



**ACUERDO REGIONAL DE COOPERACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA
CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA NUCLEARES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE**

INFORME ANUAL

Año: 2023

País: BRASIL



INTRODUCCIÓN

El informe anual de los Coordinadores/as Nacionales debe reflejar los progresos realizados y los inconvenientes encontrados en la implementación del programa durante el año. Este informe es responsabilidad de el/la Coordinador/a Nacional de ARCAL y debe ser enviado antes del 15 de marzo de cada año al OIEA.

Para contar con la información necesaria y útil, se debe completar la estructura de informe, con los siguientes contenidos obligatorios:

CONTENIDOS DEL INFORME

- 1. RESUMEN EJECUTIVO:** Presentar una descripción general de la participación del país en los proyectos en ejecución, incluyendo los aportes realizados por el país.

En el año de 2023 Brasil participó en 17 proyectos ARCAL, referentes al ciclo 2022/2023.

La situación de la pandemia del COVID 19 se ablandó, pero aún hubo algún impacto en el cumplimiento de los planes de actividades previstos, con retardos puntuales en los respectivos cronogramas de ejecución.

Sin embargo, gracias al esfuerzo de los Coordinadores y Contrapartes de los Proyectos y al apoyo del Organismo Internacional de Energía Atómica a través de la División para América Latina del Departamento de Cooperación Técnica, ha sido posible llevar a cabo las actividades por intermedio tanto de las reuniones remotas, cuanto por los encuentros presenciales que se lograran realizar en muchos de los casos, el que contribuyó para mantener los proyectos activos y garantizar su implementación.

- 2. PARTICIPACIÓN DE LA COORDINADORA NACIONAL EN LAS ACTIVIDADES DE ARCAL:** Indicar las actividades más importantes realizadas por la CN en apoyo de la ejecución de las actividades de ARCAL, así como las reuniones en las que ha participado.

2.1 Actividades de Coordinación Técnica

En 2023 la Coordinación Nacional de ARCAL en Brasil participó de la organización de las actividades de los respectivos proyectos y de algunas presenciales que se llevaron a cabo en Brasil.

También hubo la participación de la Coordinadora Nacional de Brasil en la elaboración de las propuestas del enfoque metodológico para la realización de un primero esfuerzo para



evaluación de los impactos alcanzados en el ámbito de los proyectos regionales ejecutados en el marco del Acuerdo ARCAL.

2.2 Participación en Eventos Realizados en el País

La Coordinación Nacional de Brasil ha acompañado la organización de las actividades remotas y presenciales realizadas en el marco de cada proyecto, manteniendo contactos permanentes con las contrapartes de los proyectos y con las autoridades de las instituciones nacionales involucradas en el programa con el objetivo de apoyar la participación de los representantes del país en dichas actividades.

3. RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DE LOS PROYECTO Y DEL ACUERDO: Informar los logros, beneficios alcanzados con la implementación de los proyectos. Asimismo, mencione los problemas y dificultades presentados durante el desarrollo de los proyectos, haciéndose énfasis en las posibles soluciones

a) RLA0070–Fortalecimiento de la Cooperación Regional

Logros

En el año de 2023 se llevó a cabo en el marco del Proyecto RLA0070, además de las reuniones ordinarias y extraordinarias del OCTA, las actividades del Grupo de Seguimiento y Evaluación correspondientes a la elaboración de los Términos de Referencia para Evaluación de Impacto en el Ambito del Acuerdo ARCAL.

En el segundo semestre de 2023 se llevó a cabo la primera etapa de la evaluación de impacto del programa ARCAL a través de cuestionarios enviados a los países. En las actividades participaron las contrapartes de los proyectos, los DTM, los Coordinadores Nacionales y también los CATs de las Áreas Temáticas. Para analizar los resultados obtenidos en esta primera etapa, se realizó una reunión presencial en la ciudad de Recife en noviembre, donde los miembros del Grupo de Seguimiento y Evaluación discutieron los resultados y los próximos pasos de la metodología adoptada.

Las reuniones seguirán durante el primero semestre de 2024 para que se presente los primeros resultados en la reunión del OCTA, que se llevará a cabo en mayo, en Viena.

