentar las poblaciones de enemigos naturales.

Composición de la estructura vegetal en las zonas alta y baja del Valle del Mantaro

Formas de crecimiento	Zona alta (3800 m)				Zona baja (3400 m)			
	Número de especies		Porcentaje		Número de especies		Porcentaje	
	CE	SE	CE	SE	CE	SE	CE	SE
Hierba	31	28	69	100	45	30	88	94
Arbusto	9	0	20	0	4	2	8	6
Árbol	5	0	11	0	2	0	4	0

CE = Paisaje con estructura > 30%; SE = Paisaje sin estructura < 5%

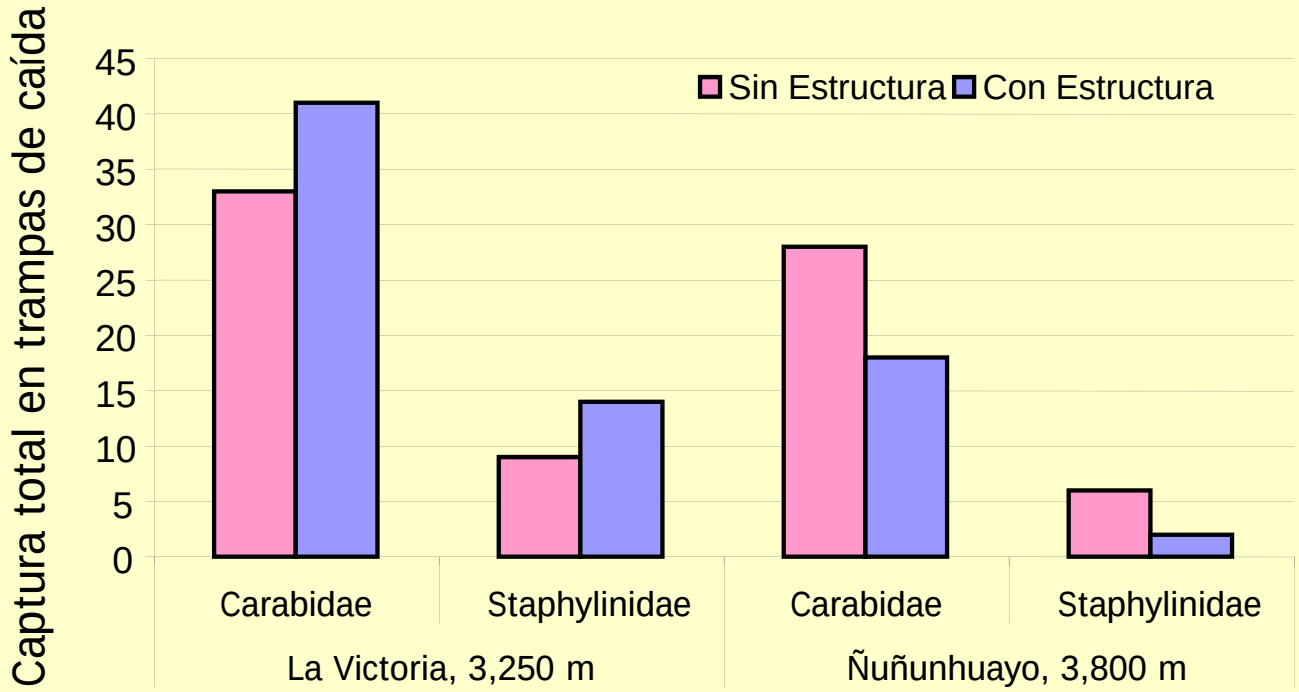
Especies vegetales que sirven de refugio y fuentes de alimentación a los diferentes grupos de insectos en el Valle del Mantaro

	Zona Alta (3800 m)		Zona Baja (3400 m)	
	Asteraceae	Brassicacea	Asteraceae	Brassicacea
Parasitoides	3	0	2	3
Predadores	7	0	7	6
Polinizadores	4	0	2	0
TOTAL	**14**	**0**	**11**	**9**

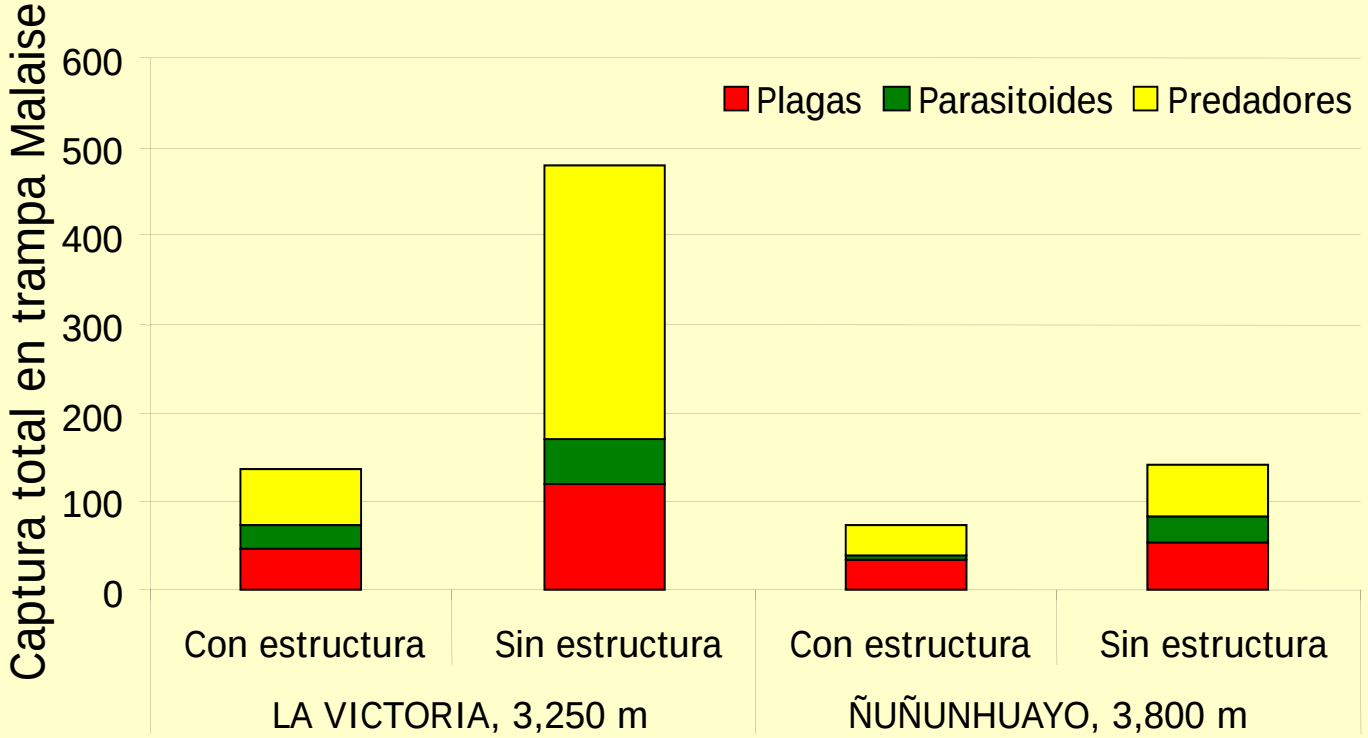
Brassica rapa* subsp. *campestris

Diptera: Syrphidae

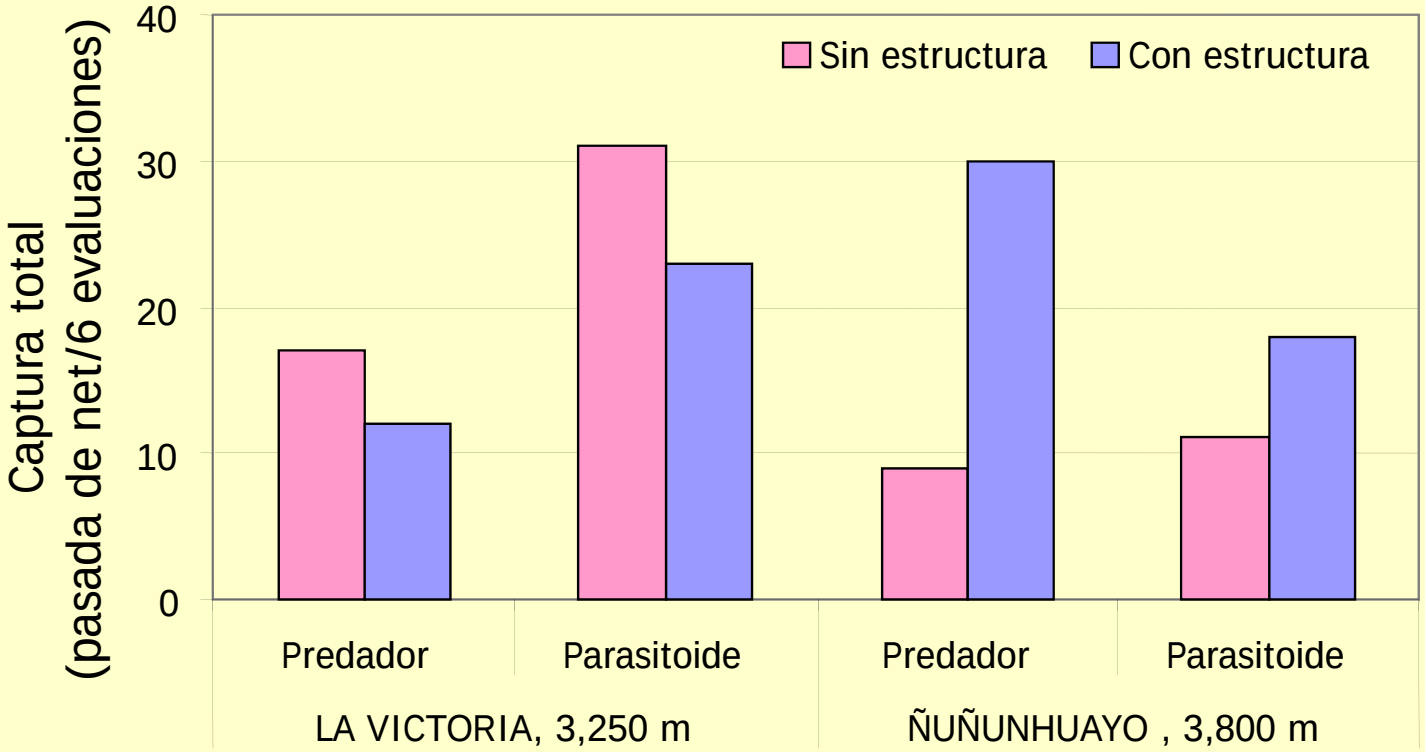
Efecto de la estructura vegetal en la incidencia de predadores de suelo en campo de papa



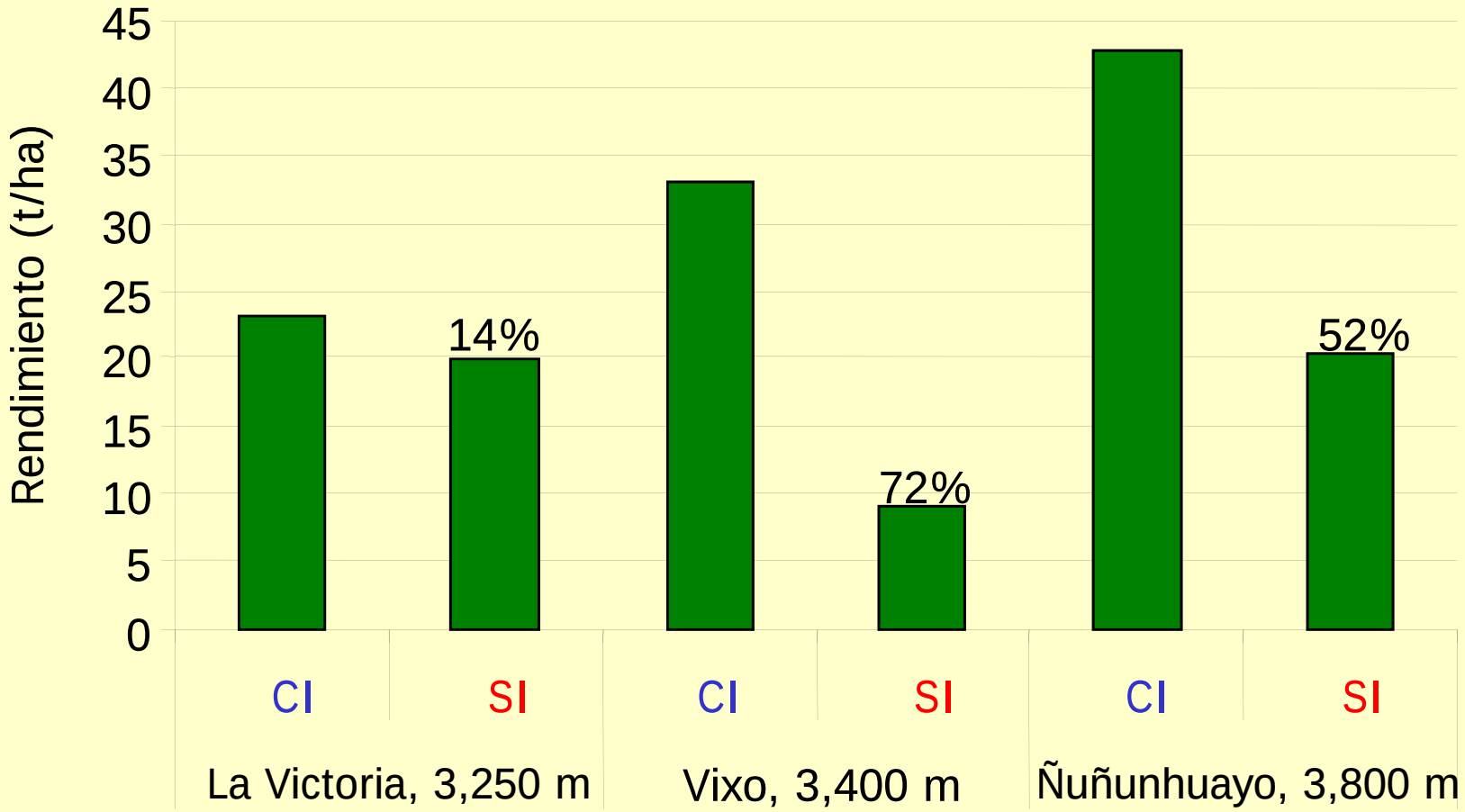
Efecto de la estructura vegetal en la incidencia de plagas y enemigos naturales



