

INFORME FINAL

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2022-2024 TIPO 1- 4

1. Datos del Proyecto

Periodo para Informar: desde **01/05/2022 al 30/04/2025**.

Código SIIP: **A004-T1**

Título del Proyecto: **Modelamiento matemático para el control de *Caratitis capitata* (Mosca del Mediterráneo) y *Lobesia botrana* (Polilla de la vid) en Mendoza.**

Director/a: **Bageta, Carlos Ruben**

Codirector/a: **Alberto, Marcelo Eduardo**

Objetivos: generales, específicos y grado de cumplimiento alcanzado en el período indicado.

Generales

a) Generar modelos de crecimiento poblacional, considerando la técnica de control de plagas SIT, para aplicar al estudio del control de *C. capitata* y *L. botrana*. Ello involucra el planteo de sistemas dinámicos con diferentes funciones de generación de insectos estériles.

b) Estudiar la dinámica de los modelos planteados y realizar la calibración pertinente con datos proporcionados por ISCAMEN para generar indicadores útiles que ayuden en la intervención contra las plagas.

c) Generar modelos predictivos asociados al daño ocasionado por *L. botrana* en fincas donde ISCAMEN ha realizado mediciones.

d) Estudiar los efectos del uso de feromonas e insecticidas para la lucha contra *L. botrana*.

Particulares

A1. Formular sistemas dinámicos no lineales para representar la interacción entre poblaciones fértiles y estériles, incorporando mecanismos de liberación periódica o continua de insectos estériles.

A2. Analizar teóricamente la existencia y estabilidad de soluciones periódicas, soluciones en régimen permanente o erradicación, bajo distintos regímenes de liberación y parámetros biológicos.

A3. Implementar dichos modelos en un entorno computacional utilizando un lenguaje como Python para permitir simulaciones numéricas comparativas bajo distintas estrategias de control.

A4. Evaluar mediante simulaciones los umbrales críticos de liberación de insectos estériles necesarios para reducir la población por debajo de niveles de daño económico.

Grado de cumplimiento objetivos: A1 – A4: 100%

B1. Identificar y seleccionar variables observables relevantes (Por ejemplo, capturas por trampa, número de insectos liberados) presentes en los registros históricos de ISCAMEN.

B2. Implementar técnicas de estimación de parámetros (paquetes similares a FME de R) para

calibrar los modelos en base a los datos experimentales y de campo.

B3. Interpretar los resultados de los modelos generados para que sirvan de insumos a los técnicos de ISCAMEN para la toma de decisiones operativas.

Grado de cumplimiento objetivos: B1 (100%), B2 (50% parcialmente Lobesia botrana a partir de datos generados de imágenes) y B3: 100%

C1. Integrar datos de daño (porcentaje de racimos afectados, pérdida de rendimiento, etc.) con variables climáticas, fenológicas y de manejo en las fincas observadas.

C2. Evaluar diferentes técnicas de modelado predictivo y de Machine Learning (regresión, árboles de decisión, Random Forest, modelos mixtos) que vinculen factores observados con niveles de daño.

C3. Determinar variables predictoras claves que permitan anticipar el daño en función de condiciones ambientales y acciones de control previas.

C4. Generar modelos predictivos con capacidad de generalización y aplicabilidad práctica en distintas zonas de Mendoza.

C5. Validar la capacidad predictiva de los modelos desarrollados.

Grado de cumplimiento objetivos: C1, C2 y C5 (0% ver causas en apartado 2), C3 y C4 (100%),

D1. Recopilar y sistematizar la información técnica sobre tratamientos realizados con feromonas e insecticidas en diferentes campañas.

D2. Incorporar estrategias de manejo usuales en los modelos poblacionales para representar el impacto de estas técnicas.

D3. Evaluar el efecto del momento de aplicación y la intensidad de los tratamientos sobre la evolución de la población de *L. botrana*.

D4. Proponer estrategias de intervención optimizadas, en función de simulaciones y escenarios reales, que minimicen el uso de productos químicos y maximicen la efectividad biológica.

