

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

- 1.1 Título: Control biológico de *Spodoptera frugiperda* (Noctuidae) y *Oebalus insularis* (Pentatomidae) en arroz, utilizando parasitoides oófagos.
- 1.2 Responsable del proyecto: Bruno Zachrisson, Entomología Agrícola; e-mail: bruno.zachrissons@idiap.gob.pa ; bazsalam@gmail.com .
- 1.3 Programa: Investigación e Innovación en Recursos Genéticos y Biodiversidad.
- 1.4 Sub programa: Valoración y Conservación de los Recursos Genéticos.
- 1.5 Línea de investigación: Prospección y valoración de enemigos naturales de organismos nocivos y de germoplasma animal y vegetal.
- 1.6 Ámbito agro ecológico: Zona 3 (Zona de sequía liviana). Precipitación pluviométrica anual entre 2,000 y 3,000 mm, ubicada entre 200 y 500 metros sobre el nivel del mar. Abarca los distritos de Chepo, Panamá y Chepigana (Santa Fé), Darién.
- 1.7 Tipo de Investigación: Aplicada.
- 1.8 Duración: Cuatro (4) años.
- 1.9 Sede: Centro de Investigación Agropecuaria Oriental (CIAOr), El Naranjal, Chepo, Panamá.
- 1.10 Equipo ejecutor:
- Dr. Bruno Zachrisson, Entomólogo, Laboratorio de Entomología, Centro de Investigación Agropecuaria Oriental (CIAOr), Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.
- Lic. Liliam Marquinez, M.Sc., Licenciada en Economía, Maestría en Socioeconomía Ambiental, CIA-Chiriquí, Socioeconomía, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.
- Ing. Agr. Pedro Osorio, Ingeniero Agrónomo, Asistente de Investigación, Laboratorio de Entomología, Centro de Investigación Agropecuaria Oriental (CIAOr), Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.
- Agro. Guadalupe Gutierrez, Agrónoma, Asistente de Investigación; Laboratorio de Entomología, Centro de Investigación Agropecuaria Oriental (CIAOr), Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.
- Agro. Onesio Martínez, Agrónomo, Asistente de Investigación, Laboratorio de Entomología, Centro de Investigación Agropecuaria Oriental (CIAOr), Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.

2. ANTECEDENTES:

Los datos de la Contraloría de la República de Panamá indican que la producción de arroz en las provincias de Darién, Chiriquí y Panamá, totalizaron 92,380 hectáreas sembradas para el año agrícola 2017-2018. No obstante, las provincias de Panamá y Darién reportaron un incremento en la cosecha de arroz en cascara, registrando 521,500 y 842,200 qq,

respectivamente. Sin embargo, el uso intensivo de insecticidas sintéticos de amplio espectro, aunado al aumento de los costos de producción, ha reducido la rentabilidad del cultivo. Además, de provocar el desequilibrio ecológico en este ecosistema agrícola y causar intoxicaciones agudas y crónicas población rural circundante a las áreas de producción. En el último quinquenio, la elevada población de *Spodoptera frugiperda* (gusano cogollero) durante la fase vegetativa y *Oebalus insularis* (chinche del arroz) en la fase de "grano lechoso", han causado mermas en la producción en torno del 12%. La ausencia de alternativas tecnológicas eficientes y sostenibles en este rubro, sustentan el control químico de manera unilateral, obviando otras opciones de manejo económicamente rentables y amigables con el ambiente, como el control biológico aplicado (C.B.A.). Razón por la cual, se realizaron investigaciones "básicas-aplicadas" dirigidas la implementación de protocolos de multiplicación de los parasitoides de huevos *Trichogramma pretiosum* y *Telenomus podisi*, en condiciones abióticas controladas, con la finalidad de reducir la población de *S. frugiperda* y *O. insularis*. Las mismas se sustentan en consideración a la inviabilización del embrión del insecto-plaga en la fase de huevo (Zachrisson *et al.*, 2015; 2016; Zachrisson y Barba, 2019). Los subsidios biológicos y reproductivos de ambos parasitoides cumplen con los requerimientos necesarios para la liberación de *T. pretiosum* y *T. podisi*, en áreas comerciales de arroz. De esta manera, la transición del conocimiento científico innovador generado a un producto pre-tecnológico, está alineada con las políticas sectoriales (MIDA), institucionales (IDIAP) y el PENCYT (2019-2024) (SENACYT). En este sentido, se destaca la competitividad y productividad del sector primario, la recuperación de la soberanía alimentaria, la sostenibilidad de los ecosistemas agrícolas y la resiliencia socioeconómica de la población rural.