Efecto de la estructura vegetal en la incidencia de enemigos naturales en plantas de papa



Efecto de las aplicaciones de insecticidas en el rendimiento del cultivo de papa en el Valle del Mantaro



CI = con insecticida, SI = sin insecticida

Metas

Objetivo 3: Desarrollar intervenciones de MIP sostenibles basadas en el control biológico, control físico y atracticidas. (Tiempo necesario = 3 años)

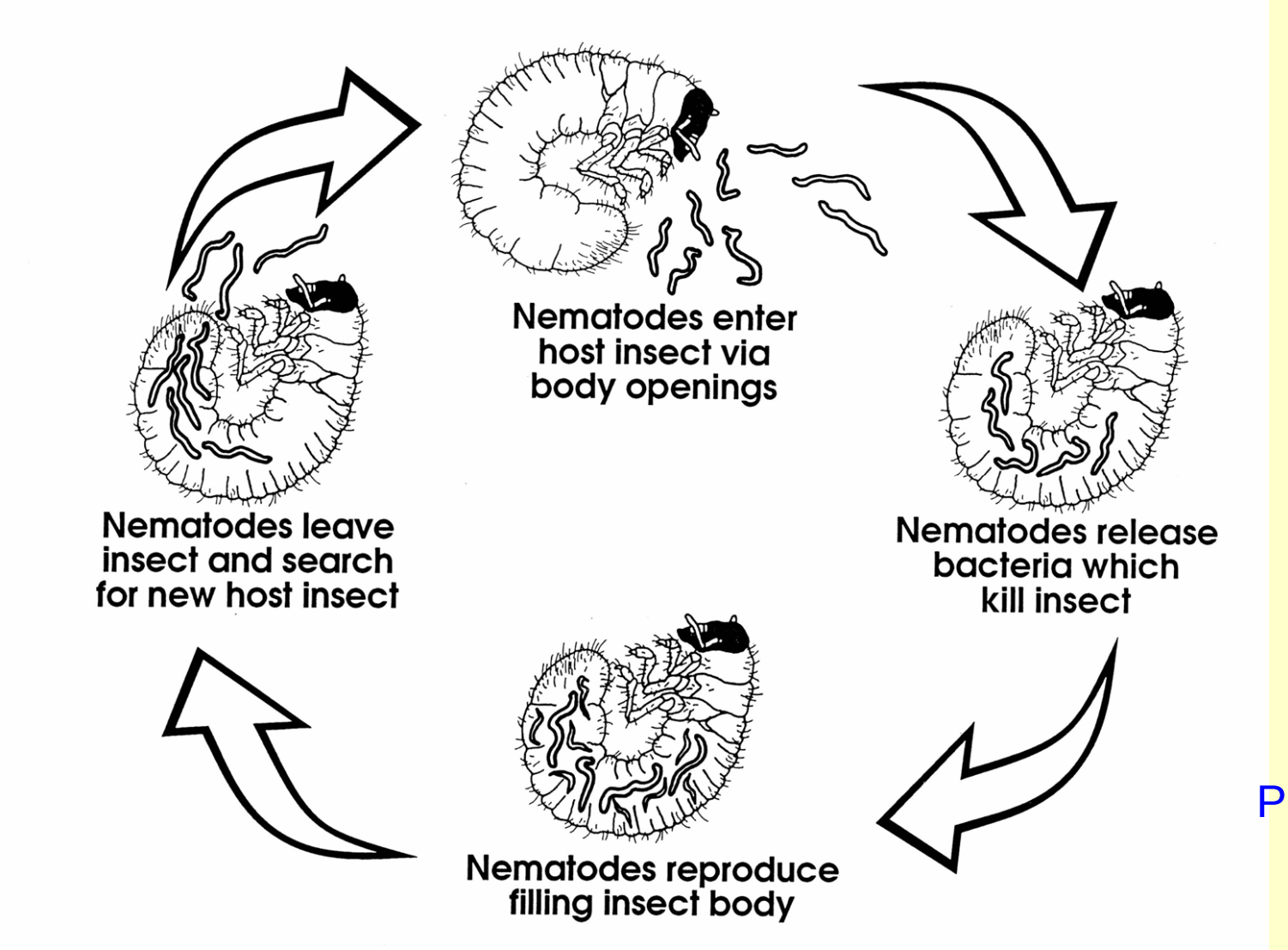
Metas

1. Desarrollo de bioplaguicidas ambientalmente seguros, basados en nematodos entomopatogénicos, para el control del gorgojo andino de la papa.

2. Evaluación ecológica y económica de barreras plásticas para el control del gorgojo andino de la papa.

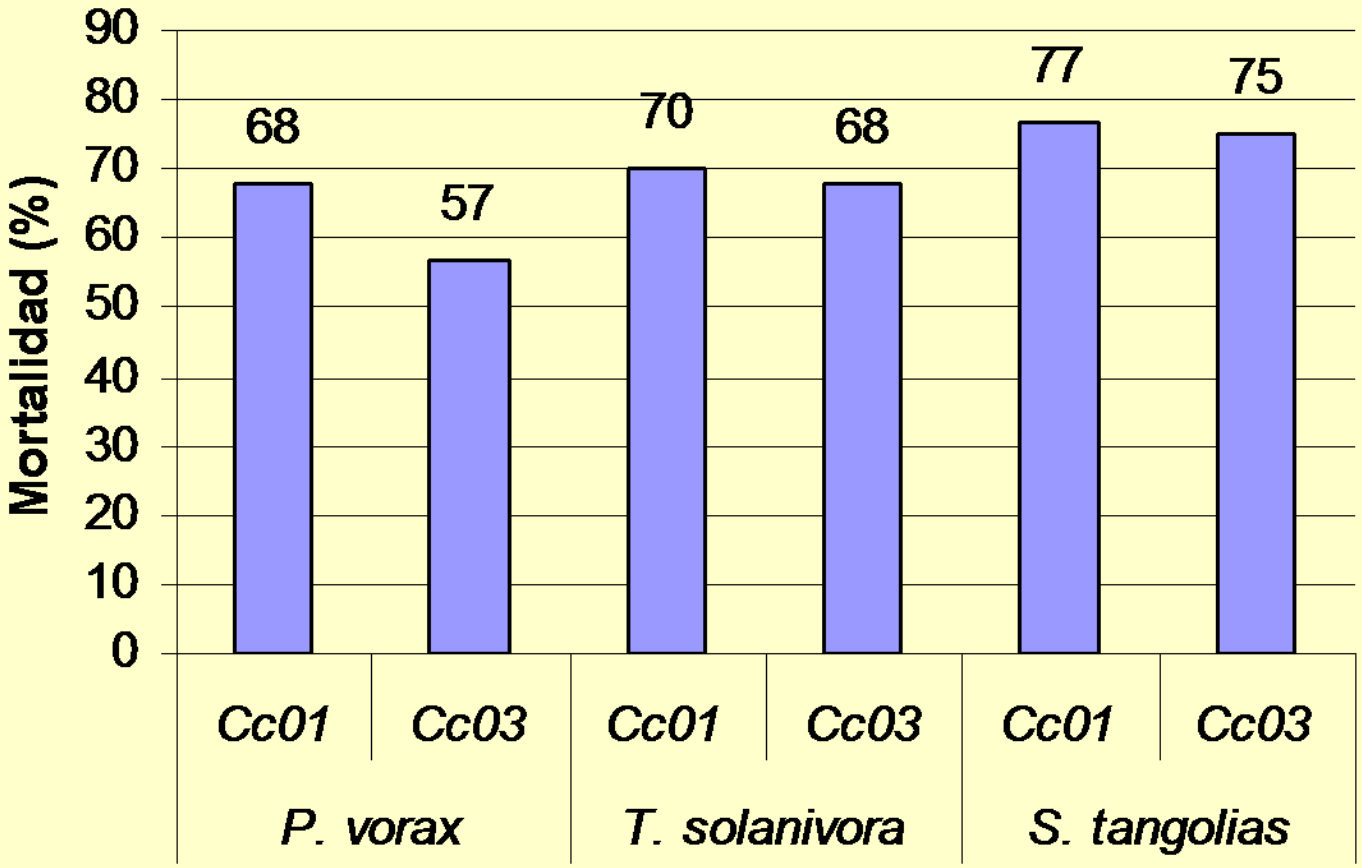
3. Desarrollo y evaluación de atracticidas para el control específico de PTM.

Ciclo de infestación de nematodos entomopatogénicos

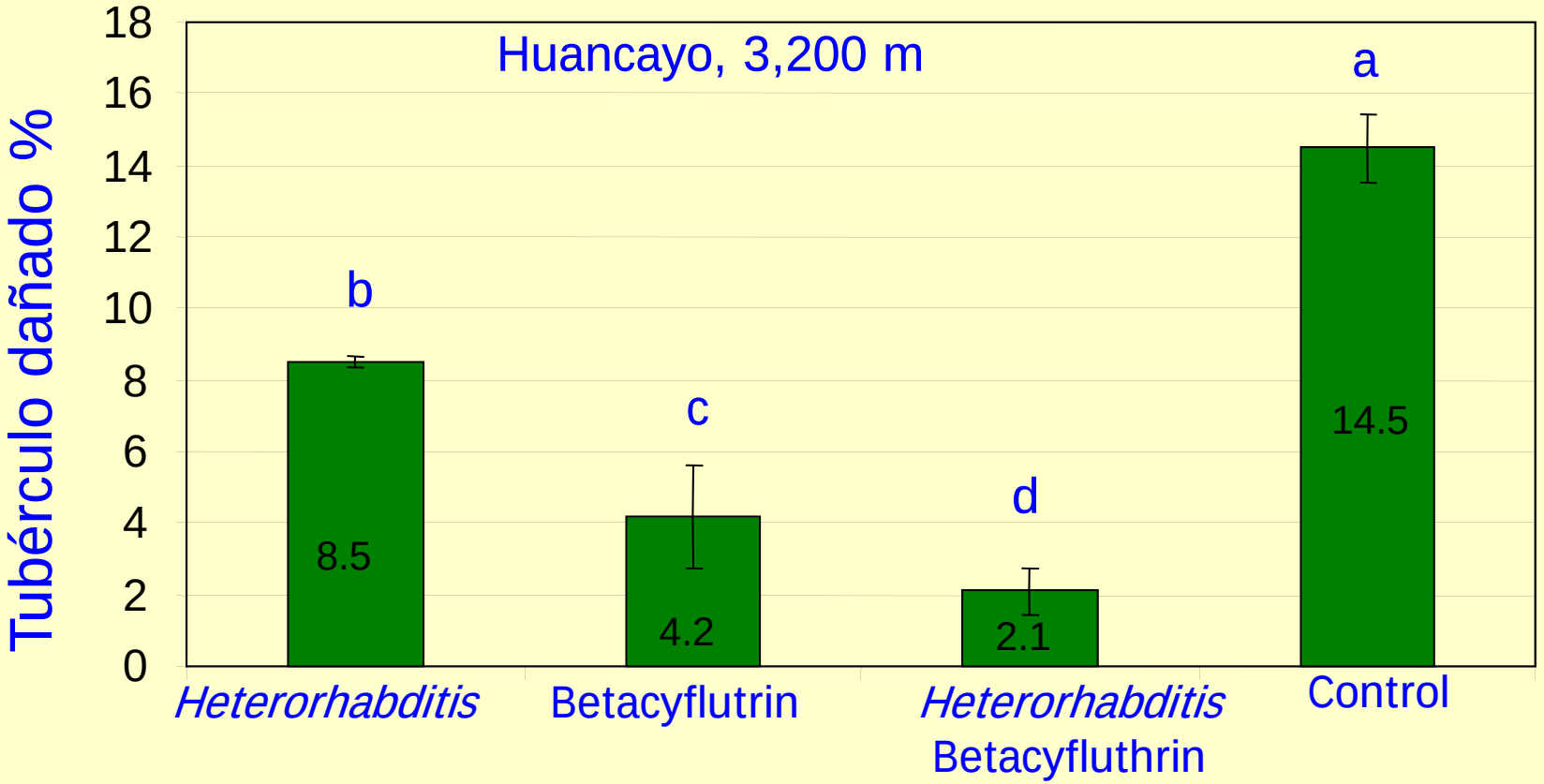


Promedio de longitud: 1000 μm

Susceptibilidad de larvas de gorgojo y polillas de la papa a dos aislamientos de *Heterorhabditis* sp. Quito, Ecuador

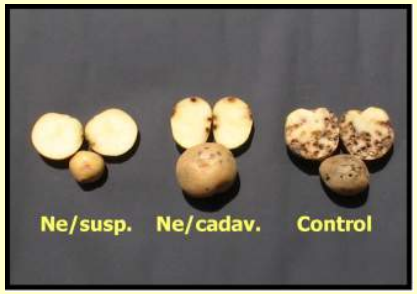


Efectividad de *Heterorhabditis* sp. y su integración con el control químico en campo



Eficacia del nematodo *Heterorhabditis* sp. para el control del gorgojo en campo. Huancayo, Perú

Ensayo / año	No. de Aplicaciones	Dosis	Reducción daño (%)
Ensayo 1.	6	50 IJ/cm^2	81.6
Parcela 1m^2	6	2 cadáveres/planta	40.3
Ensayo 1.	6	50 IJ/cm^2	52.9
Parcela 1m^2	6	2 cadáveres/planta	44.3
Ensayo 2.	3	50 IJ/cm^2	65.0
Parcela 1m^2	3	2 cadáveres/planta	55.4
Ensayo 3.	3	50 IJ/cm^2	41.4
Campo	3	2 cadáveres/planta	34.6
Ensayo 4.	2	50 IJ/cm^2	41.4
Campo	2	50 IJ/cm^2 + Insecticida	98.0



Metas

Objetivo 3: Desarrollar intervenciones de MIP sostenibles basadas en el control biológico, control físico y atracticidas. (Tiempo necesario = 3 años)