También se elaboró la convocatoria para los proyectos regionales del ciclo 2026/2027, los cuales se apreciaron durante la misma reunión.



Dificultades

No hubo dificultades en la ejecución de este proyecto durante en el año 2023 en Brasil.

b) RLA 1020 - Promoción de la tecnología de la radiación en polímeros naturales y sintéticos para desarrollar nuevos productos, con énfasis en la recuperación de residuos

Logros

Desarrollo, producción, procesamiento por irradiación y caracterización de los materiales presentados en la Tabla 2, para obtener los productos esperados según los objetivos planteados en el Proyecto RLA/1020.

La realización de reuniones virtuales realizadas por el Oficial de Proyecto (PMO) y el Oficial Técnico (TO) del OIEA, con los coordinadores nacionales del Proyecto RLA/1020, además de la participación de expertos en materiales poliméricos y estudios de factibilidad económica, para discutir los productos y la instalación de plantas piloto para el procesamiento de materiales reciclados mediante irradiación en Argentina, Brasil y México.

Entre los logros y beneficios alcanzados con la implementación del proyecto, se destacan las publicaciones y Tesis de Maestría.

1. Publicaciones

a) NASCIMENTO, Fernando Codelo; NASCIMENTO, LUIZ FERNANDO NÚBILE; MUNHOZ, P. M.; CALVO, W. A. P. Development of an acrylic emulsion paint added with cellulosic dispersion treated with an electron beam accelerator. Brazilian Journal of Radiation Sciences - BJRS, v. 11, p. 1, 2023.

b) BOIANI, N. F.; REDIGOLO, M. M.; CALVO, W.A.P.; TOMINAGA, F. K.; BORRELY, S. I.. Toxicity Removal of Pharmaceutical, Fluoxetine and Caffeine, by Electron Beam Irradiation. Biomedical Journal of Scientific & Technical Research, v. 51, p. 42647-42651, 2023.

c) MUNHOZ, P. M.; NASCIMENTO, F. C.; SILVA, L. G. A.; HARADA, J.; CALVO, W. A. P. Influence of electron beam irradiation on the mechanical properties of pbat/pla polymeric blend. Brazilian Journal of Development, v. 7, p. 79528-79537, 2021.



2. Tesis de Maestría

a) Pedro Marcio Munhoz. Caracterização da Blenda PBAT/PLA - Poli (Butileno Adipato co-Tereftalato)/Poli (Ácido Lático) Irradiada por Feixe de Elétrons. 2020. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear - Aplicações) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - USP. Orientador: Wilson Aparecido Parejo Calvo.

Organización y participación en los siguientes Cursos de Formación Regionales del Proyecto RLA/1020, en 2023:

1. Regional Training Course on Radiation Technology for Polymer Industry (EVT2304318)

Institución: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-CNEN).

Director del Curso: DE OLIVEIRA SAMPA, Maria Helena.

Local: São Paulo/SP, Brasil.

Período: 06 al 10 de noviembre, 2023.

País	Participante
Argentina	ARANO, Fatima Mariel
Argentina	VOGT, María Verónica
Brasil	ANDRADE E SILVA, Leonardo Gondim
Brasil	HARADA, Julio
Brasil	KODAMA, Yasko
Brasil	PAREJO CALVO, Wilson Aparecido
Chile	PALZA CORDERO, Humberto Cristian
Costa Rica	STARBIRD PEREZ, Ricardo
Cuba	BROWN GOMEZ LINO, Adolfo
Cuba	RAPADO PANEQUE, Manuel



ARCAL
ACUERDO REGIONAL DE COOPERACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
NUCLEARES EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

Ecuador	ALDAS CARRASCO, Miguel Fernando
Mexico	BENAVIDES CANTÚ, Roberto
Mexico	MARTINEZ COLUNGA, Juan Guillermo
Panama	ESPINOSA LOPEZ, Alma Nubia
Peru	CESARE CORAL, Mary Flor
Uruguay	DABEZIES DAMBORIARENA, María Jesús
Venezuela	LEVY DE VASQUEZ, Sara Lucia
Venezuela	VASQUEZ LEVY, Ruth Emilia

2. Regional Training Course on Modification of Synthetic Polymers Waste (EVT2206399)

Institución: Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).