3. JUSTIFICACIÓN:

Las importaciones de insecticidas de origen sintéticos registradas para la República de Panamá son elevadas y aproximadamente el 30% de las mismas están dirigidas al control de insectos-plagas en el cultivo del arroz. Por lo que, el elevado grado de dependencia del control químico, ha generado problemas de índole ambiental, como lo es el desequilibrio de los ecosistemas agrícolas como consecuencia de la eliminación de los enemigos naturales (parasitoides oófagos). Además de las consecuencias ambientales, también se destaca la contaminación de las fuentes hídricas y de los suelos de vocación agropecuaria. No menos importante, son las afecciones directas e indirectas de las aplicaciones de insecticidas a la población rural, como lo son las intoxicaciones agudas y crónicas. De esta manera, la alternativa viable acorde con el manejo integrado de plagas (MIP) es el control biológico aplicado de plagas, el cual se concreta con las liberaciones de parasitoides en las áreas comerciales de producción. Las aplicaciones de insecticidas dirigidas a las plagas-claves destacadas en la presente propuesta para el cultivo del arroz, no son coherentes con los programas de control biológico que se implementarán, en las provincias de Panamá (Panamá Este) y Darién. En la búsqueda de alternativas viables, las liberaciones de *Trichogramma pretiosum* y *Oebalus insularis*, para el manejo de *Spodoptera frugiperda* y *Oebalus insularis*, ofrecen una opción sostenible de manejo en las áreas productoras de arroz. Debido a que Panamá se encuentra en una zona de transición geográfica con particularidades climáticas, en donde se presentan dos estaciones, la seca y la lluviosa, con temperatura promedio constante durante el año, se requiere que la tecnología agrícola generada y en este caso innovadora, se evalúe "in situ", descartando la implementación de la investigación adaptativa. La sustentación técnico-científica de esta tecnología agrícola, se fundamentó en investigación básica previa, lo que generará un producto pre-tecnológico, con miras a la aceptación de esta agrotecnología. La propuesta responde a los desafíos de la línea de investigación de la propuesta, como lo es la resiliencia al manejo de plagas de arroz, la competitividad del sistema productivo, la soberanía alimentaria y la reducción de la pobreza.

4. FINALIDAD:

Promover y asegurar el mejoramiento social y económico de los pequeños y medianos productores, mediante el fortalecimiento de la base agro-tecnológica del país, de manera

que contribuya a la competitividad del agronegocio, sostenibilidad de los sistemas de producción y a la resiliencia socio-ecológica; permitiendo a la población panameña reducir el nivel de pobreza y garantizar su alimentación con productos de calidad.

5. PROPOSITO:

Fortalecer la base agro-tecnológica nacional, que genere un producto pre-tecnológico, que promueva el manejo sostenible en insectos-plagas en arroz, por medio del control biológico liberando parasitoides oófagos (*Trichogramma pretiosum*, *Telenomus podisi*), que reduzca de la población de *Spodoptera frugiperda* y *Oebalus insularis*, en parcelas comerciales de este rubro, aportando a la competitividad de este sistema productivo, a la soberanía alimentaria y que propicie la reducción de la pobreza, por medio de la producción de alimentos de calidad, mejorando la calidad de vida de los panameños.

6. IDENTIFICACIÓN DE BENEFICIARIOS DE LOS BENEFICIARIOS DEL PROYECTO:

La agrotecnología generada beneficiará directamente a 53 productores de Darién (distrito de Chepigana) y 120 de Panamá Este (distrito de Chepo), que suman un total de 173 productores, con aproximadamente 19,000 ha sembradas y rendimientos de 2,136,378 qq/ha, durante el año agrícola 2017-2018. Por lo que, se destaca la importancia del cultivo del arroz en el ámbito regional definido en la presente propuesta. Los beneficios indirectos, que incluyen al 50% del personal involucrado en esta actividad productiva, destaca la capacitación formal e informal del producto pre-tecnológico generado, considerado en base a la sinergia con centros de educación superior del país. Independientemente, de que el proyecto presenta un ámbito geográfico regional, los beneficiarios incluyen a los productores de arroz del país, debido a la naturaleza de la agrotecnología generada.