Metas

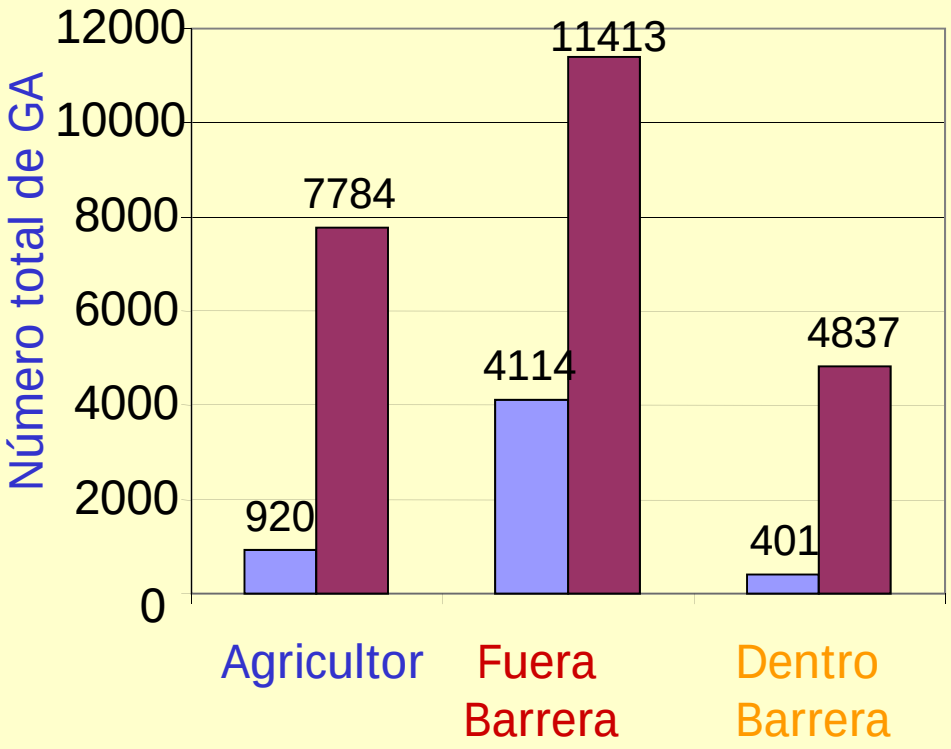
1. Desarrollo de bioplaguicidas ambientalmente seguros, basados en nematodos entomopatogénicos, para el control del gorgojo andino de la papa.

2. Evaluación ecológica y económica de barreras plásticas para el control del gorgojo andino de la papa.

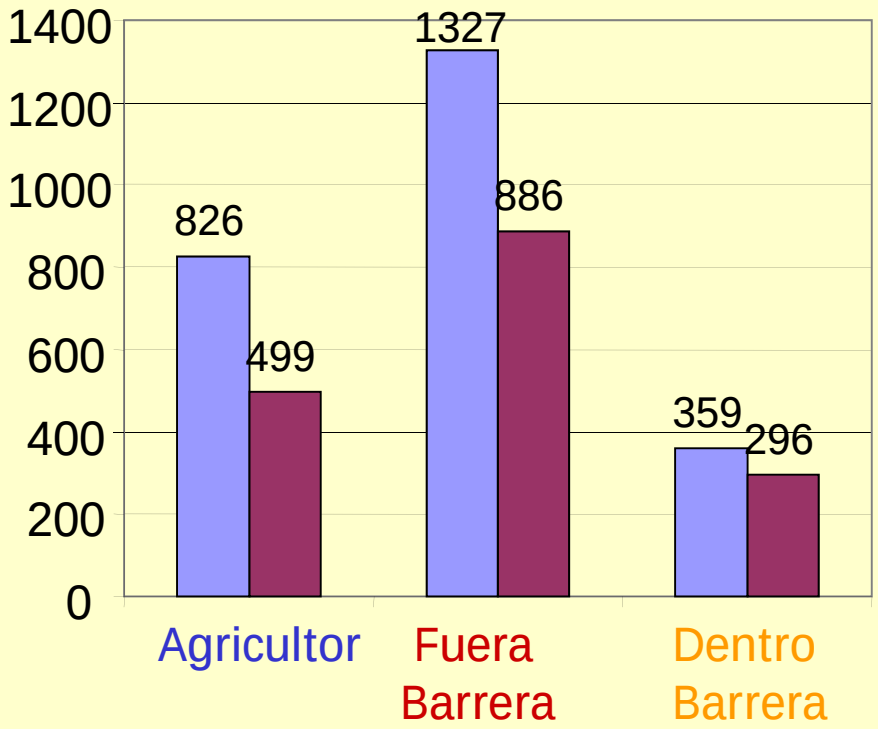
3. Desarrollo y evaluación de atracticidas para el control específico de PTM.

Captura total de gorgojo de los Andes en 21 campos, 2 sistemas de producción y en 2 comunidades

Ñuñunhuayo



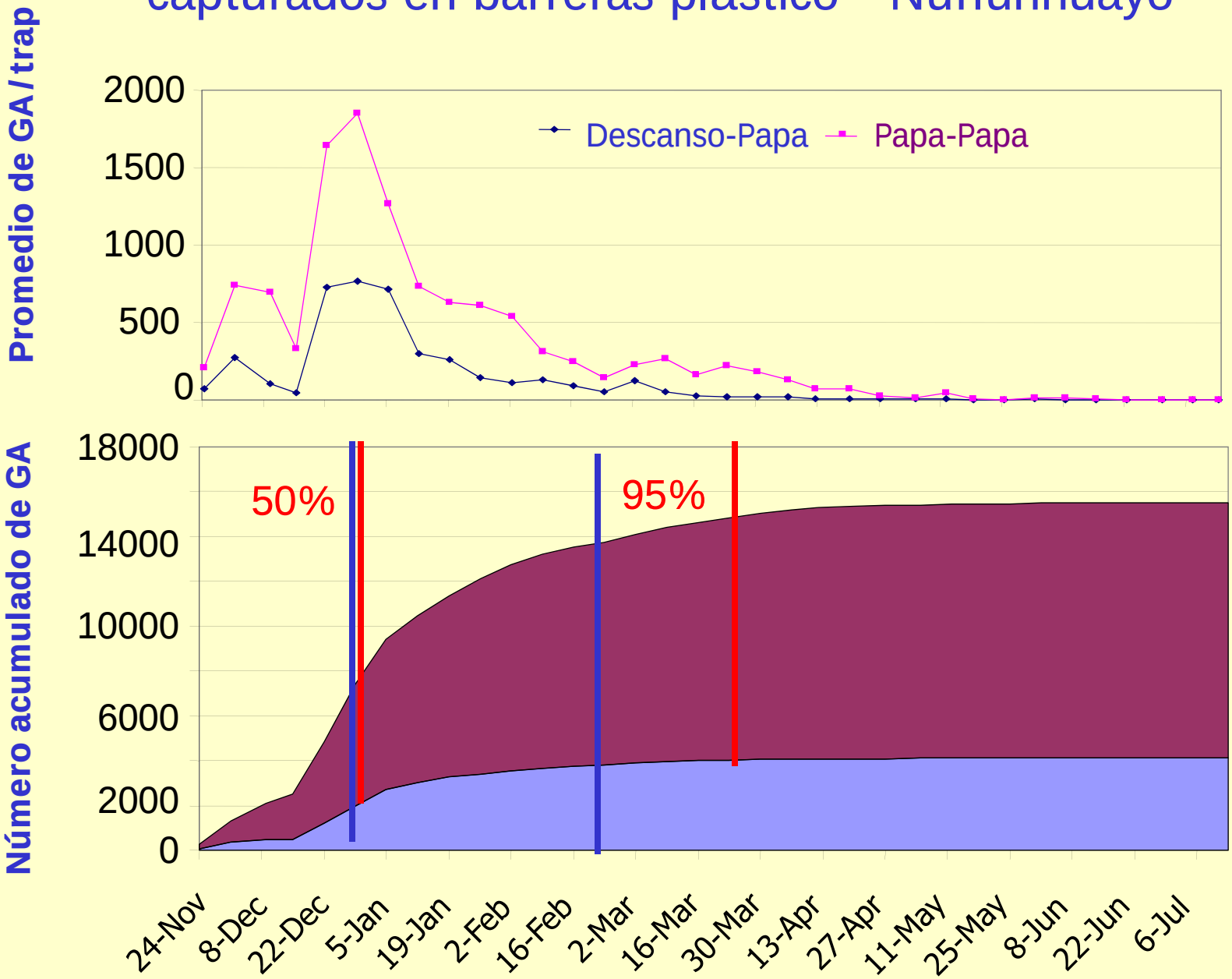
Aymara



Descanso-papa

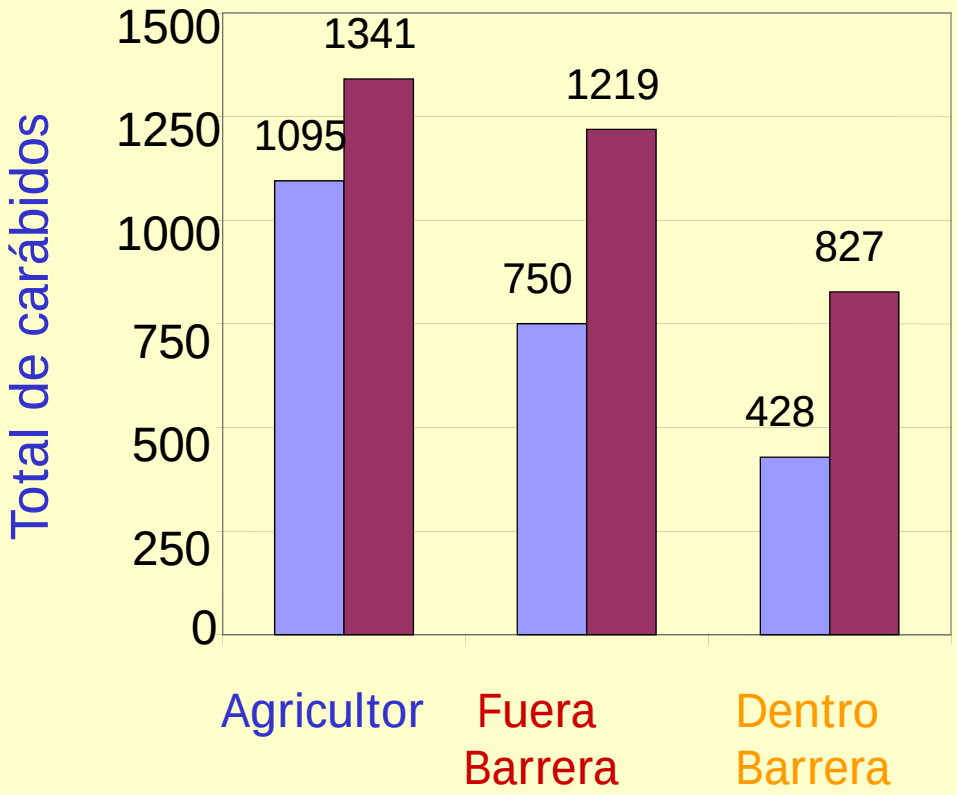
Papa-papa

Dinámica y número total de gorgojo de los Andes capturados en barreras plástico - Ñuñunhuayo

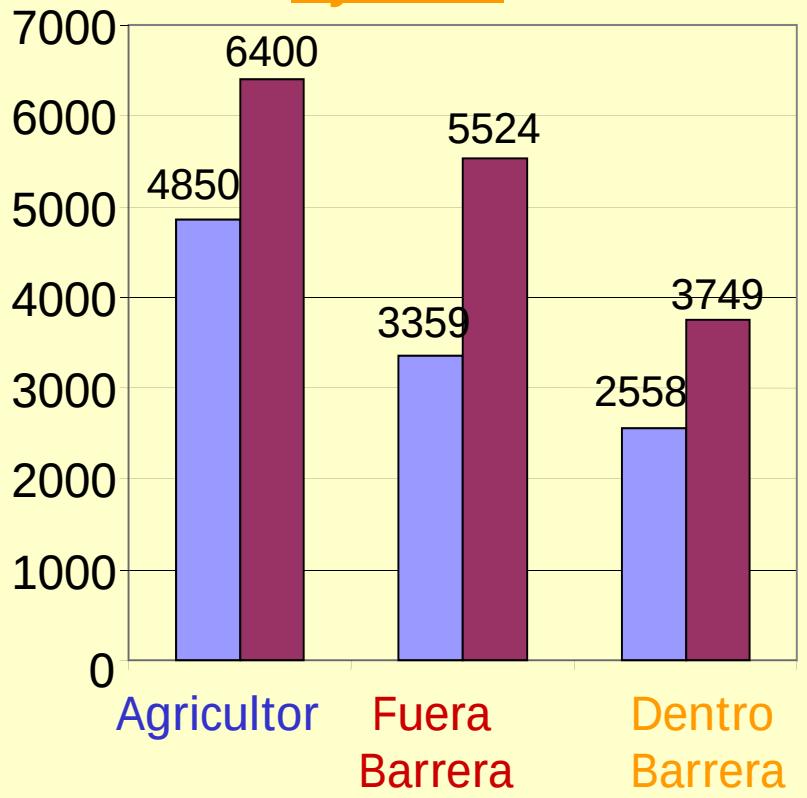


Captura total de carábidos en 21 campos, 2 sistemas de producción y 2 comunidades