Director del Curso: VOGT, María Verónica.

Local: Ezeiza, Argentina.

Período: 04 al 15 de septiembre, 2023.

País	Participante
Brasil	ANDRADE E SILVA, Leonardo Gondim

Dificultades

No hubo dificultades en la ejecución de este proyecto durante en el año 2023

c) **RLA 1021 Fortalecimiento de las capacidad y promoción de nuevas tendencias en relación com las tecnologías de irradiación para fines de cuarentena (ARCAL CLXXXI)**

Logros

Participación en eventos durante el año de 2023:



- Workshop to gene: Regional Workshop on the Establishment of an Irradiation Facility for Phytosanitary Purposes (Casañas Haasis Villavicencio, Anna Lucia)
- Training course: Regional Meeting on the Feasibility and Viability of Irradiation Technology for Quarantine Purposes (Casañas Haasis Villavicencio, Anna Lucia)

d) RLA 1022 Mejora de la Satisfacción de la Demanda Regional de Productos y Servicios de los Reactores de Investigación Nuclear

Logros

El proyecto ha unido a la región de AL&C, mejorando la comunicación entre estas naciones, y algunos de los seminarios técnicos se agregaron al plan de estudios de capacitación de los operadores de reactores. El principal desafío de la iniciativa es lograr que todos los reactores de investigación brasileños participen plenamente, incluido el cumplimiento de las tareas y trámites requeridos.

Por un tiempo, Brasil también se encarga de albergar el sitio web de la RIALC, aunque esto es difícil de hacer.

La RIALC (Red Regional de Reactores de Investigación e Instituciones relacionadas en América Latina y el Caribe) se estableció formalmente durante la reunión de febrero de 2023 en Viena, donde el grupo comenzó a preparar el plan estratégico regional para América Latina y el Caribe. Luego, para comprender más sobre la red TOURR, la iniciativa pagó la participación de una contraparte brasileña en la Conferencia Europea sobre Reactores de Investigación. Se finalizó la versión final del plan estratégico regional y se determinaron los próximos pasos de la RIALC durante una reunión celebrada en Perú en agosto de 2023.

Además, algunos países miembros, incluido Brasil, realizaron presentaciones técnicas en reuniones virtuales, y actualmente la RIALC está haciendo una intercomparación técnica de las NAA.

Dificultades

Pensamos que los gobiernos deberían brindar asistencia financiera a esta red, ya que la RIALC no puede funcionar sin ella.

e) RLA2017 - Apoyo a la Elaboración de Planes de Desarrollo Energético Sostenible a Nivel Regional

Logros

El objetivo del proyecto fue de contribuir a la planificación y desarrollo energético sostenible en América Latina y el Caribe a través del uso de las herramientas de planificación energéticas y el desarrollo de estudios integrados. El objetivo específico fue fortalecer las capacidades de los países participantes en el proyecto para la elaboración de estudios integrales de desarrollo energético a nivel nacional para ser integrados en casos regionales, que permitan



formular los escenarios de desarrollo energético sostenible integrales a nivel regional. Analizando además la viabilidad de la inclusión de la opción nuclear a mediano y largo plazo, en aquellos países que no la poseen o la participación de los países como posibles proveedores o usuarios de la industria nuclear.

El año 2023 marcó el final del proyecto con una reunión realizada en Viena en febrero donde participaron el Sr. Francisco Rondinelli y la Sra. Gabriela Borsatto, contraparte del proyecto. En la reunión se presentaron los resultados obtenidos en los estudios regionales, así como discusiones sobre la continuidad del proyecto en el ciclo 2024-2025.

A través del proyecto, también fue posible que el Sr. Pedro Maffia da Silva participara en la "Segunda Conferencia Internacional sobre el Cambio Climático y el Papel de la Energía Nuclear", celebrada en Viena en octubre.

Con respecto a los resultados para el Brasil, el proyecto puede traer importantes resultados. Se destaca el uso de la metodología de planificación del OIEA, la formación de las personas en las herramientas de la planificación del OIEA y el conocimiento por parte de los participantes del proyecto sobre la situación energética de los países de la región.