7. PRODUCTOS PROGRAMADOS:

7.1. Disponer 1,000,000 adultos (hembras) de *Trichogramma pretiosum* por mes, para las liberaciones del parasitoide oófago de *Spodoptera frugiperda*, en parcelas de arroz comercial.

7.2. Reducir el 50% de la población de *Spodoptera frugiperda*, por medio del parasitismo de *Trichogramma pretiosum*, inferior a los umbrales de acción "UA", correspondiente a 20 larvas entre 3º y 5º instar.

7.3. Capacitar formal e informalmente a 10 productores y actores involucrados en la producción de arroz, con la agrotecnología generada dirigida al manejo de *S. frugiperda*.

7.4. Realizar estudios de aceptación de la agrotecnología generada, considerando 10 productores comerciales de arroz, en el manejo de *S. frugiperda*.

7.5. Disponer 500,000 adultos (hembras) de *Telenomus podisi* por mes, para las liberaciones del parasitoide oófago de *Oebalus insularis*, en parcelas de arroz comercial.

7.6. Reducir el 60% de la población de *O. insularis*, por medio del parasitismo de *T. podisi*, inferior a los umbrales de acción "UA", correspondiente a 2 ninfas entre 2º y 5º instar o 3 adultos.

7.7. Capacitar formal e informalmente a 10 productores y actores involucrados en la producción de arroz, con la agrotecnología generada dirigida al manejo de *O. insularis*.

7.8. Realizar estudios de aceptación de la agrotecnología generada, considerando 10 productores comerciales de arroz, en el manejo de *O. insularis*.

8. ACTIVIDADES:

- 8.1. Multiplicación masiva de adultos (hembras) de *Trichogramma pretiosum*, en huevos del huésped alternativo *Anagasta kuehniella*, en condiciones abióticas controladas.
- 8.2. Liberaciones inundativas de *Trichogramma pretiosum*, para el manejo de *Spodoptera frugiperda*, en áreas comerciales de arroz.
- 8.3. Difusión de la agrotecnología generada para el manejo de la población de *S. frugiperda*, a productores y actores involucrados en la producción de arroz.
- 8.4. Evaluar la aceptación de la agrotecnología generada, dirigida al manejo de *S. frugiperda*, con los actores y productores involucrados en la producción de arroz.
- 8.5. Multiplicación masiva de adultos (hembras) de *Telenomus podisi*, en huevos de *Oebalus insularis*, en condiciones abióticas controladas.
- 8.6. Liberaciones inundativas de *T. podisi*, para el manejo de *O. insularis*, en áreas comerciales de arroz.
- 8.7. Difusión de la agrotecnología generada para el manejo de la población de *O. insularis*, a productores y actores involucrados en la producción de arroz.
- 8.4. Evaluar la aceptación de la agrotecnología generada, dirigida al manejo de *O. insularis*, con los actores y productores involucrados en la producción de arroz.