Ñuñunhuayo



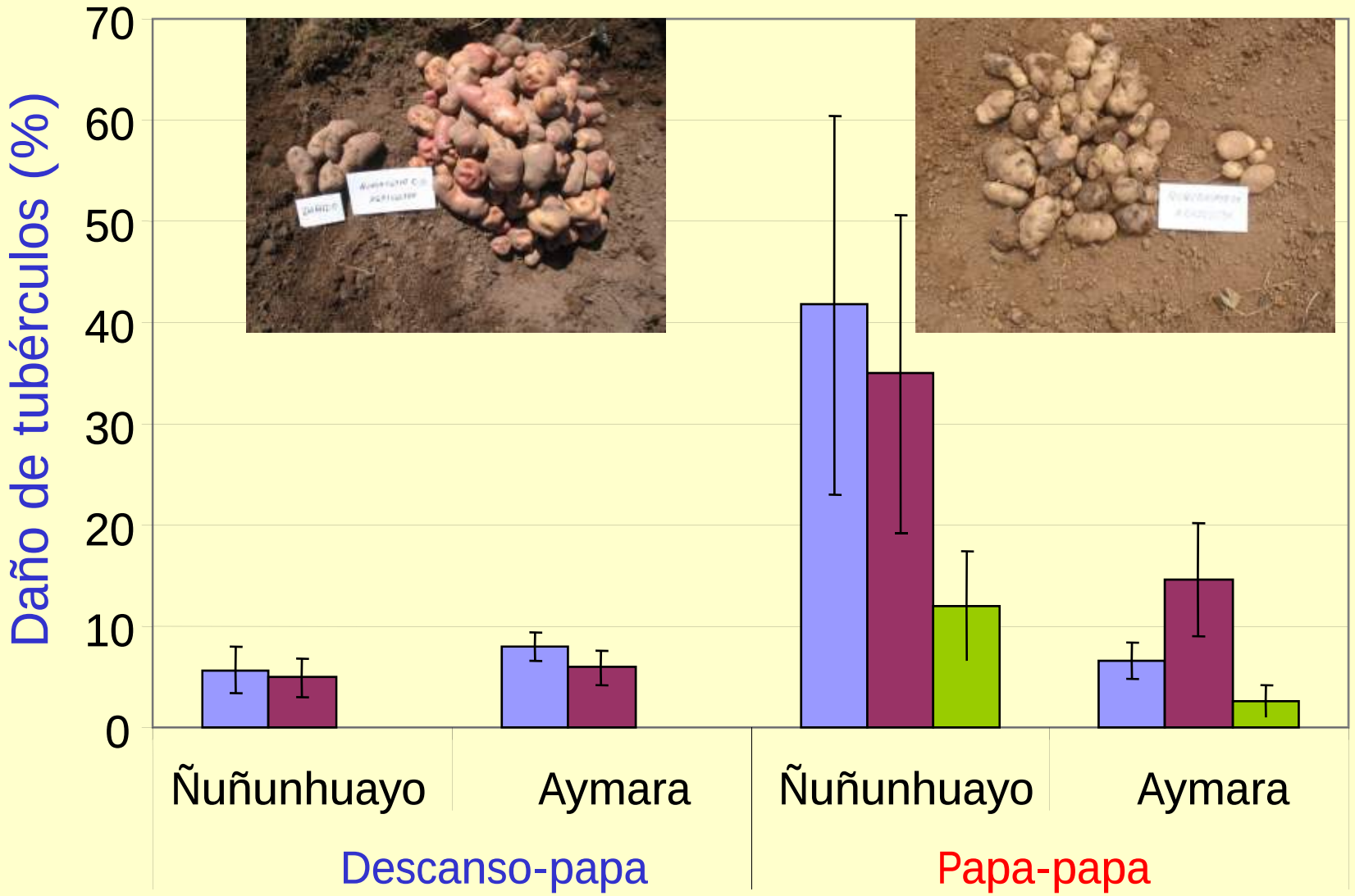
Aymara



Descanso-papa

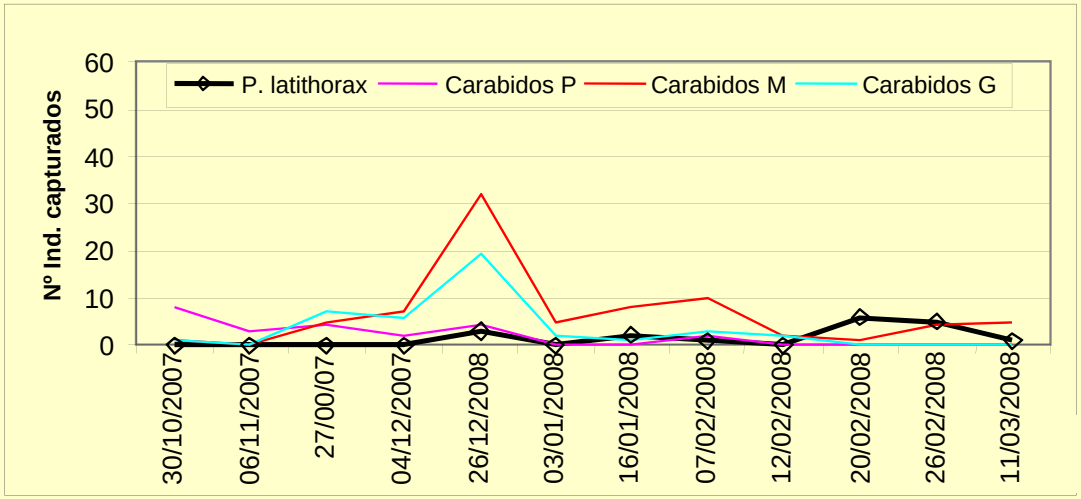
Papa - papa

Efectividad de las barreras plásticas para el control del GA *P.suturicallus*

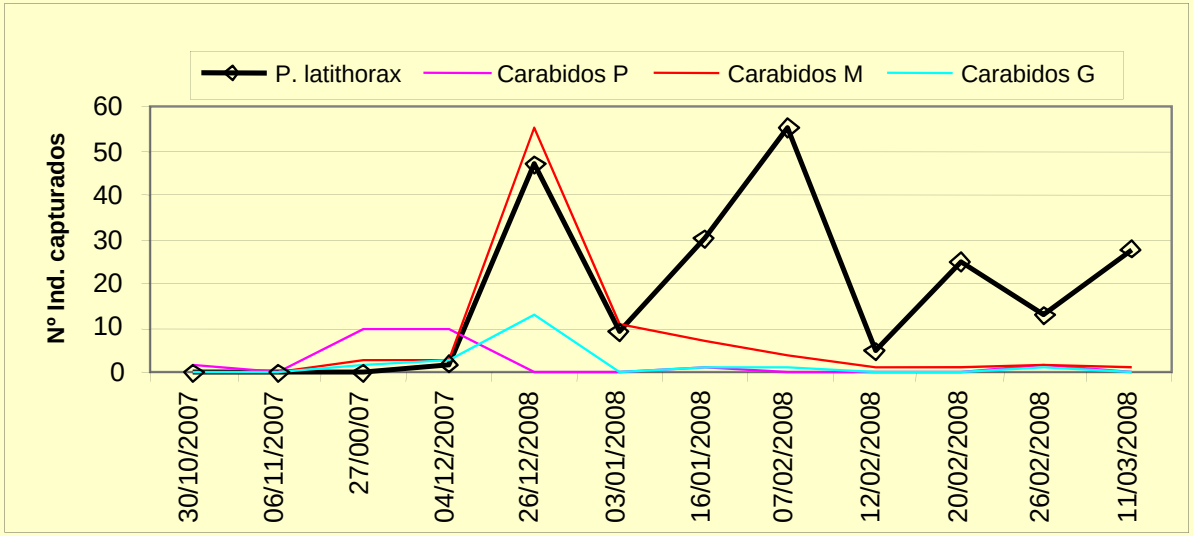


Efecto de las barreras de plástico en la ocurrencia poblacional de gorgojos y carábidos en Cochabamba, Bolivia

Parcelas con barreras

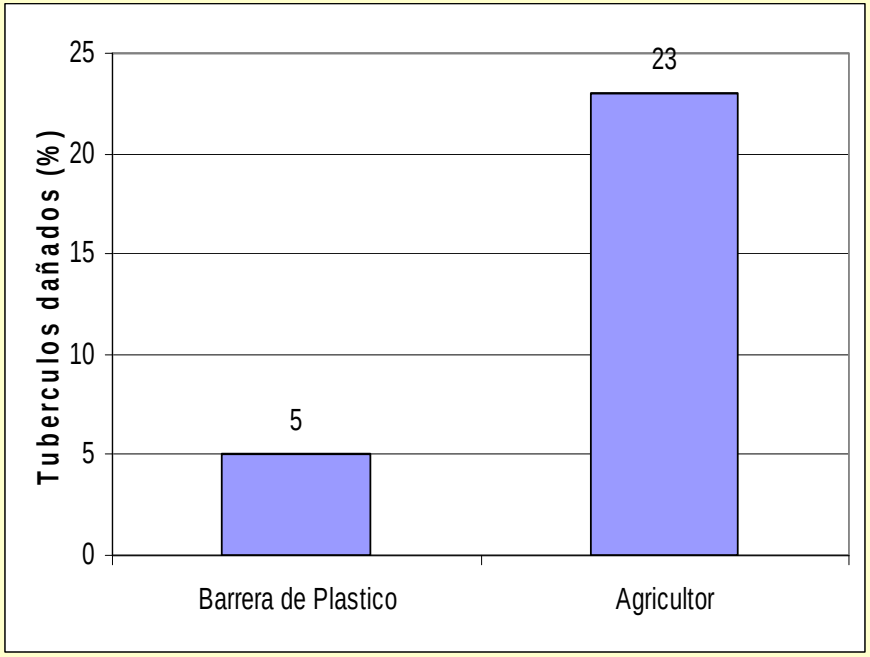


Parcelas del agricultor



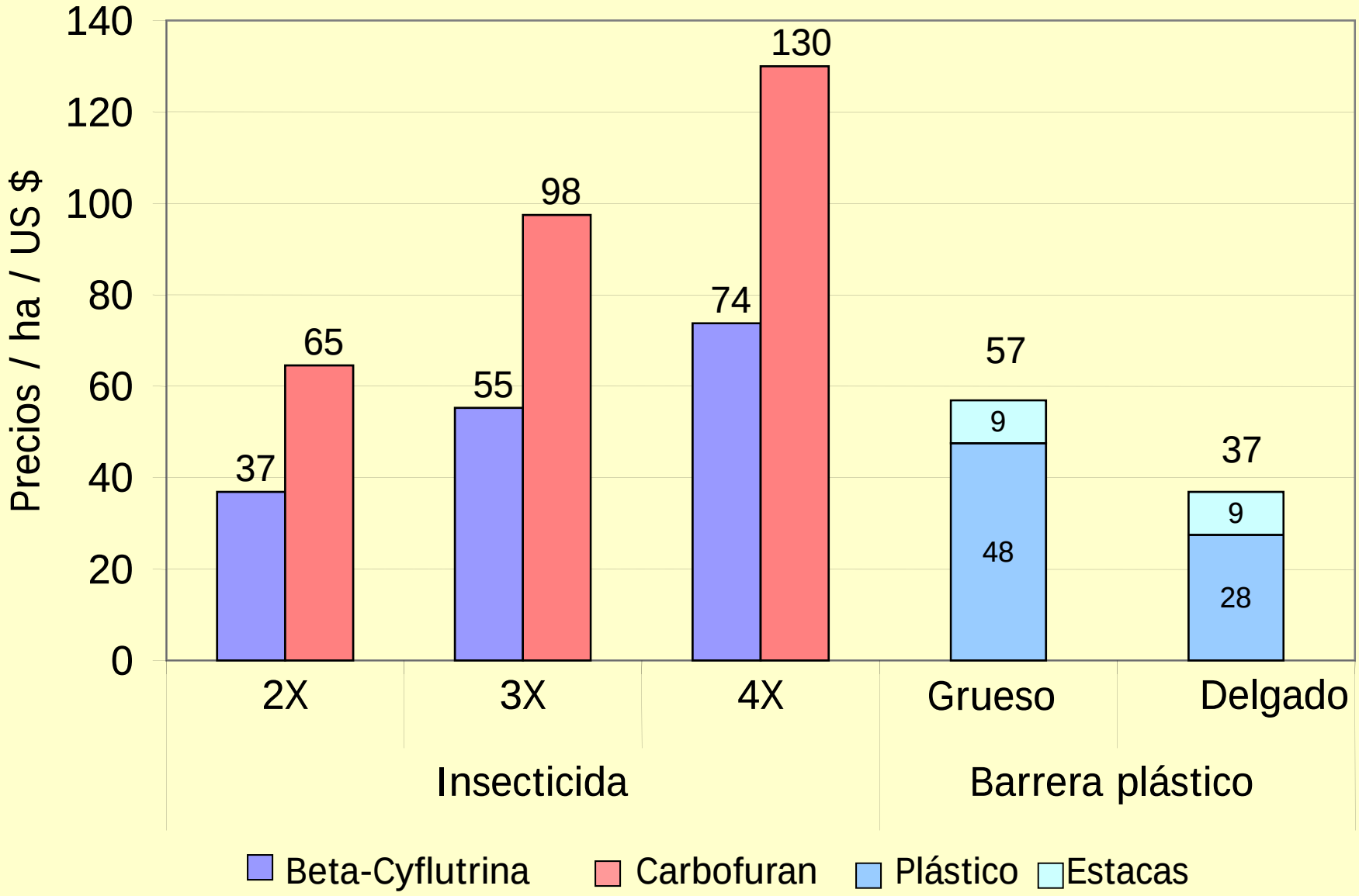
Efecto de las barreras de plástico en el control de gorgojo de los Andes, Cochabamba, Bolivia

Parcelas con y sin barreras de plástico



Porcentaje de tubérculos dañados a la cosecha por gorgojo de los Andes

Comparación de costos entre aplicación de insecticidas y barreras de plástico



Metas

Objetivo 3: Desarrollar intervenciones de MIP sostenibles basadas en el control biológico, control físico y atracticidas. (Tiempo necesario = 3 años)

Metas

1. Desarrollo de bioplaguicidas ambientalmente seguros, basados en nematodos entomopatogénicos, para el control del gorgojo andino de la papa.