Como lecciones aprendidas, fue posible identificar que la participación con otras empresas, investigadores y universidades puede ayudar en la discusión del tema central para mejorar la recolección de datos, análisis de resultados y visibilidad del Proyecto y puede traer grandes beneficios para estudios futuros. Por lo tanto, es importante ampliar la interacción con las instituciones nacionales de planificación energética (ministerio, secretarías, universidades, secretarías y empresas). Otra lección aprendida fue la necesidad de un equipo fijo en la institución contraparte nacional del proyecto. Esto mejora la comunicación del equipo y, a largo plazo, puede reducir la futura rotación de personal y mejorar el mantenimiento/preservación del conocimiento. También ha sido fundamental el apoyo y asistencia del personal y equipo del OIEA.

Participaron en las reuniones y talleres en 2023:

1. Gabriela BORSATTO (CNEN)
2. Pedro MAFFIA DA SILVA (CNEN)
3. Francisco RONDINELLI JUNIOR (CNEN)

Dificultades

Este año no ha habido dificultades.

- f) **RLA 5077 - Mejora de los Medios de Subsistencia Mediante una Mayor Eficiencia en el Uso del Agua Vinculada a Estrategias de Adaptación y Mitigación del Cambio Climático en la Agricultura**

Las actividades de Brasil en el proyecto finalizaron en el año 2022.



g) **RLA 5080 - Fortalecimiento de la colaboración regional entre los laboratorios oficiales para hacer frente a nuevos desafíos relacionados con la inocuidad de los alimentos**

Logros

El principal resultado alcanzado fue el establecimiento de una red regional de intercambio de datos entre los países de América Latina y el Caribe, así como la creación de una base de datos sobre residuos contaminantes en alimentos, que se utilizará para optimizar los análisis de riesgo en los programas nacionales de monitoreo.

Presentar una descripción general de la participación del país en el proyecto en ejecución, reuniones de coordinación, talleres, y grupos de trabajo, incluyendo los aportes realizados por el país.

Como contraparte, o Brasil participó de varias reuniones virtuales que definieron la estructura de la base de datos. De manera presencial, la participación se llevó a cabo en lo evento EVT2300647 – “Reunión regional sobre innovación basada en datos en seguridad alimentaria” – 25 y 26 de mayo de 2023. Este evento marcó el final del proyecto con el lanzamiento de la base de datos que era el objetivo principal del proyecto RLA5080.

Dificultades

Las mayores dificultades encontradas fueron establecer el marco legal para la creación de la red y construir la arquitectura de la base de datos. Otra dificultad enfrentada fue la designación de representantes para la red de intercambio de datos, ya que no todos los países de la región lo han hecho hasta el momento.

h) **RLA 5085 - Fortalecimiento de la Capacidad de los Laboratorios Oficiales para Monitorizar Brotes de Enfermedades Animales y Zoonóticas Prioritarias y Responder a Ellos**

Logros

- Durante el año 2023 se realizaron 2 reuniones de coordinación con todas las contrapartes en línea. La primera de ellas se realizó el 23 de enero 2023, la segunda el 19 de octubre. Además, se realizó otra reunión de coordinación el 4 de octubre para la revisión de actividades del 2024;
- Curso Regional de Capacitación sobre Validación de Pruebas de Diagnóstico e Interpretación de Resultados, Viena, Austria, 14-18 de agosto de 2023;
- Curso Regional de Capacitación sobre Detección Temprana del Virus de la Peste Porcina Africana, Pedro Leopoldo, Brasil, 16 al 20 de octubre de 2023;
- Curso Regional de Capacitación sobre Cultivo y Caracterización de las Especies del Género Brucella. San José, Costa Rica, 27 de noviembre - 1 de diciembre de 2023;



- Fortalecimiento de la integración regional entre Brasil y los demás países de Sudamérica por medio de apoyo técnico-científico durante la emergencia zoonosaria por influenza aviaria;
- Acceso a procedimientos normalizados de trabajo (PNT) relacionados con las metodologías empleadas en los laboratorios para el diagnóstico de las enfermedades animales y zoonóticas prioritarias.