Grado de cumplimiento: objetivos D1 – D4: 100%

2. Especificar, si corresponde, modificaciones al proyecto desarrollado en el período indicado.

Durante el período correspondiente (2022 – 2024), se produjo una transición en las autoridades de la Dirección de ISCAMEN. Esta reestructuración institucional generó ciertos desafíos en la articulación operativa con el equipo técnico, afectando la continuidad en el suministro de datos clave para el proyecto. En una primera etapa, previa al cambio de autoridades, se logró avanzar de manera significativa en el modelado y análisis de *Ceratitis capitata*, gracias a la provisión de datos detallados sobre monitoreo, dinámica poblacional y liberaciones de insectos estériles. Sin embargo, no se obtuvo información equivalente para *Lobesia botrana*, lo que limitó el desarrollo de modelos y análisis específicos para esta especie. Tras el recambio institucional, se observaron interrupciones en la provisión de registros entomológicos y operativos, insumos esenciales para la calibración y validación de los modelos desarrollados. Esta situación tuvo un impacto directo en los tiempos previstos

para el análisis cuantitativo y la generación de indicadores técnicos de apoyo a la toma de decisiones.

Si bien se promovieron instancias de diálogo y cooperación con las nuevas autoridades, con el objetivo de restablecer los flujos de información y fortalecer el vínculo técnico-científico, dichas propuestas no lograron consolidarse, lo que limitó el avance coordinado del proyecto en su fase final.

Esta situación afectó parcialmente el objetivo c), dado que no se contaron con registros de Lobesia botrana para fincas intervenidas por ISCAMEN.

3. Actividades realizadas vinculadas al proyecto.

- a) Tesis de grado: En el contexto del proyecto, se está dirigiendo y desarrollando actualmente la tesis de grado “Modelamiento matemático para el control de *Ceratitis capitata* (Mosca del Mediterráneo) y *Lobesia botrana* (Polilla de la vid) en Mendoza. Tesisista: Maria Victoria Gaya Tosoni (estudiante IRNR – FCA – Mza).
- b) Becas: Beca SIIP 2023 – 2024 Alumno Avanzado - periodo 01/11/2023-31/10/2024 (ver listado admisiones Becas SIIP – nro. de orden 42 – contexto: proyecto SIIP 85020230200067UN, postulante admitido: Maria Victoria Gaya Tosoni - CUIL 23404651374)
- c) Exposiciones en congresos:
 - Bageta, C. R. (2023, diciembre 13–16). *Un modelo para el control de Ceratitis capitata Weid* [Presentación oral]. XVII Seminario de Biomatemática Aplicada (SEMBIOMAT), Sociedad Peruana de Matemática Aplicada y Computacional (SPMAC), Perú.
 - Bageta, C. R., Cecconato, A., Alberto, M., Sartor, C. E., Barzola Elizagaray, P., Bevaqua, A., & Vanín, M. (2024). *Modelos matemáticos para el control de Ceratitis capitata (mosca del Mediterráneo) y Lobesia botrana (polilla de la vid) en Mendoza* [Presentación oral]. Secretaría de Investigación, Internacionales y Posgrado – Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina.
 - Alberto, M. E., González-Olivares, E., & Rojas-Palma, A. (2025). *Modelling Medfly pest management*. En *Proceedings of the V International Conference on Mathematics and its Applications in Science and Engineering (ICMASE 2024)*. Springer.

4. Detallar si contó con otro tipo de financiamiento para este proyecto.

No se contó con otro tipo de financiamiento.

5. Resultados **FINALES OBTENIDOS** en función de los objetivos planteados.

Publicación: Alberto, M. E., González-Olivares, E., & Rojas-Palma, A. (2025). Modelling medfly pest management. En *Proceedings of the International Conference on Mathematical Methods for Engineering Applications (ICMASE 2024), Coimbra, Portugal* (Springer) (trabajo enviado)

Esta publicación constituye una síntesis integral del trabajo desarrollado en torno a la modelación matemática aplicada al manejo de *Ceratitis capitata*.