9. ESTRATEGIA METODOLÓGICA:

Se multiplicarán 1,000,000 adultos (hembras) de *Trichogramma pretiosum* y 500,000 adultos (hembras) de *Telenomus podisi* por mes, en condiciones abióticas controladas, siguiendo los controles de calidad requeridos, considerando parámetros biológicos, reproductivos y de dispersión (capacidad de vuelo), semejantes a los parasitoides encontrados en las parcelas comerciales de arroz. Posteriormente, se determinará la capacidad de dispersión de ambos parasitoides en parcelas comerciales de arroz, libre de la aplicación de insecticidas. El resultado obtenido permitirá definir los puntos de liberación de *T. pretiosum* y *T. podisi*, para el manejo de *Spodoptera frugiperda* y *Oebalus insularis*, respectivamente. Los métodos de liberación de los parasitoides evaluados serán: a) La colocación de huevos parasitados (cartones de *Anagasta kuehniella*, masas de huevos de *O. insularis*) colocados en la parte media de la planta previa a la emergencia de estos; b) Liberación aérea por medio de drones sean estos huevos parasitados prestes a su emergencia o adultos recién emergidos, en los puntos definidos previamente en función de la dispersión. El tamaño de las parcelas utilizadas en los ensayos de campo en parcelas comerciales será de 1 ha. Previamente, a las liberaciones para el manejo de *S. frugiperda* se realizarán los muestreos de larvas entre 3º y 5º instar larval, en la etapa vegetativa del cultivo. En el caso de *O. insularis*, se implementará el programa de muestreos de ninfas de 5º y de adultos, en la fase de floración. De esta manera, se establece la línea base de la población de ambos insectos-plagas. Los tratamientos considerados en las liberaciones de *T. pretiosum* para el manejo de *S. frugiperda*, serán de 250,000, 500,000, 750,000 y 1,000,000 de hembras del parasitoide, en áreas comerciales de arroz de 1 ha y para las liberaciones de *T. podisi* dirigidas al manejo de *O. insularis*, los tratamientos corresponderán a 500,000, 250,000, 125,000 y 75,000 hembras del parasitoide. La reducción de la población de estados inmaduros de ambos insectos-plagas, considerados como la línea base previa a la liberación de los parasitoides, permitirá evaluar la eficiencia de control. Así como también se determinará la tasa de reducción de los insectos-plagas, en función de las liberaciones de las especies de parasitoides oófagos evaluados, lo que se refleja en la disminución de la población de

los individuos en la fase inmadura y adulta. La reducción de la población de los insectos-plagas registrada en los muestreos periódicos, provocado por el efecto del complejo de enemigos naturales, será considerado como un factor de corrección al determinar la tasa de parasitismo correspondiente a cada insecto-plaga. Además, como un resultado significativo para la sustentación de la tecnología generada, los rendimientos del cultivo. El "Laboratorio de Entomología" del Centro de Investigación Agropecuaria Oriental (CIAOr), presenta la infraestructura requerida para la multiplicación de los huevos, tanto de los insectos-plagas que servirán de huéspedes para el desarrollo y multiplicación de las especies de parasitoides oófagos; además del seguimiento estricto de los protocolos validados. A partir de la obtención de los resultados obtenidos en las parcelas comerciales de producción se procederá a difundir y realizar los estudios de aceptación de los productores.

10. ESTRATEGIA DE DIFUSIÓN Y AVANCES DE RESULTADOS:

La difusión de la agrotecnología generada incluirá acciones participativas en colaboración con los productores y actores involucrados con la producción de arroz, en el ámbito geográfico del proyecto, con repercusión nacional debido a la naturaleza de la agrotecnología generada. De esta manera, se pretende involucrar a los productores en cada una de las actividades y tareas, contempladas en el proyecto, que incluye a grandes rasgos la multiplicación de los parasitoides en condiciones abióticas controladas, la identificación y los muestreos de las especies de insectos-plagas y los parasitoides oófagos, los métodos y época de liberación de *Trichogramma pretiosum* y *Telenomus podisi*, entre otras. Además, la metodología que podría denominarse "Aprender-Haciendo", podrá empoderar a los actores involucrados en esta actividad productiva y promover la apropiación y aceptación de esta agrotecnología. Por lo que, se incentiva la promoción de programas relacionados con el desarrollo de capacidades en la comunidad y con la asociación de productores de arroz de Darién y Panamá Este. Aunado a la estrategia citada, la sinergia con centros nacionales e internacionales de educación superior, dedicados a la formación de estudiantes a nivel de pregrado, maestría y doctorado, garantiza la formación del recurso humano calificado que sustentará esta agrotecnología y promoverá la difusión de los resultados a corto, mediano y largo plazo, en base a la viabilidad y la sostenibilidad del control biológico de insectos-plagas, para el manejo de *S. frugiperda* y *O. insularis*.