Dificultades

- No todos los países han recibido los reactivos solicitados para implementar, validar o verificación las técnicas diagnósticas de interés del proyecto;
- Algunos países no cuentan con los permisos institucionales necesarios a tiempo para poder participar de las capacitaciones lo que limita la vinculación en las diferentes actividades durante los cursos a todos los países de la región;
- La presencia de enfermedades (por ejemplo, fiebre aftosa) en Suramérica limita el intercambio de material o muestras biológicas con el resto de las regiones en Centroamérica y el Caribe y por lo tanto deben ser consideradas estas condiciones epidemiológicas para futuros experiencias y entrenamientos.

i) **RLA - 5086 - Disminución de la Tasa de Mortalidad de la Trucha Arcoíris Asociada al Virus de la Necrosis Pancreática Infecciosa y Enfermedades Emergentes Utilizando Técnicas Moleculares y OMIC**

Logros

Con la declaración del fin de la Emergencia de Salud Pública de Importancia Internacional (ESPII) respecto al COVID-19, por parte de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en mayo de 2023, se pudo realizar más actividades presenciales respecto al año anterior, lo que permitió grandes avances en la participación brasileña en el RLA 5086.

- Curso de formación presencial en Vienna y Seibersdorf, Austria (Universidad de Chile) sobre Tipificación y Secuenciación a Nivel Genómico para Evaluación de Resistencia Genética a Enfermedades en Acuicultura. Celebrado en 29/05/2023 al 09/06/2023. Participó 1 investigador brasileño (Inácio Mateus Assane).

- Después del curso tuvimos una reunión de coordinación para definir: la cantidad de muestras de truchas a recolectar por país, para estudiar la diversidad poblacional en América Latina; los materiales y métodos de recolección, los recursos adicionales requeridos por país y la disponibilidad de recursos para la secuenciación en el Laboratorio de la Agencia Internacional de Energía Atómica en Seibersdorf.



- Segunda Virtual Regional Encontró de la Coordinación del Project, con el objetivo de Con el objetivo de: resumir la información de los informes de los países, identificar las fortalezas y necesidades de mejora de los institutos homólogos y discusión general sobre el tema del proyecto; Presentación del plan de trabajo regional actualizado, y Discusión sobre reuniones y cursos de capacitación planificados (fechas, lugares, potenciales disertantes), y sobre requerimientos de equipos y consumibles. Celebrado en 06 al 08/11/2023. Participaron 2 investigadores brasileños (Fabiana Pilarski y Inácio Mateus Assane). Fabiana Pilarski (Unesp) presentó el informe de actividades de Brasil e Inácio Mateus Assane (Unesp) presentó el plan de actividades actualizado.
- Después de la reunión tuvimos una reunión presencial de coordinación con colaboradores nacionales para: planificar la primera recolección de muestras de diferentes poblaciones (5) de truchas cultivadas en Brasil, para secuenciación genómica; planificar muestreos de truchas para identificar patógenos mediante secuenciación genómica utilizando el equipo (MinION) y reactivos recibidos a través del proyecto, y delinear estrategias para posibilitar el curso de capacitación regional sobre análisis bioinformático de datos genómicos populacionales relacionados con la acuicultura, que se realizará en Brasil en julio 2025.
- Recepción de secuenciador (MinION) y reactivos para extracción y secuenciación de ADN de alto peso molecular.
- Revisión del artículo sobre el escenario actual del cultivo de trucha en América Latina.

Dificultades

A principio de año tuvimos las dificultades relacionadas con la pandemia del Covid-19, pero al final del año logramos realizar actividades presenciales. Por lo tanto, la principal dificultad estuvo relacionada con la recepción de los equipos y reactivos enviados para llevar a cabo las actividades del proyecto. Por problemas de envío y logística de entrega, los equipos y reactivos llegaron al Laboratorio de Microbiología y Parasitología de Organismos Acuáticos de la Unesp recién a finales de año, lo que imposibilitó probar los materiales y replicar el curso realizado en Austria.

j) RLA 5087 - Desarrollo de Cepa de Sexado Genético de Moscas de la fruta *Anastrepha fraterculus* Wiedmann o Mosca Sudamericana.