Informe final (documentos adjuntos): contienen el desarrollo detallado de los modelos matemáticos formulados para el estudio y control de *Lobesia botrana*, incluyendo supuestos, formulaciones, análisis de los sistemas, metodologías de ajuste, discusión de resultados y mecanismos de control propuestos. En cada modelo se detallan posibles modificaciones para líneas futuras de trabajo.

Nota: en el archivo '*Informe final proyecto - desarrollo.pdf*' Se encuentra explicada la estructura de los componentes del informe final

Repositorio: <https://github.com/CarlosRubenBageta/Repositorio-de-modelos-matematicos-para-Lobesia-botrana>

El trabajo realizado en el marco del proyecto dio lugar al desarrollo de un repositorio donde se alojan un conjunto de scripts y datos que pueden constituir una base para simulaciones y calibraciones en futuras investigaciones relacionadas con esta temática. La idea es mantener el repositorio actualizado en forma permanente incluyendo información nueva e incorporar nuevos scripts, como así también las sugerencias y modificaciones de los usuarios a los scripts existentes.

6. **Información adicional a lo informado en SIGEVA-UNCUYO** (en este espacio puede agregar información que estime conveniente para la evaluación y que no esté consignada en SIGEVA-UNCUYO)

7. Evaluación desempeño de integrantes:

Integrante	Rol	Satisfactorio/No Satisfactorio
CECCONATO, Adrián	Investigador	Satisfactorio
BEVAQUA, Alicia	Investigador	Satisfactorio
GARRIGA, Marcela	Investigador	Satisfactorio
NODARO, Verónica	Investigador	Satisfactorio
TIRADOR, Marta	Investigador	Satisfactorio
BARZOLA ELIZAGARAY,	Investigador	Satisfactorio



Pehuén		
VANIN, Mariel Alejandra	Alumno	Satisfactorio
GAYA, Verónica	Alumno	Satisfactorio
TORRE, Luisina	Alumno	Satisfactorio
GARCÍA, Jimena.	Alumno	Satisfactorio

Detallar, si corresponde:

8. Vinculación con institución social o empresas

a) Actividades específicas realizadas.

- Durante la ejecución del proyecto (“Dinámica poblacional de modelos presa-depredador modificados y estimación de sus parámetros – Segunda parte”. Proyecto A.079 (2019 – 2021) - SIIP UNCuyo) se iniciaron contactos con personal del ISCAMEN, se mantuvo una charlas técnicas relacionadas al manejo integrado de plagas, específicamente de *Ceratitis capitata*. Posteriormente la institución citada compartió material (bases de datos de las campañas 2019, 2020 y 2021 de lucha contra *Ceratitis Capitata*) que fue utilizado como insumo también para el presente proyecto, que es una continuación del anterior.
- En la primera fase del presente proyecto, se continuaron reuniones técnicas con personal de ISCAMEN, consultando a los expertos características operativas relevantes del manejo integrado de plagas, específicamente acerca del manejo de *Ceratitis capitata* y *Lobesia botrana*.

b) Avances en el conocimiento en pos de aportar soluciones al problema planteado.

• Sobre los modelos desarrollados:

Los modelos creados en este proyecto para *Lobesia* (y que pueden adaptarse para *Ceratitis*) incluyen condiciones y estrategias de control detalladas en el informe final adjunto. Estas propuestas pueden complementar los indicadores de manejo actualmente en uso.

• Novedad del enfoque:

Nuestra metodología destaca por su enfoque innovador, ya que prioriza el análisis de la estabilidad del *punto de equilibrio trivial* en los modelos (interesa la extinción de la plaga). Este estudio permite definir condiciones de control basadas en parámetros del sistema, los cuales pueden ajustarse con datos reales para generar las estrategias e indicadores mencionados en el ítem anterior.



- c) En el caso de los proyectos TIPO 4, deberán adjuntar un documento que contenga la opinión de la institución social o empresa sobre esta experiencia de asociación.

FIRMA CODIRECTOR/A

FIRMA DIRECTOR/A