11. COSTOS DEL PROYECTO:

PROYECTO: Control biológico de <i>Spodoptera frugiperda</i> (Noctuidae) y <i>Oebalus insularis</i> (Pentatomidae) en arroz, utilizando parasitoides óófaqos							
Programa:		Investigación e Innovación en Recursos Genéticos y Biodiversidad.					
Subprograma:		Valoración y Conservación de los Recursos Genéticos.					
Objetos del gasto	DESCRIPCIÓN DEL OBJETO DEL GASTO	2020	2021	2022	2023	2024	TOTAL
004	Personal transitorio para inversiones						B/ -
050	XIII Mes						B/ -
071	Cuota Patronal Seguro Social						B/ -
072	Cuota Patronal Seguro Educativo						B/ -
073	Cuota Patronal de Riesgo Profesional						B/ -
074	Cuota Patronal Fondo Complementario						B/ -
076	Cuota Especial de Enfermedad y Maternidad						B/ -
101	Alquileres de Edificios y Locales						B/ -
102	Alquiler de Equipo Electrónico						B/ -
104	Alquiler de Equipo de Producción						B/ -
109	Otros Alquileres						B/ -
111	Agua						B/ -
112	Aseo						B/ -
113	Correo						B/ -
114	Energía Eléctrica						B/ -
115	Telecomunicaciones						B/ -
119	Otros Servicios Básicos						B/ -
120	Impresión, Encuadernación y Otros						B/ -
131	Anuncios y Avisos						B/ -
132	Promoción y Publicidad						B/ -
141	Viáticos dentro del país	750.00	1,000.00	1,500.00	2,000.00	1,000.00	B/ 6,250.00
142	Viáticos en el exterior						B/ -
143	Viáticos a Otras Personas						B/ -
151	Transporte Dentro del País						B/ -
152	Transpo de persona o bienes de o para el exterior						B/ -
161	Almacenaje						B/ -
162	Comisiones y gastos bancarios						B/ -
163	Gastos Judiciales						B/ -
164	Gastos Seguros						B/ -
165	Servicios Aduaneros						B/ -
169	Otros Servicios Comerciales y Financieros						B/ -
171	Consultorías						B/ -
181	Mantenimiento y reparación de edificios						B/ -
182	Reparación de Maquinaria y Equipos	3,500.00	1,500.00	1,500.00	1,000.00		B/ 7,500.00
183	Mantenimiento y rep. de equipo de Computo						B/ -
185	Reparación de Equipos de computo						B/ -
189	Otros mantenimientos y reparaciones	500.00					B/ 500.00
191	Alquileres						B/ -
201	Alimento para consumo humano	3,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	1,000.00	B/ 19,000.00
202	Alimentos para animales						B/ -
203	Bebidas						B/ -
211	Acabado textil						B/ -
212	Calzados						B/ -
213	Hilados y Telas						B/ -
214	Prenda de vestir						B/ -
219	Otros Útiles y Vestuarios						B/ -
221	Diesel						B/ -
222	Gas						B/ -
223	Gasolina						B/ -
224	Lubricantes						B/ -
229	Otros Combustibles						B/ -
231	Impresión, Encuadernación y Otros						B/ -
232	Papelaría						B/ -
233	Taxo de Enseñanza						B/ -
239	Otros productos de Papel y Cartón						B/ -
241	Abonos y fertilizantes						B/ -
242	Insecticidas, fungicidas y otros						B/ -
243	Pinturas, Colorantes y Tintes						B/ -
244	Productos medicinales y farmaceuticos						B/ -
245	Oxígeno Médico						B/ -
249	Otros productos químicos	1,500.00	1,500.00	1,500.00	2,000.00		B/ 6,500.00
252	Cemento						B/ -
253	Madera						B/ -
254	Material de Plomería						B/ -
255	Material Eléctrico						B/ -
256	Material Metálico						B/ -
257	Piedra y Arena						B/ -
258	Tuberías y sus Accesorios						B/ -
259	Otros materiales de construcción						B/ -
262	Herramientas e Instrumentos						B/ -
263	Material y Equipo de Seguridad Pública						B/ -
264	Compra de Agua						B/ -
265	Materiales y Suministros de Computadora						B/ -
269	Otros productos varios	1,500.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00		B/ 7,500.00
271	Útiles de cocina y Comedor						B/ -
273	Útiles de áseo y limpieza						B/ -
274	Útiles y Materiales Médicos de laboratorio	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00		B/ 4,000.00
275	Útiles y Materiales de Oficina						B/ -
277	Instrumental médico y quirúrgico						B/ -
279	Otros útiles y materiales						B/ -
280	Repuestos						B/ -
292	Textiles y Vestuarios						B/ -
297	Productos Varios						B/ -
301	Maquinaria y Equipo de Comunicaciones						B/ -
302	Maquinaria y Equipo de Producción						B/ -
307	Maquinaria y Equipo de Riego						B/ -
309	Maquinaria y Equipos varios.						B/ -
314	Transporte Terrestre						B/ -
320	Equipo educacional y recreativo						B/ -
332	Equipo de laboratorio	3,250.00	3,000.00	2,500.00			B/ 8,750.00
339	Otros equipos médicos, de laboratorio y sanitario						B/ -
340	Equipo de Oficina						B/ -
350	Mobiliario de oficina						B/ -
360	Semovientes						B/ -
370	Maquinaria y Equipos varios.						B/ -
380	Equipo de computación						B/ -
402	Adquisición de Terrenos						B/ -
511	Edificios de Administración						B/ -
539	Otras Obras y Construcciones Agropecuarias.						B/ -
624	Adiestramiento y estudio						B/ -
669	Otras transferencias						B/ -
930	Imprevistos						B/ -
990	Otras Asignaciones Globales						B/ -
	Totales	15,000.00	15,000.00	15,000.00	13,000.00	2,000.00	B/ 60,000.00