Logros

- El CENA/USP ha mantenido diferentes cepas de *A. fraterculus* a lo largo de los años con éxito, y miles de moscas estériles han sido enviadas por aire a la Estación Experimental de Fruticultura de Clima Templado de EMBRAPA Uva & Vinho para ensayos de campo y otras pruebas. Los problemas relacionados con los costos y el tiempo de envío siguen siendo las mayores limitaciones para expandir los ensayos de campo piloto con moscas estériles.
- Se estableció con éxito una colonia de la cepa genética de selección sexual de *A. fraterculus* (GSS-89) con pupas negras en el CENA/USP, pero su escalado depende de mantener un



sistema de cría filtrado constante (FRS) para evitar la aparición de recombinantes en la colonia madre.

- Se realizaron pruebas de compatibilidad de apareamiento para diferentes poblaciones de *A. fraterculus* en jaulas de campo en el CENA/USP durante los últimos tres años. Se ha demostrado que los machos de la cepa Piracicaba de larga data son sexualmente incompatibles con las hembras de otras poblaciones, ya no sirviendo para el control poblacional en el campo. No se encontraron evidencias de aislamiento sexual entre machos estériles de la cepa Vacaria o la GSS-89 y moscas silvestres, pero los machos silvestres de Pelotas fueron más activos en la participación en apareamientos que los machos estériles de la GSS cuando se probaron estas dos poblaciones.

Participación en entrenamientos, reuniones y eventos.

- Participación del Dr. Adalecio Kovalski de EMBRAPA en la "Reunión Regional sobre Genética, Procedimientos de Mejoramiento y Otras Características de la Nueva Cepa Genética de Selección Sexual de *Anastrepha fraterculus* (Wiedmann)" entre el 27 y el 31 de marzo de 2023 en Mendoza, Argentina (RLA5087 EVT-2205003).

- Participación de la estudiante de doctorado Paloma G. Della Giustina de CENA/USP en el "Curso de Capacitación Regional sobre un Programa Operativo para la Aplicación de los Tests Más Avanzados en Dosimetría y Control de Calidad" entre el 8 y el 12 de mayo de 2023 en el Laboratorio de Control de Plagas de Insectos (IPCL), Laboratorios de la AIEA en Seibersdorf, Austria (EVT2205500).

- Participación del Dr. Thiago Mastrangelo de CENA/USP en la 2ª Reunión de Coordinación de Investigación (RCM) del Proyecto de Investigación Coordinada (CRP) titulado "Mejorando los componentes de cría, manejo y campo para la aplicación de la Técnica del Insecto Estéril en Moscas de la Fruta" entre el 15 y el 19 de mayo de 2023 en la sede de la AIEA en Viena, Austria.

Resultados detallados para los objetivos establecidos por el plan de trabajo RLA5087.

Dificultades

Los problemas relacionados con los costos y el tiempo de envío siguen siendo las mayores limitaciones para expandir los ensayos de campo piloto con moscas estériles.

k) RLA 5089 - Evaluación del Impacto de los Contaminantes del Colapso de la Presa de Relaves en la Región de Brumadinho, Minas Gerais, Brasil

Logros

En 2023, en mayo tuvo lugar en Kingston/Jamaica el primer curso organizado por RLA 5089, el Curso Regional Avanzado de Capacitación sobre Métodos de Análisis de Activación de Neutrones para la Determinación de Metales Pesados en Suelos (EVT2208020) y el Dr. Rodrigo Reis de Moura representó a Brasil en este evento .



En el mismo mes, el Dr. Ricardo Gomes Passos representó a Brasil en el Curso Regional de Capacitación sobre Protocolo de Muestreo de Suelos Contaminados con Metales Pesados - Preparación de Muestras y Datos (EVT2201550) en Santiago/Chile.

El último curso organizado en este año (en septiembre) fue el Curso Regional de Capacitación en Análisis de Metales Pesados por Fluorescencia de Rayos X, que tuvo como ciudad sede México/México. La Dra. Liliani Pacheco Tavares Nazareth representó a Brasil.