2. Evaluación ecológica y económica de barreras plásticas para el control del gorgojo andino de la papa.

3. Desarrollo y evaluación de atracticidas para el control específico de PTM.

Formulación del atracticida

Feromona pura: PTM/APTM feromonas

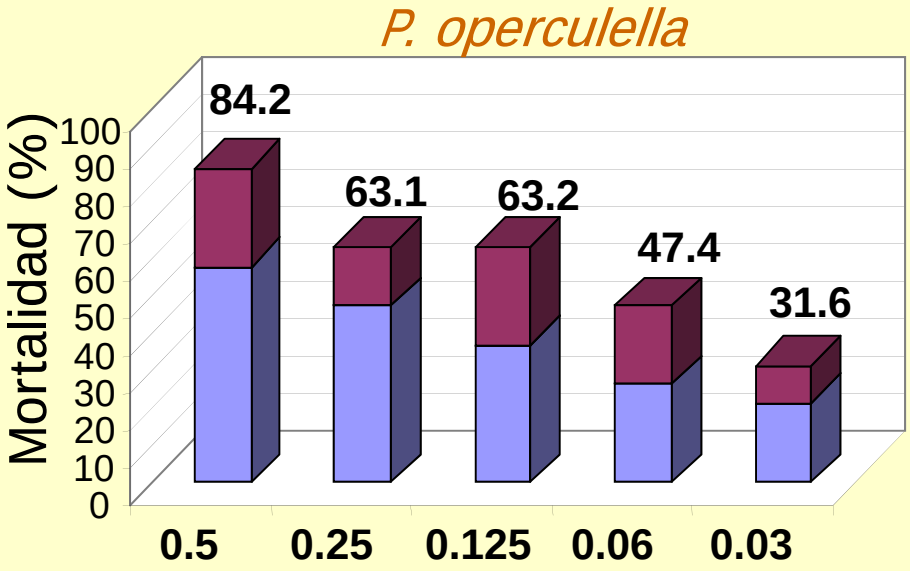
Insecticida de contacto: Cyflutrina

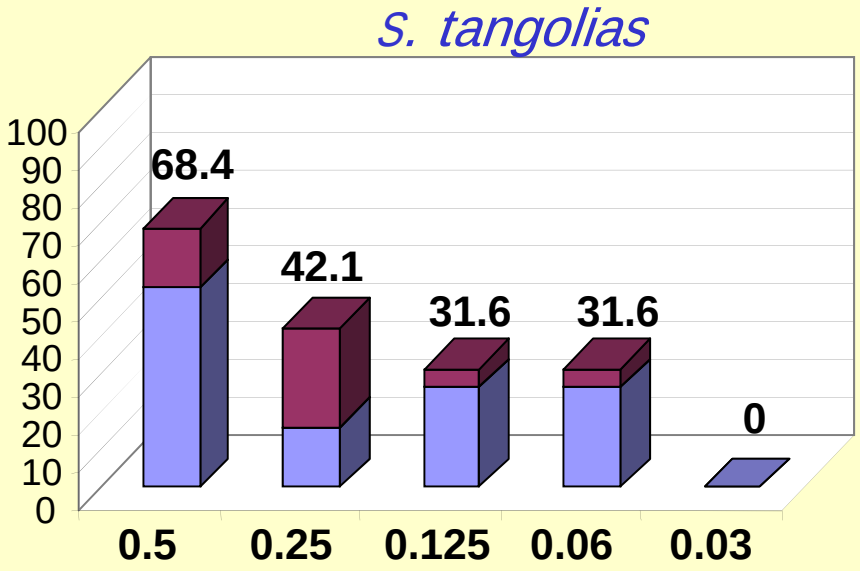
Aceite de Castor (50%), UV absorbentes y estabilizadores

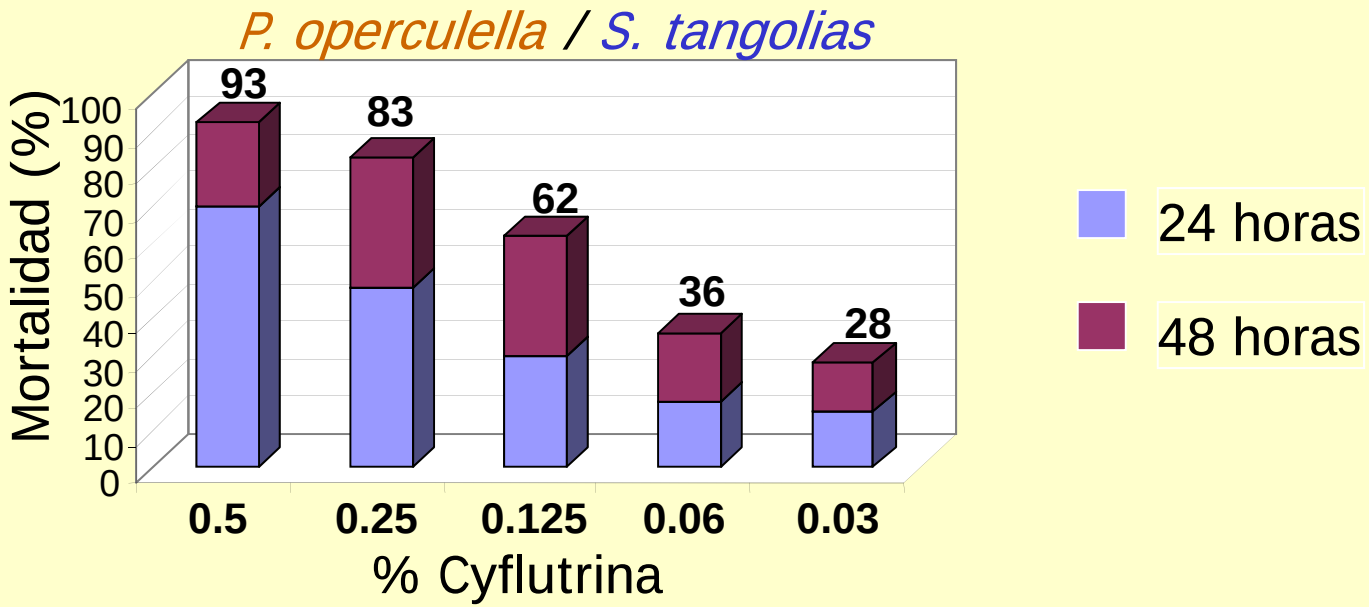
Tamaño de gota: 100-µl

De acuerdo a: Loesel *et al.* (2000)

Efecto de la dosis de Cyflutrina en el “atracticida”



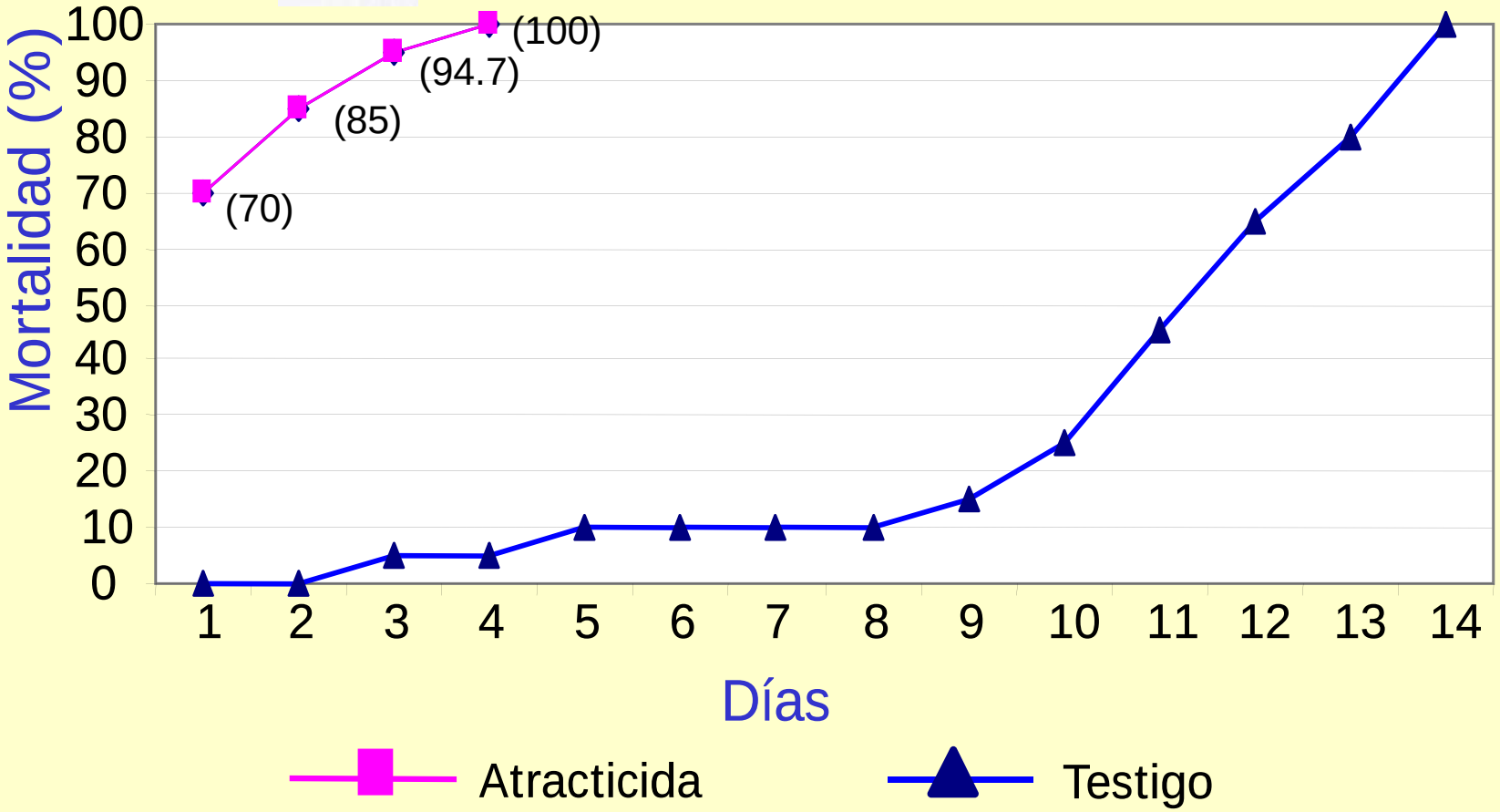




Eficacia del “atracticida”

Dosis: 0.5% cyflutrina y 0.05% feromona

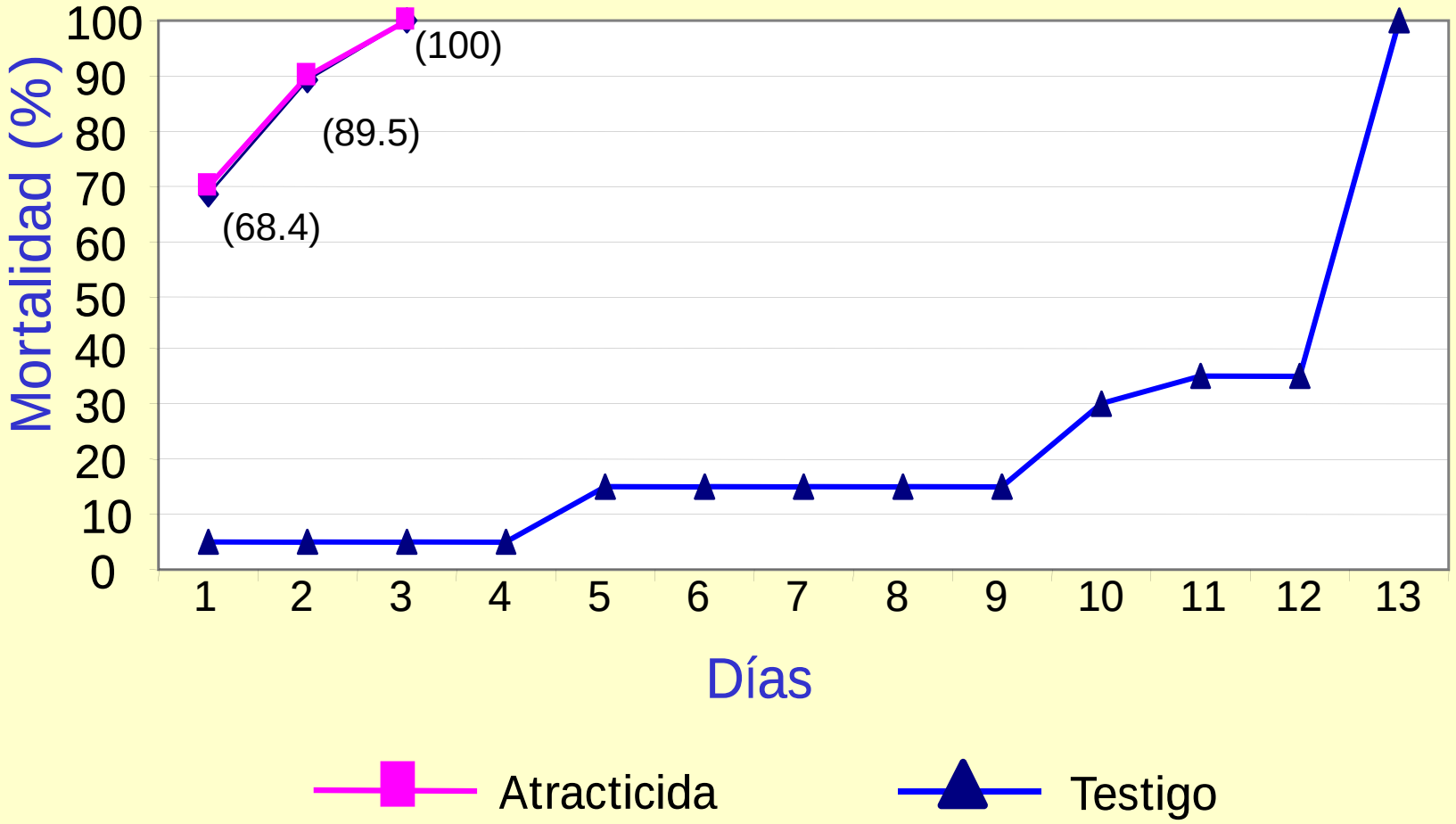
Phthorimaea operculella



Eficacia del “atracticida”