PROYECTO: Control biológico de <i>Spodoptera frugiperda</i> (Noctuidae) y <i>Oebalus insularis</i> (Pentatomidae) en arroz, utilizando parasitoides oófagos.							
Programa: Investigación e Innovación en Recursos Genéticos y Biodiversidad.							
Subprograma: Valoración y Conservación de los Recursos Genéticos.							
N° ACTIVIDAD	TITULO ACTIVIDAD	COSTO GLOBAL/AÑO					TOTAL
		2020	2021	2022	2023	2024	
1	Multiplicación masiva de adultos (hembras) de <i>Trichogramma pretiosum</i> , en huevos del huésped alternativo <i>Anagasta kuehniella</i> , en condiciones abióticas controladas.	7,500.00	3,500.00	3,500.00	2,000.00		B/. 16,500.00
2	Multiplicación masiva de adultos (hembras) de <i>Telenomus podisi</i> , en huevos de <i>Oebalus insularis</i> , en condiciones abióticas controladas.	7,500.00	3,500.00	3,500.00	2,000.00		B/. 16,500.00
3	Liberaciones inundativas de <i>Trichogramma pretiosum</i> , para el manejo de <i>Spodoptera frugiperda</i> , en áreas comerciales de arroz.		4,000.00	4,000.00	1,750.00		B/. 9,750.00
4	Liberaciones inundativas de <i>T. podisi</i> , para el manejo de <i>O. insularis</i> , en áreas comerciales de arroz.		4,000.00	4,000.00	1,750.00		B/. 9,750.00
5	Difusión de la agrotecnología generada para el manejo de la población de <i>S. frugiperda</i> , a productores y actores involucrados en la producción de arroz.				1,250.00		B/. 1,250.00
6	Difusión de la agrotecnología generada para el manejo de la población de <i>O. insularis</i> , a productores y actores involucrados en la producción de arroz.				1,250.00		B/. 1,250.00
7	Evaluar la aceptación de la agrotecnología generada para el manejo de la población de <i>S. frugiperda</i> , a productores y actores involucrados en la producción de arroz.				1,500.00		B/. 1,500.00
8	Evaluar la aceptación de la agrotecnología generada para el manejo de la población de <i>O. insularis</i> , a productores y actores involucrados en la producción de arroz.				1,500.00		B/. 1,500.00
	Evaluación final de proyecto				2,000.00		B/. 2,000.00
	Totales	15,000.00	15,000.00	15,000.00	13,000.00	2,000.00	B/. 60,000.00