Dosis: 0.5% cyflutrina y 0.05% feromona

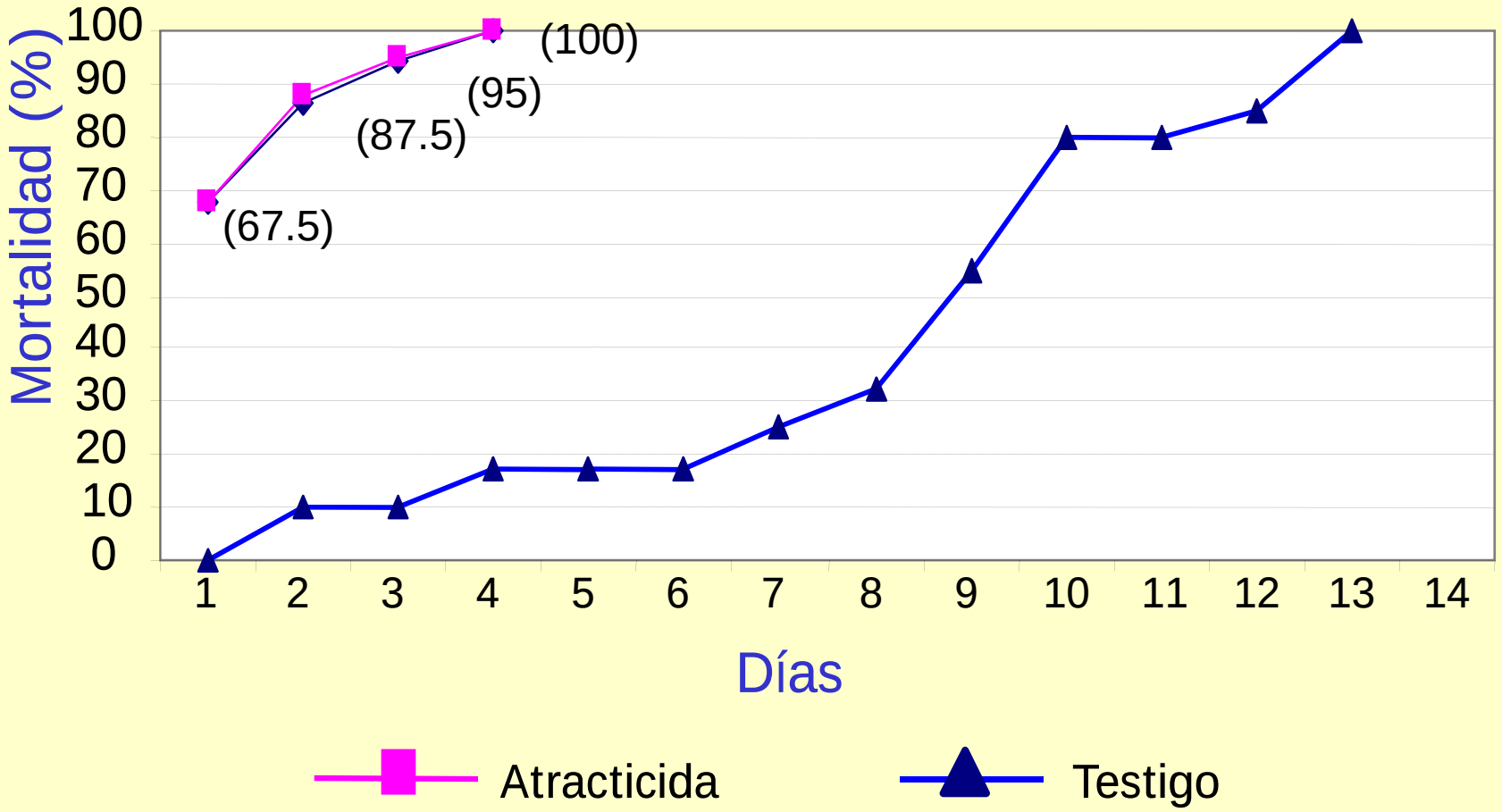
Symmetrischema tangolias



Eficacia del “atracticida”

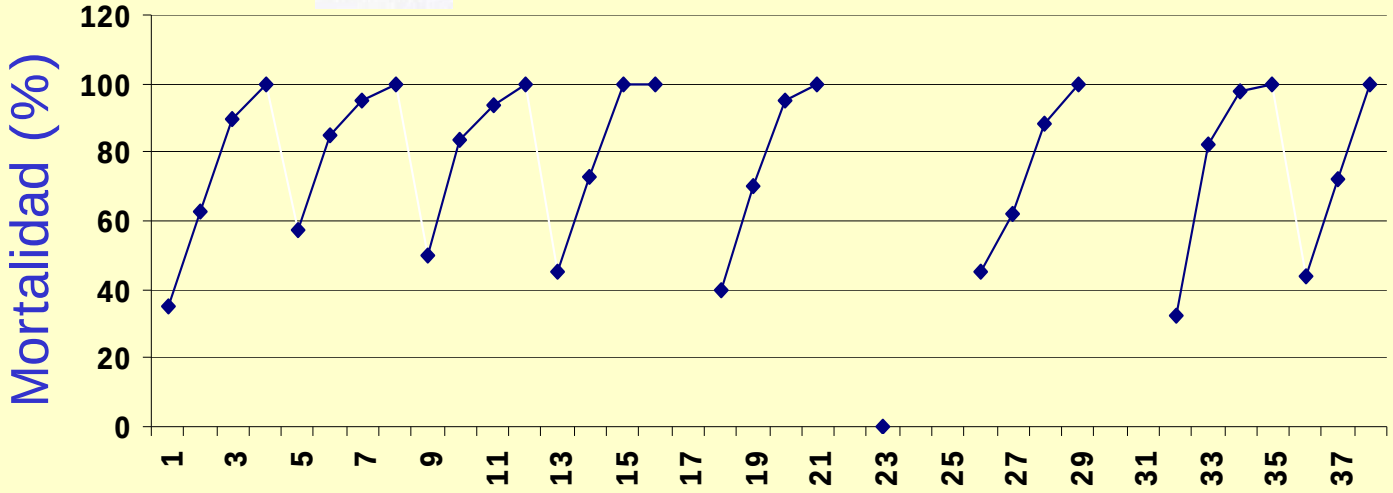
Dosis: 0.5% cyflutrina y 0.05% feromona

P. operculella + *S. tangolias*

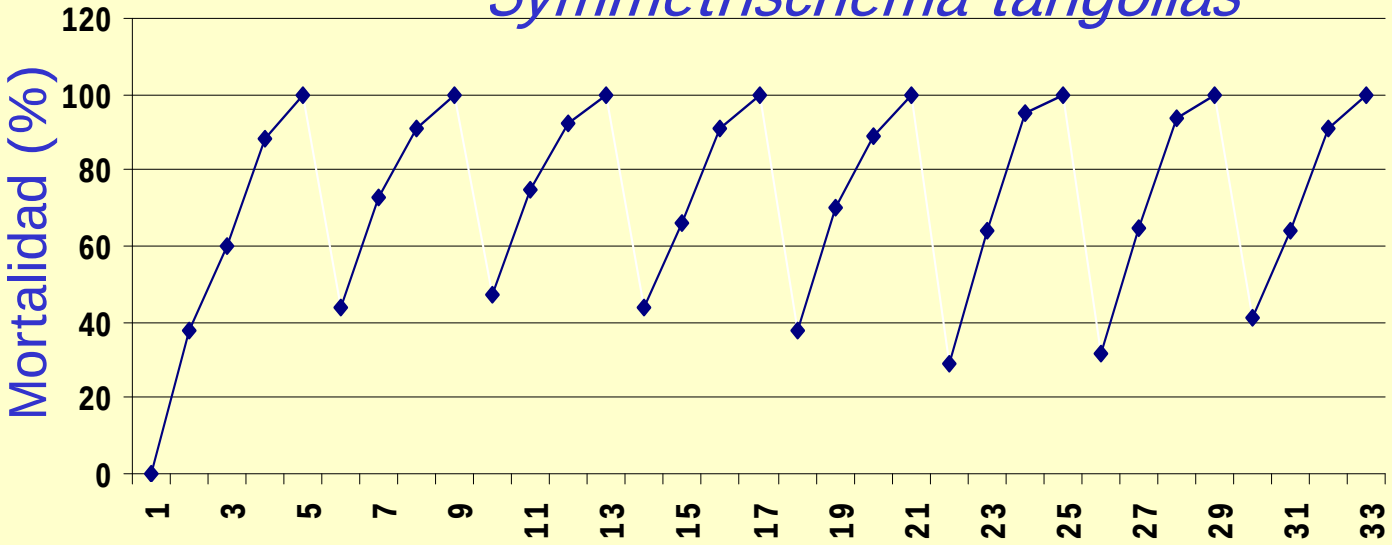


Estabilidad del “atracticida” a 20 ºC

Phthorimaea operculella

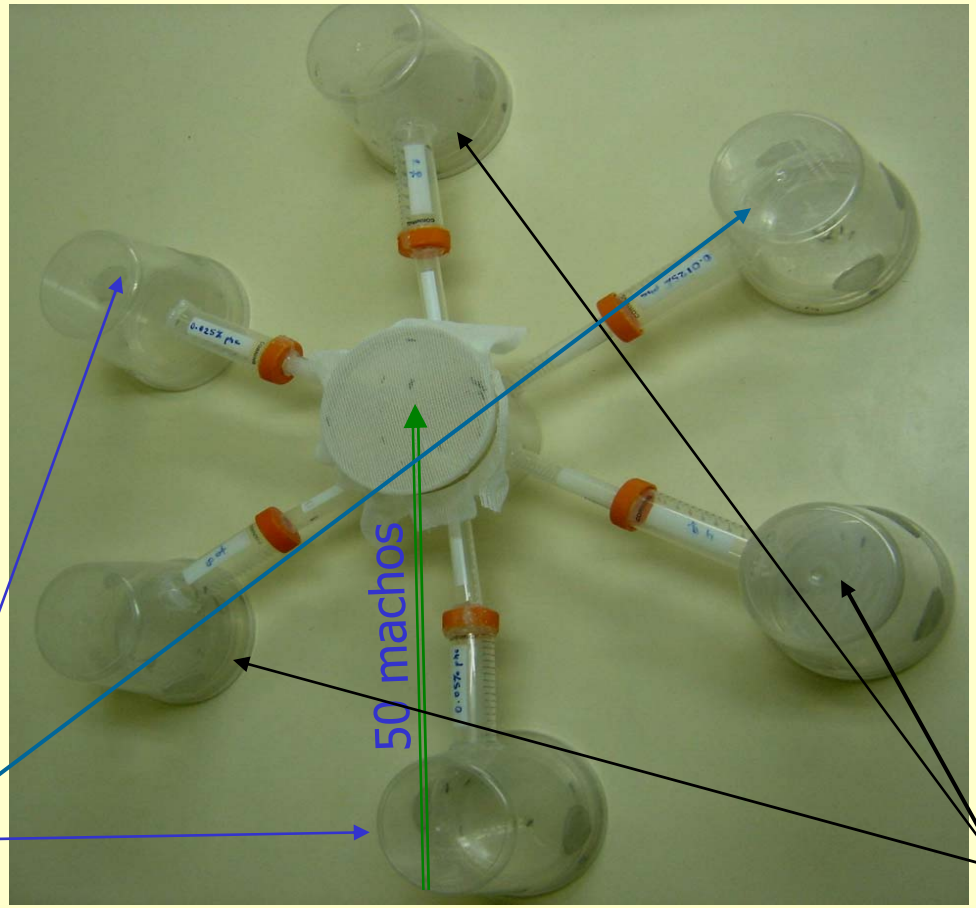


Symmetrischema tangolias



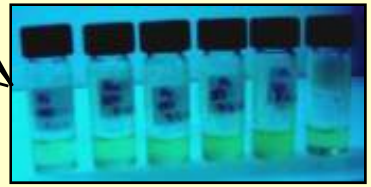
“Atracticida” – Experimentos con concentraciones de feromonas