12. IMPACTO:

Los resultados exitosos de los programas de control biológico de insectos-plagas a nivel internacional, reafirma la sustentabilidad socioeconómica y ambiental del mismo. Sin embargo, los factores abióticos como la temperatura, humedad relativa, entre otras variables registradas en el área de influencia del proyecto, pueden afectar la tasa de reducción de la población de *S. frugiperda* y *O. insularis*, en función de las liberaciones de *Trichogramma pretiosum* y *Telenomus podisi*, en las parcelas de producción comercial de arroz. A pesar de las posibles variaciones en cuanto a la eficiencia y el costo de las liberaciones de los parasitoides oófagos, el costo de la agrotecnología generada es inferior, en comparación a las aplicaciones de insecticidas. Por lo que, la presente propuesta propone reducir en por lo menos 20% los costos de producción, estimados dentro del manejo de *S. frugiperda* y *O. insularis*, favoreciendo la rentabilidad de este rubro. Además, de la reducción del número de aplicaciones como consecuencia de la liberación oportuna de los parasitoides en las diferentes etapas fenológicas del cultivo, sustentadas por medio de los muestreos periódicos para *S. frugiperda* y *O. insularis*, lo que conlleva a mejorar la calidad de vida de los productores involucrados directa e indirectamente en esta actividad productiva. De esta manera, lo mencionado anteriormente sugiere la reducción de 15% de intoxicaciones agudas y crónicas en la población rural aledaña a las áreas de producción comercial de arroz. Aunado a este aspecto se destaca la reducción de residuos de insecticidas en el arroz cosechado, con la finalidad de ofrecerle a los panameños productos inocuos y de calidad. La preservación de los ecosistemas agrícolas y específicamente el arroz, manejados racionalmente con la utilización de agentes de control biológico (macro biológicos), destaca el incremento de la población del complejo de especies de enemigos naturales en por lo menos 50%, lo que también contribuye a mantener la población de los insectos-plagas considerados en el estudio, por debajo de los umbrales de acción "U.A.". Esto indica que el control biológico de insectos-plagas, insertado harmónicamente con los programas de manejo integrado de plagas (MIP), presentan una opción viable económica, social y ambiental, en contraposición al uso unilateral del control químico. El auge adquirido por el control biológico de macro y micro organismos, en los últimos veinte (20) años, se ha fortalecido en base a los conocimientos científicos y técnicos, clasificados como productos científicos,

pre-tecnológicos y tecnológicos, logrando que se considere como una tecnología de innovadora encuadrada dentro de la "Agricultura 4.0". Los avances citados han llevado a agro-empresarios a crear nuevos nichos de mercado dentro del sector productivo agrícola, tomando en consideración algunas iniciativas desarrolladas en Europa, como es el desarrollo de "Biofabricas" de macro y micro organismos utilizados en el control biológico de insectos-plagas. En respuesta a las demandas de los agricultores de los rubros prioritarios, esta iniciativa agro-empresarial, ha incursionado en países como Brasil y Colombia, desarrollando estrategias de mercado para América Latina que confirma el éxito del control biológico de insectos-plagas, como una actividad comercial exitosa que además de promover la sustentabilidad de los rubros más importantes para la región, genera más 300,000 millones de dólares de ganancia.

13. ARTICULACIÓN CON OTROS ACTORES:

El proceso de retroalimentación y consulta con los productores de arroz, en el ámbito geográfico del proyecto, que abarca Panamá Este y Darién, destaca la necesidad que las investigaciones realizadas por el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá con (IDIAP) con sede el Centro de Investigación Agropecuaria Oriental (CIAOr), deben sustentarse en función de la demanda y prioridades de los productores involucrados en esta actividad económica. De esta manera, el proceso de investigación e innovación, deberá generar soluciones a la problemática indicada por grupos o asociaciones de productores de arroz, como lo es la "Asociación de Productores de Arroz y de Granos Básicos de Panamá Este y Darién", que demostraron interés en involucrarse directamente con las iniciativas presentadas en esta propuesta. El interés evidenciado por esta asociación de productores, sugiere el fortalecimiento de sinergias con centros educativos en la formación de bachilleres agropecuarios, estudiantes de pregrado, maestría y doctorado, en donde el ministerio de educación y las universidades nacionales e internacionales, deberán establecer acciones concretas para integrar equipos de trabajo dirigido a la generación de productos pre-tecnológicos, que incidan en la solución de la problemática planteada por los productores de arroz en el ámbito geográfico correspondiente a la propuesta planteada. Este esfuerzo no se limita a la interacción con entidades nacionales exclusivamente, desde que nuestra incorporación de grupos de investigación internacionales con sede en universidades de Brasil (Universidad de São Paulo-ESALQ-USP, Universidad Estadual Paulista "Mesquita Filho"-UNESP, Universidad Federal de Paraná-UFPPr) y los Estados Unidos de América (Universidad de Florida-UF y la Universidad de Oklahoma), podrán promover sinergias tanto en la consecución de recursos financieros y apoyo técnico. La articulación de los actores y productores involucrados en la generación de los productos pre-tecnológicos planteados, que ofrezcan alternativas viables y sostenibles a la problemática planteada, favorecerá a los productores de arroz a nivel nacional, debido a la naturaleza e impacto de la agrotecnología generada.