Vasos cilíndricos de plástico con tubos horizontales



Hembras en placas petri cubiertas con muselina

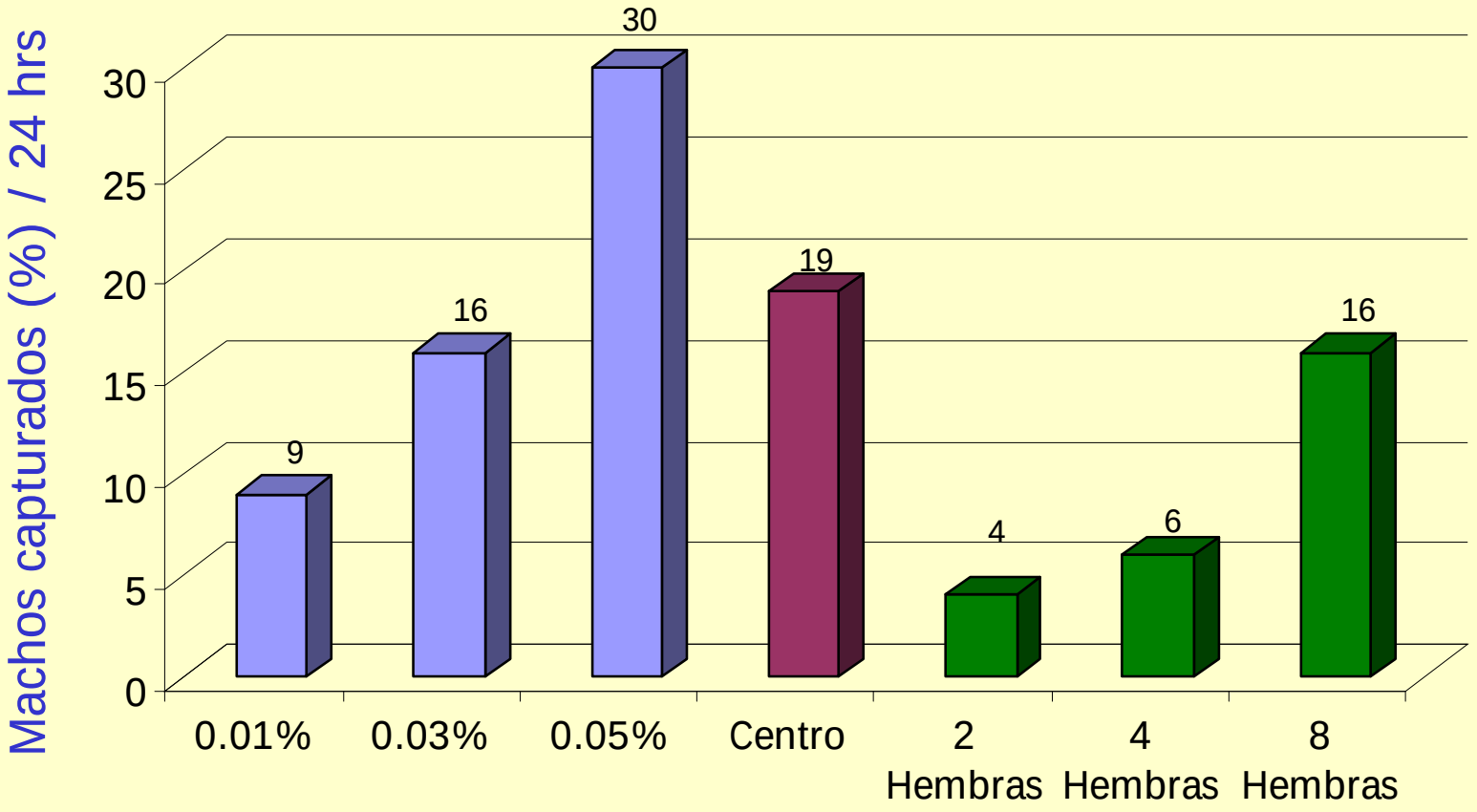
Polillas individualizadas



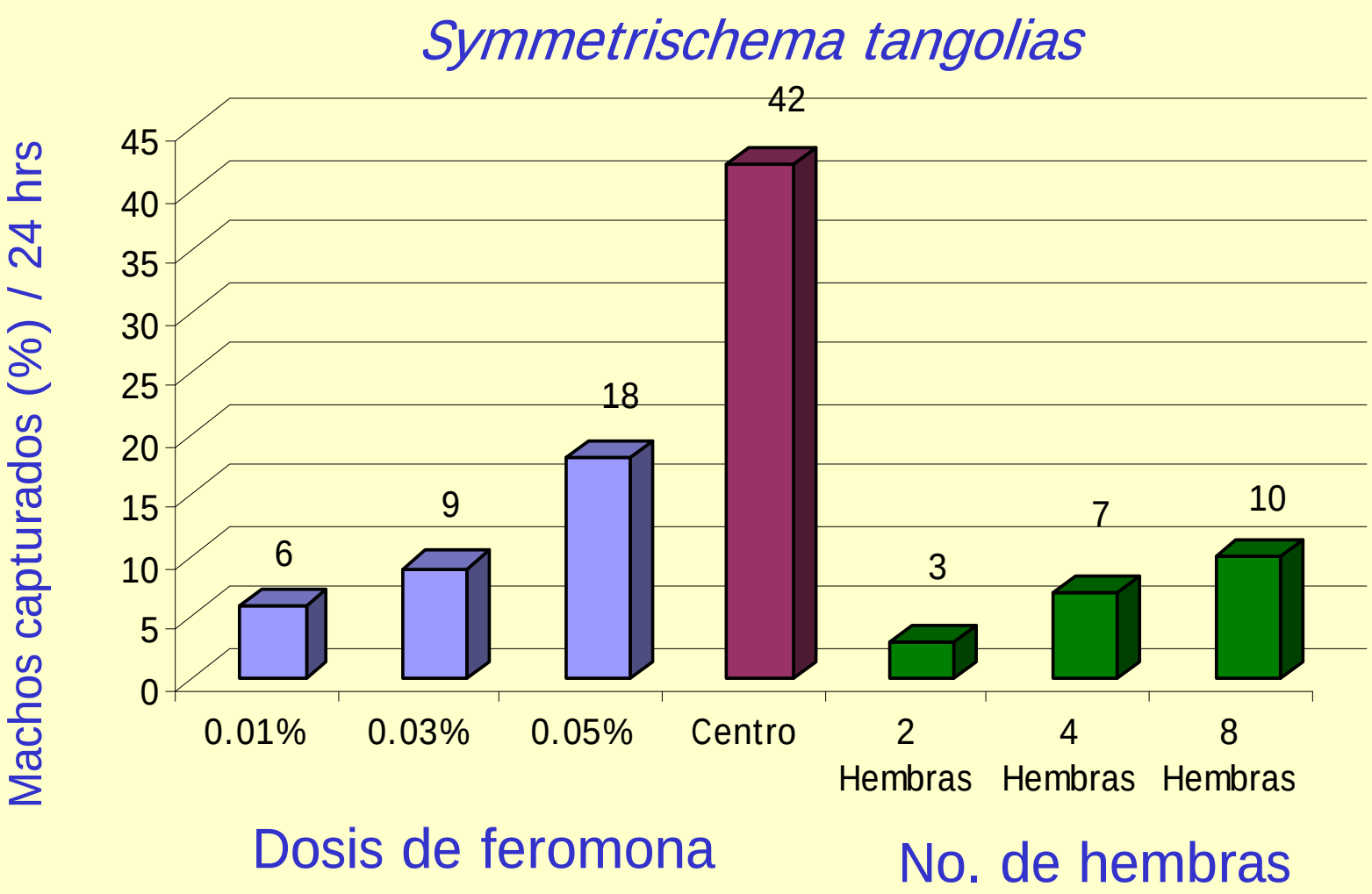
Diferentes concentraciones de feromonas

Efecto de la dosis de feromona en el “atracticida”

Phthorimaea operculella



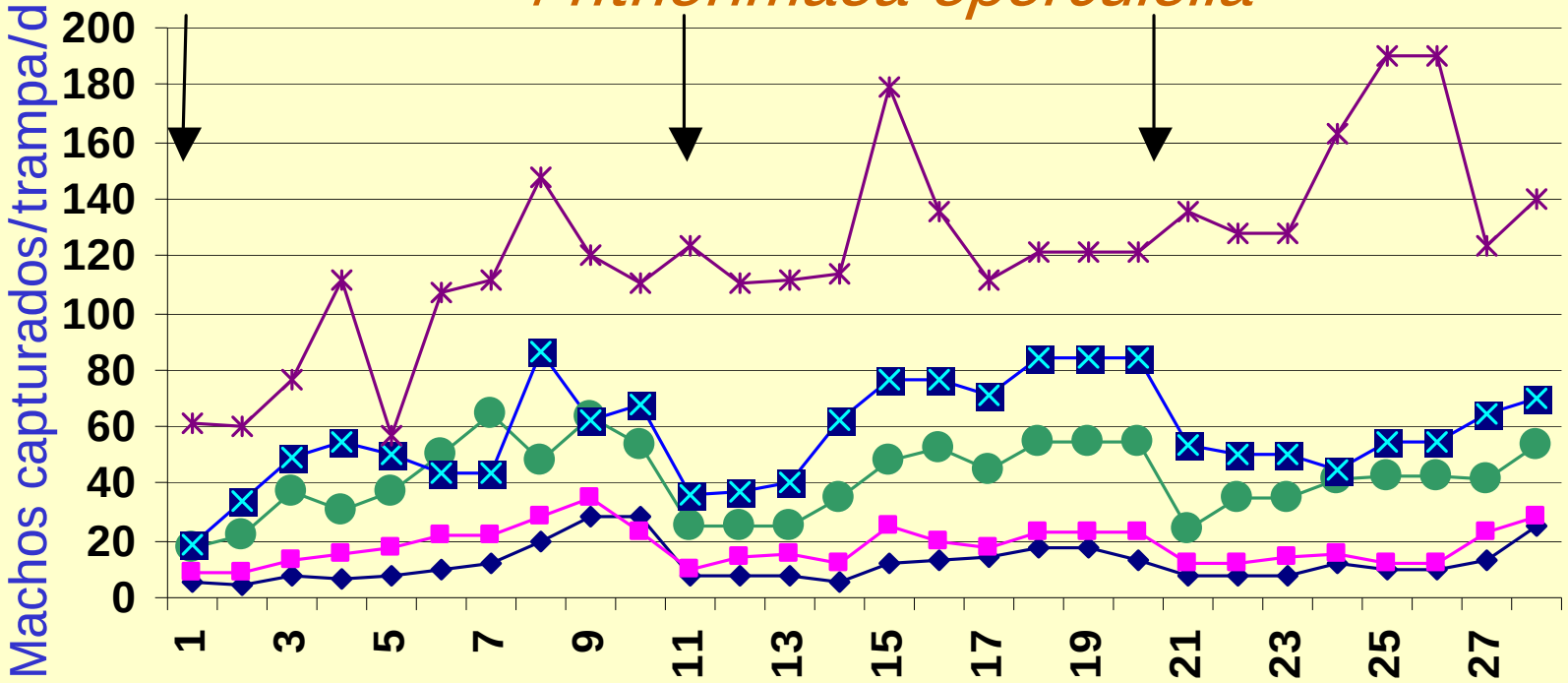
Efecto de la dosis de feromona en el “atracticida”



“Atracticida” - Experimento de campo

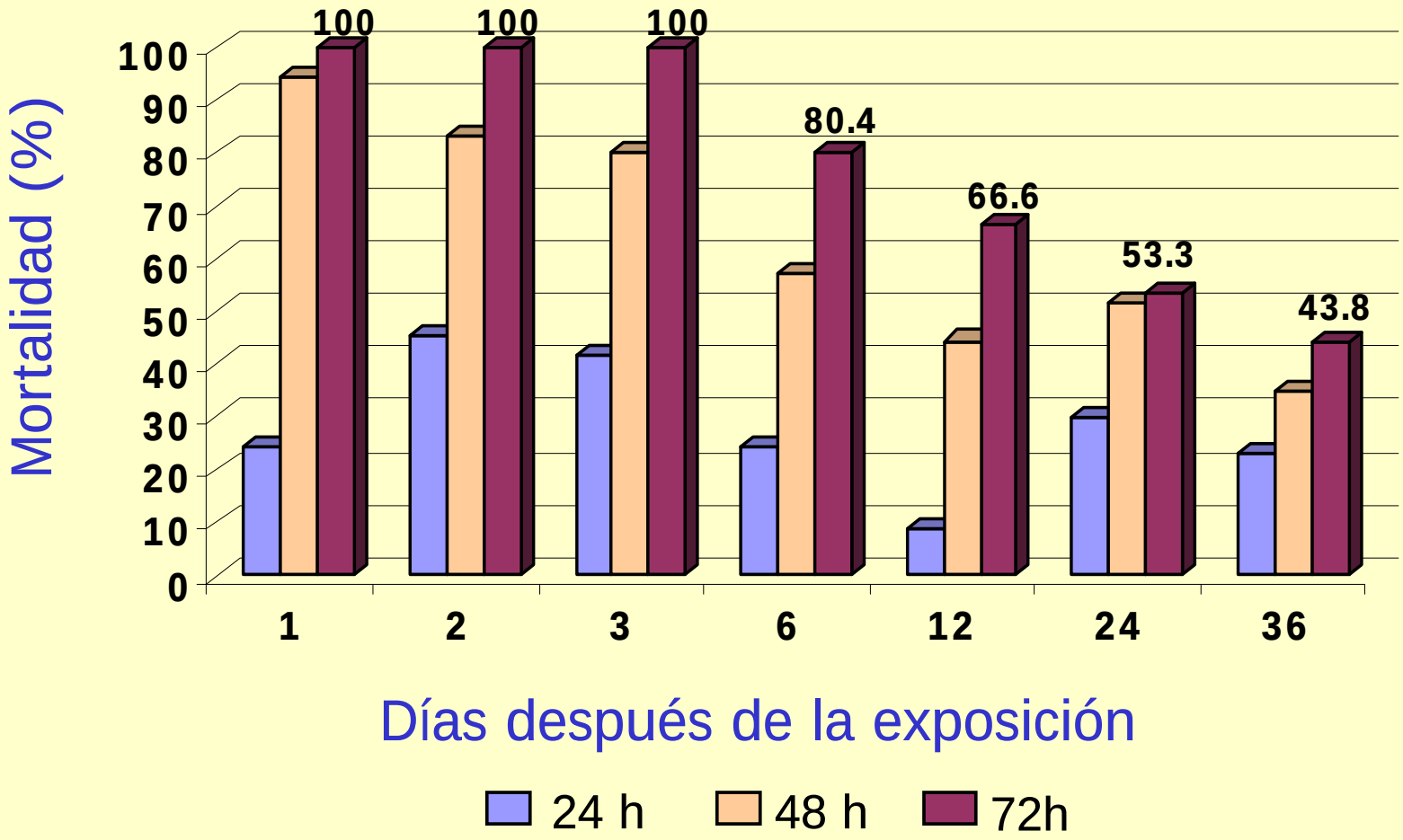
Eficacia de “atracticida” en experimentos de campo La Molina, Lima, 320 msnm

Phthorimaea operculella



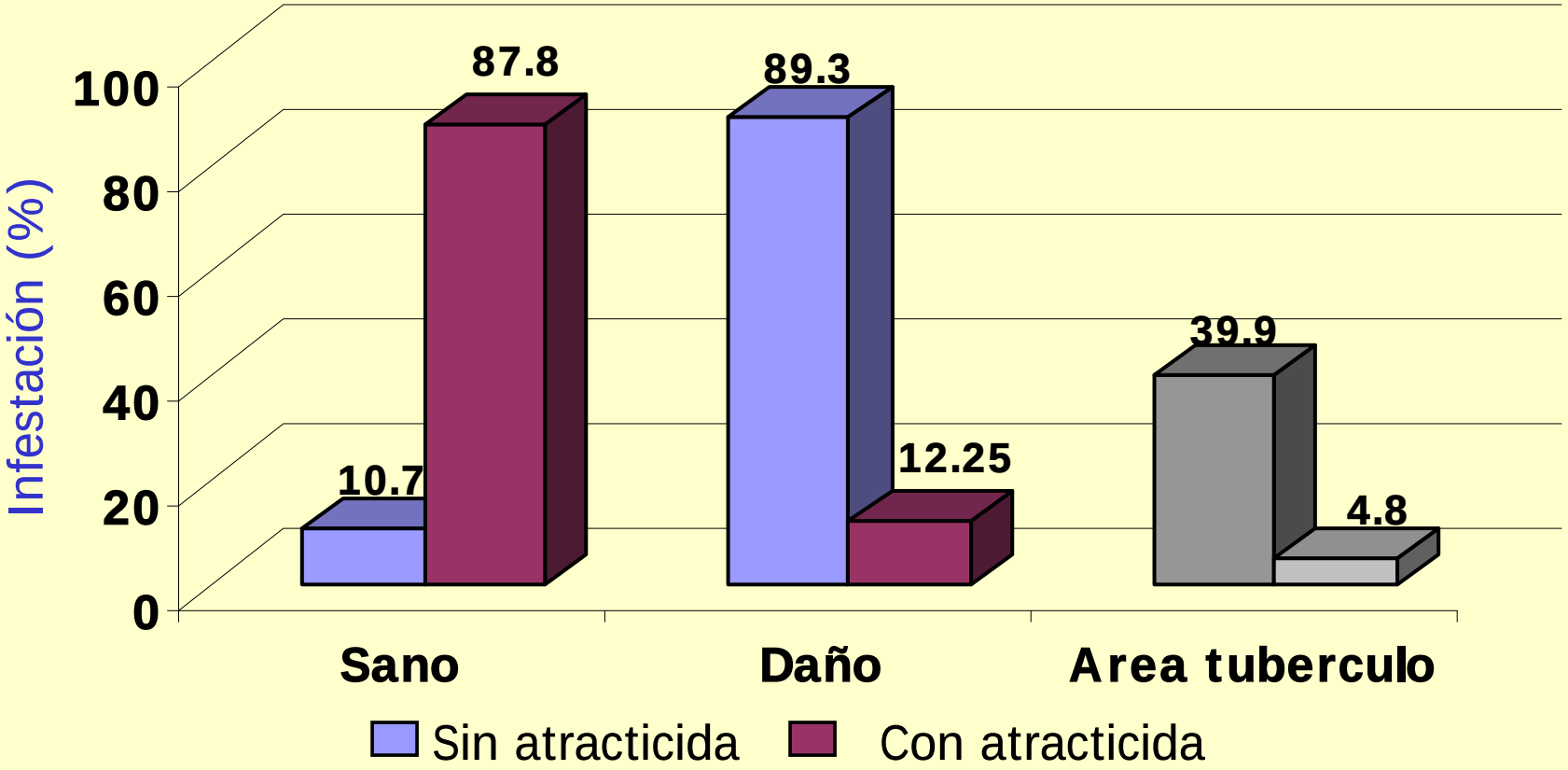
Estabilidad del “atracticida” en condiciones de campo