14. POSIBLES RIESGOS:

Las variables que podrían afectar la instalación y el desarrollo de los ensayos de campo, es la reducción de la cantidad de huevos de los insectos-plagas en estudio y consecuentemente de los parasitoides oófagos (*Trichogramma pretiosum*, *Telenomus podisi*). Específicamente, para la multiplicación de *T. pretiosum*, algunas de las posibles razones que pueden afectar el incremento de la población del parasitoide en condiciones abióticas controladas, es la contaminación de la dieta seca compuesta por harina de trigo y levadura o la presencia de especies de Cucurionidae. Otra variable que afectaría la ejecución del proyecto son lluvias esporádicas o intensas, posterior a las liberaciones de los parasitoides en las parcelas comerciales de arroz, en donde se instalarán los ensayos. No menos importante y debido a que se están utilizando áreas comerciales de arroz pertenecientes a los productores, para la instalación de los ensayos de campo, se destaca la aplicación de insecticidas sean estas al inicio o al final del período de las liberaciones de los parasitoides. De manera semejante, las aplicaciones de estos productos podrían influir en la recolección de datos de los muestreos de las poblaciones de insectos-plagas, que determinarán la línea base, necesaria para determinar la tasa de parasitismo, posterior a

las liberaciones de las especies de parasitoides. Por último, los atrasos en las compras de los insumos por parte de los departamentos responsables de esta función, a lo interno de la institución, podrían atrasar el cronograma del proyecto.

15. VINCULACIÓN CON ÁREAS PRIORITARIAS NACIONALES E INSTITUCIONALES:

La propuesta está vinculada al "Plan Estratégico Institucional 2017-2030", que favorece y promueve, la participación de los beneficiarios y de los actores involucrados en esta actividad productiva del arroz, por medio del empoderamiento de la agrotecnología generada. El cual destaca la necesidad de mejorar el proceso de investigación e innovación agropecuaria, en función de la demanda de los productores y beneficiarios de las tecnologías generadas, que se incorporarán en la cadena productiva del arroz, con miras a la sustentabilidad del rubro, la seguridad alimentaria y nutricional. En este sentido, se destaca la competitividad y productividad del sector primario, la recuperación de la soberanía alimentaria, la sostenibilidad de los ecosistemas agrícolas y la resiliencia socioeconómica de la población rural, como los principales desafíos de la línea de investigación en la cual se enmarca la presente propuesta "Prospección y valoración de enemigos naturales de organismos nocivos y de germoplasma animal y vegetal". La vinculación del PENCYT (2019-2024) es coherente con los lineamientos del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) y con el "Plan Estratégico Institucional 2017-2030" del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), en donde la competitividad del rubro de manera equitativa, que mediante la concertación de los sectores involucrados permiten a los productores y a la población panameña, reducir los índices de pobreza.

ANEXO 1

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Zachrisson, B., Costa, V.; Bernal, J. A. Natural incidence of eggs parasitoids of *Oebalus insularis* Stal (Heteroptera: Pentatomidae), in Panama. IDESIA, 32 (2): 119-121, 2014.
Scopus Doi: 10.4067/SO 718-342920 /4000200016

Zachrisson, B., Osorio, P.; Polanco, P; Osorio, P; Camargo, I. Parasitismo natural de huevos del complejo de especies de Pentatomidae (Heteroptera), en el agro-ecosistema arroz en Panamá. Puente Biológico, 8: 2-29, 2016. Latindex

Zachrisson, B.; Barba, A. **Biological Control in Panama. In:** Van Leenteren, J. Ed. Biological Control in Latin America. **CABI, International**; 2019. (Gallery Proof Doc.)

ANEXO 2

**CARTA DE BENEFICIARIOS DE LA PROPUESTA, SOLICITANDO DEMANDA DE LA
TECNOLOGÍA**

(VER ARCHIVO ADJUNTO AL CORREO ENVIADO)