Phthorimaea operculella



Efectividad del “atracticida” en almacén

Phthorimaea operculella



“Atracticida” – costo/ha con una gota de 100-µl

Un litro del "atracticida"			*P. operculella*			
			Una gota de tratamiento			
Ciflutrina	Feromona	Aditivos	1m²	4 m²	16 m²	64 m²
5.00%	0.05%	94.95%	$219.00	$ 54.75	$ 13.69	$ 3.42
5.00%	0.025%	94.975%	$117.00	$ 29.25	$ 7.31	$ 1.83
5.00%	0.0125%	89.9875%	$ 67.00	$ 16.75	$ 4.19	$ 1.05
2.50%	0.05%	97.450%	$206.32	$ 51.63	$ 12.91	$ 3.23
2.50%	0.025%	97.475%	$114.32	$ 28.58	$ 7.14	$ 1.79
2.50%	0.0125%	97.4875%	$ 64.00	$ 16.00	$ 4.00	$ 1.00

Metas

Objetivo 4: Validar y adaptar nuevos componentes de MIP en investigación acción con agricultores, y reducir las pérdidas económicas de éstos debidas a las plagas de la papa. (Tiempo necesario = 2 años)

Metas

1. Desarrollo de un enfoque de investigación acción con los agricultores ("action research": Comités de Investigación Agrícola Local = CIAL), para validar y adaptar nuevos componentes de MIP.

2. Capacitación a extensionistas sobre los componentes del MIP que van desarrollando.

Adopción de MIP – acceso a nuevas herramientas!!!

Barreras de plástico para el control de gorgojo de los Andes

Agricultores pueden realizar sus propios experimentos!!!

Framework for global potato science for IPM development and use

Adoption of IPM in potato by different types of farmers

- On-farm research, adaptation, FFS, extension

Compatibility of control methods for all pests!!!

Biological control

- Conservation
- Augmentation
- Classical
- Biopesticides

Cultural

- Seed
- Planting date
- Rotation
- …

Biorational

- Pheromones
- Attract-and-kill

Biotechnology

- *Bt*-potato

Chemical

- Low toxicity
- no effects on non-targets

Insect modeling & Climate Change

Pest population ecology

- Population dynamics (abiotic/biotic)
- Pest severity
- Control thresholds

Communication/behavior

- Migration/distribution
- Sex pheromones

Ecological infrastructure

- Fauna inventory and functional diversity
- Agro-ecosystems characteristics
- Bioindicators for stability / degradation

Objetivo 1. Desarrollar herramientas de toma de decisiones para MIP en sistemas de cultivos basados en la papa

Meta 1

Resultados esperados	Actividades prioritarias	Indicadores de desempeño
Modelos fenológicos para especies de PTM, destinada a calcular el potencial de crecimiento demográfico de cada especie de PTM en las diferentes zonas agroecológicas desarrollado.	1.1.3 Validar y calibrar los modelos para *P. operculella* , *T. solanivora* y *S. tangolias* . 1.2.1 Monitorear las poblaciones de PTM durante todo el año, a través de trampas con feromonas en zonas agroecologicas meta.	1.1.3 Validacion de modelos con datos de captura en trampas con feromona en campo comparados con datos de temperatura fluctuante y constante.
Mapas que indiquen la presencia y la posible incidencia de PTM especies por país y región generados.	1.1.4 Vincular el modelo de las herramientas del sistema de información geografica (DIVA GIS) y producir mapas interactivos que indiquen los potenciales de crecimiento potencial para las diferentes zonas del cultivo de papa.	1.1.4 Implementacion de un programa (Diva-GIS)
Nuevas metodologías integrando los modelos de poblaciones de plagas en un análisis general de los agro-sistemas basados en papa (usando programas GIS) desarrollados.	1.1.5 Desarrollar programas y probar los modelos con Programas Nacionales e integrar los modelos en un sistema MIP para tomar decisiones de control de plagas	1.1.5 Implementación de un programa final (Diva-GIS) en el año 2009/2010

Objetivo 2. Mejorar la eficacia de los enemigos naturales para evitar la infestación por parte de plagas mayores de la papa

Meta 1

Resultados esperados	**Actividades prioritarias**	**Indicadores de desempeño**
Enemigos naturales (parasitoides en huevos y/o larvas) de *T. solanivora* en el país de origen identificados.	2.1.1 Estudio de la ocurrencia de enemigos naturales de *T. solanivora* en regiones de origen, continuacion de actividades del primer año.	2.1.1 Muestreos realizados en por lo menos 5 comunidades de las principales zonas paperas de Guatemala.
	2.1.2 Identificación taxonómica y recolección de datos secundarios para los parasitoides identificados.	2.1.2 Dos especies de parasitoides identificados.
Métodos de crianzas masivos de potenciales parasitoides y conocimiento sobre especificidad del hospedero establecidos.	2.1.3 Establecimiento de crianzas, biología y especificidad del hospedero.	2.1.3 Crianza de *T. solanivora* y de por lo menos un parasitoide establecida.
	2.1.4 Cumplimiento de los requisitos para exportar parasitoides al Ecuador.	2.1.4 Expediente de los requesitos de exportación de parasitoides completos.

Objetivo 2. Mejorar la eficacia de los enemigos naturales para evitar la infestación por parte de plagas mayores de la papa

Meta 2

Resultados esperados	**Actividades prioritarias**	**Indicadores de desempeño**
Interrelaciones entre la diversidad estructural y florística en agroecosistemas, uso de pesticidas, infestación de plagas, y abundancia de insectos benéficos establecidos.	2.2.1 Establecer experimentos de campo en sistemas de cultivo diverso / no diverso y monitorear las abundancia de fauna.	2.2.1 Monitoreos de biodiversidad de insectos en 4 campos con sistema de policultivo en el valle del Mantaro estudiados
Instrumentos (bioindicadores) que permitan una evaluación de los efectos de los plaguicidas sobre los agroecosistemas desarrollados.	2.2.2 Identificación taxonómica de las muestras y análisis de la diversidad de sistemas.	2.2.2 Por lo menos el 10% de la biodiversidad de insectos identificados y 3 índices de biodiversidad estudiados.
Estrategias de manejo de malezas para conservar y aumentar la abundancia y el impacto de los insectos benéficos desarrollados.	2.2.4 Estudio del impacto del manejo seleccionado de maleza y franja de maleza sobre la abundancia y diversidad de insectos.	2.2.4 Monitoreos de biodiversidad de insectos en 4 campos con franjas de vegetación silvestre y cultivada en el valle del Mantaro estudiados.

Objetivo 3. Desarrollar intervenciones de MIP sostenibles basadas en el control biológico, control físico y atracticidas

Meta 1

Resultados esperados	**Actividades prioritarias**	**Indicadores de desempeño**
Patogenicidad de los nematodos aislados en Bolivia contra *P. latithorax* en bioensayos probadas.	3.1.1 Identificar y caracterizar la patogenicidad de los nuevos aislamientos (Bolivia) Continuacion de las actividades del primer año.	3.1.1 Por lo menos 3 aislamientos evaluados y caracterizados ecológicamente en larvas de *P. latithorax*
Eficacia de los nematodos aislados en Ecuador contra *P. vorax, P. suturicallus* en Peru en experimentos de campo y almacenamiento evaluada.	3.1.2 Estudiar la eficacia, modo de aplicación y persistencia en condiciones de almacén en Bolivia y Perú.	3.1.2 Tres almacenes, con tres tratamientos y tres repeticiones evaluados.
	3.1.3 Estudiar la eficacia, modo de aplicación y persistencia en condiciones de campo en Ecuador, Peru y Bolivia.	3.1.3 Tres campos, 2 modos de aplicación y 5 repeticiones evaluados.

Objetivo 3. Desarrollar intervenciones de MIP sostenibles basadas en el control biológico, control físico y atracticidas

Meta 1 cont.

Resultados esperados	**Actividades prioritarias**	**Indicadores de desempeño**
Metodos de los cultivos de nematodes a gran escala y desarrollo de metodologias participativas de multiplicacion en fincas con agricultores mejorados.	3.1.5 Desarrollar y evaluar las metodologías que podrían ser adoptadas por los agricultores para producir nematodos a nivel de finca o aldea.	3.1.5. Diez almacenes en una comunidad con dos metodos de multiplicacion evaluados.
Control físico a través del uso de barreras plásticas como una nueva herramienta para el manejo del gorgojo y comprobación con los agricultores de Peru, Ecuador y Bolivia desarrollado.	3.2.2 Evaluación económica	3.2.2 Cuarenta agricultores encuestados para el análisis económico.
	3.2.3 Evaluaciones de campos en por lo menos dos comunidades en Peru, Ecuador y Bolivia.	3.2.3 Por lo menos 5 campos en 3 comunidades evaluadas con agricultores.

Objetivo 3. Desarrollar intervenciones de MIP sostenibles basadas en el control biológico, control físico y atracticidas

Meta 2 y 3

de feromonas sexuales de PTM e insecticidas de contacto para las tres especies de PTM, y de protocolos para su producción y uso eficiente por parte del sector privado desarrollados.	feromona para T. solanivora (Ecuador)	adapte a la biología de T. solanivora.
	3.3.3 Estudio de la eficacia en campos para P. operculella y S. tangolias (Peru y Bolivia)	3.3.3 Dos diferentes lugares con 6 campos cada uno, serán evaluado para cada especies
	3.3.4 Estudio de eficacia para T. solanivora.	3.3.4 Dos campos con tratamientos del formulado serán evaluados
	3.3.5 Estudio de eficacia en almacenamiento (Peru, Ecuador y Bolivia)	3.3.5 Tres almacenes tratados y 3 controles serán evaluados para probar la eficacia del formulado por tres veces en el tiempo.
de feromonas sexuales de PTM e insecticidas de contacto para las tres especies de PTM, y de protocolos para su producción y uso eficiente por parte del sector privado desarrollados.	feromona para T. solanivora (Ecuador)	adapte a la biología de T. solanivora.
	3.3.3 Estudio de la eficacia en campos para P. operculella y S. tangolias (Peru y Bolivia)	3.3.3 Dos diferentes lugares con 6 campos cada uno, serán evaluado para cada especies
	3.3.4 Estudio de eficacia para T. solanivora.	3.3.4 Dos campos con tratamientos del formulado serán evaluados
	3.3.5 Estudio de eficacia en almacenamiento (Peru, Ecuador y Bolivia)	3.3.5 Tres almacenes tratados y 3 controles serán evaluados para probar la eficacia del formulado por tres veces en el tiempo.

Objetivo 4. Validar y adaptar nuevos componentes de MIP en investigación acción ("action research") con agricultores, y reducir las pérdidas económicas debidas a las plagas de la papa.

Resultados esperados	**Actividades prioritarias**	**Indicadores de desempeño**
Ensayos participativos con agricultores, capacitación a agricultores y extensionistas, e inicio de investigación acción. Validación de nuevos componentes del MIP y adaptación con los agricultores establecidos.	4.1 Investigación acción con agricultores para validar los nuevos componentes del MIP.	Tecnologías mejoradas probadas en ensayos participativos en campo, en colaboración con los agricultores, extensionistas y científicos.
Extensionistas y científicos de programas nacionales en nuevas metodologías de manejo de plagas para la producción de papa capacitados.	4.2 Realización de cursos de capacitación a extensionistas en puntos pilotos.	Adopción de MIP por parte de los agricultores participantes y la reducción del empleo de plaguicidas en regiones pilotos (learning sites).

Científicos y personal del CIP, Lima y Huancayo, Perú

Jürgen Kroschel	Líder del Proyecto
Marc Sporleder	Modelación de PTM
Reinhard Simon	Integración de DIVA-GIS
Verónica Cañedo	Estudios Ecológicos
Jesús Alcázar	Investigación de APW (nematodos y barreras plásticas)
Octavio Zegarra	Investigación de Atracticidas en el Perú
Birgit Schaub	Investigación de Atracticidas en el Ecuador, tablas de vida
Adán Vega	Investigación en campo
Marcelo Trebejo	Cultivo de APW/ Investigación en campo
Francisco Ochoa	Cultivo de PTM/ Investigación en campo
Antonio Trillo	Investigación en laboratorio

Científicos de INIAP, Quito, Ecuador

Patricio Gallegos	Coordinador Regional
Jovanny Suquillo	Investigación en campo
Sandra Garcés	Investigación de APW (nematodos)
Cesar Asaquibay	Investigación en laboratorio y campo

Científicos de PROINPA, Cochabamba, Bolivia

Javier Franco	Coordinador Regional
Oscar Barea	Investigación en laboratorio y campo
Luis Crespo	Investigación de APW (nematodos)

Muchas gracias!