Todos los investigadores al regresar a Brasil transmitieron, en un seminario, el aprendizaje y la experiencia resultante de su participación en los cursos ofrecidos.

Además de los tres cursos ofrecidos, en octubre se realizó un encuentro virtual impulsado por la coordinadora general, Dra Patricia Bedegral (Perú). Este encuentro virtual, abierto a todos los participantes, tuvo como objetivo presentar los casos estudiados en cada país.

En Brasil, se delimitaron dos áreas para estudio: una en Brumadinho (MG), impactada por el colapso de la presa y otra en Descoberto (MG), en un área contaminada por mercurio debido a la práctica del proceso de minería artesanal. El muestreo se realizó en agosto y septiembre y consistió en la recolección de suelo y sedimentos siguiendo las prácticas de recolección definidas en este ARCAL. Para que se pudieran seguir estos procedimientos, todos los países recibieron un KIT compuesto por tamices, hidrómetros, muestreadores y ágata.

Aún en 2023, se animó a los participantes a participar en el ejercicio de Intercomparación: Prueba de competencia para laboratorios de técnicas analíticas nucleares y afines (PTNATIAEA/21) promovidos por la OIEA. Brasil se registró y recibió tres contraseñas utilizadas por los laboratorios de química convencional (ICPMS, DMA e ICP-OES), por el laboratorio XRF y por el laboratorio de análisis de activación neutrónica. Las matrices probadas fueron suelos y plantas y los resultados fueron enviados a la Agencia el 24 de enero.

El único problema que mencionar fue que cada país solo pudo nominar a dos participantes para el curso en Jamaica y desafortunadamente, solo pudimos enviar a un participante. Creo que las invitaciones se enviaron demasiado tarde para que se tomaran las medidas. Además, los billetes enviados incluían un itinerario que era difícil de completar debido principalmente al requisito de visa al pasar por Estados Unidos. Esta dificultad, combinada con el poco tiempo disponible, hizo imposible que el segundo candidato fuera.

l) RLA 6084 - Fortalecimiento del Desarrollo de Recursos Humanos Regionales en Diferentes Áreas de Radioterapia.

m) RLA6085 - Fortalecimiento de las capacidades de los centros de tomografía por emisión de positrones/ciclotrones de la región

Logros

- Participación en el EVT2207533 - Curso de capacitación regional sobre la producción y el control de calidad de los radiofarmacéuticos basados en PET (Montevideo, Uruguay - 05 al 09/06/2023);



- Participación en el EVT2302109 - Regional Training Course on Operation and Maintenance of Ion Beam Applications (IBA) Cyclotrons (Coimbra, Portugal - 18 al 23/09/2023);
- Análisis y referencia de presentaciones para participar en eventos asociados con el proyecto, como:
 - EVT2302109: Regional Training Course on Operation and Maintenance of Ion Beam Applications (IBA) Cyclotrons (Coimbra, Portugal - 18 al 23/09/2023 - Aprobación para 2 participantes brasileños)
 - EVT2301662: Curso regional de capacitación sobre control de calidad y garantía de calidad (QC/QA) en procedimientos PET-CT scanners (Santo Domingo, Republica Dominicana, 21-25 agosto 2023 -- Aprobación para 2 participantes brasileños)

Dificultades

El proyecto ha avanzado según lo previsto. En cuanto a las dificultades, nuestro mayor cuello de botella fue la parada del Ciclotrón, que logramos resolver en junio/2023. Tuvimos otra interrupción en la operación, debido a la falla de uno de los sistemas auxiliares, en este caso, el compresor de aire comprimido que da servicio a toda la radiofarmacia (tuvimos que esperar más de 3 meses para que llegara la pieza desde Japón). Actualmente estamos trabajando en la licencia de funcionamiento de la unidad de producción, lo que ha exigido mucho al equipo.

n) RLA 6086 – Mejorar la Atención a Pacientes con Enfermedades Crónicas No Transmisibles, en Particular Enfermedades Cardiovasculares en Mujeres Latinoamericanas

Logros

Participación en los eventos:

- EVT23000320 Regional Training Course on Integral Approach of Microvascular Disease in Women, Mendoza, Argentina, del 30 Mayo al 03 Junio 2023 - Asistieron de Brasil a los Drs. Claudio Tinoco Mesquita, Dr. Bruno Gomes.
- Se está trabajando en la edición de un Atlas de casos clínicos sobre imágenes cardiovasculares en mujeres, Editor Jefe Dr. Miguel Kapitan, contraparte de Uruguay. Se enviaron 2 casos clínicos completos de Brasil. Se está participando en la revisión, corrección y homogeneización de todo el material recibido de la mayoría de los países.
- Divulgación en el sitio web de la Universidad Federal Fluminense sobre la necesidad de incrementar la presencia de mujeres en estudios clínicos sobre enfermedades cardiovasculares. <https://coracaovalente.uff.br/mulheres-estao-em-menor-numero-nos-grupos-estudados-em-pesquisas-cientificas-na-cardiologia/>
- Se entrega resumen de actividades de Brasil para el PPAR 2023 a Dra. Amalia Peix el 06 de diciembre 2023 para el informe global del segundo año del proyecto.



Impacto de las actividades de proyecto en el país:

Es importante destacar que se ha contribuido a difundir la utilidad de las técnicas de imagen de cardiología nuclear a nivel de diversas regiones con perfeccionamiento de profesionales jóvenes.

Hubo interacción vía digital participativa por los casos clínicos del Atlas, lo que sirve para fomentar las relaciones académicas regionales.

Se confirma que se recibirá localmente en Hospital Universitario Antonio Pedro el software de procesamiento de imágenes RADIANT, lo cual mejorará el desempeño de la medicina nuclear diagnóstica local.

Publicación pendiente de revisión:

Cardiovascular Disease and Risk Factors in women in Latin America and the Caribbean. En proceso de revisión para envío a publicación.

Authors: Claudio T. Mesquita, Amalia Peix, Karen A. Dueñas-C, Claudia Gutiérrez, Adriana Puente, Diana I. Rodríguez, Teresa Massardo, Isabel Berrocal, Andrea Astesiano, Roberto N. Agüero, Ryenne Bañolas, Enrique Hiplan, Mayra Sánchez, Ana Ma. Barreda, Vanessa V. Gómez, Cynthia Fernández, Silvia Portillo, Yariela Herrera, Aurelio Mendoza, Miguel Kapitan, Carlos Castellanos, Enrique Estrada, and Diana Páez

Compra de equipos e insumos

- Software Radiant® para procesamiento de imágenes de diversos orígenes, básico para implementar por el proyecto en 2023 en todos los sitios involucrados en los países del proyecto (aceptada y en plan de entrega)

Dificultades

Pendiente entrega del software Radiant.

Los casos clínicos para el Atlas han tenido dificultades y demora en su recepción por disminución del flujo de exámenes e insumos asociados principalmente a problemas locales logísticos post-covid.

Lecciones aprendidas:

Aún queda mucho por hacer para mejorar las condiciones de las mujeres en América Latina y Brasil. Ya sean condiciones económicas, sociales o de salud. Las mujeres necesitan una mayor atención por parte de los gobiernos respecto de sus vulnerabilidades. Este proyecto nos permitió mejorar los resultados para las mujeres afectadas por las acciones de ARCAL.

La sugerencia es que el OIEA debería hacer un mayor uso de las redes sociales para promover sus objetivos. Las redes sociales podrían aumentar la visibilidad del contenido educativo y facilitar un mejor uso de la radiación. Los proyectos ARCAL son especialmente útiles y podrían tener un mayor impacto con más comunicación. Es estratégico.



o) RLA6089 - Uso de Isótopos Estables para Reducir los Riesgos Nutricionales en Mujeres Embarazadas y su Impacto en los Bebés

Logros

Durante 2023 se realizaron acciones con el Comité de Ética en Investigación, culminando con la aprobación del proyecto para su ejecución. Se realizaron reuniones con representantes y gestores del sistema local de salud, con el fin de organizar y alinear procedimientos para la recolección de datos, involucrando también a profesionales de las Unidades Básicas de Salud.

También fue necesaria y realizada la capacitación local del grupo de investigadores para que se pudiera iniciar la recolección de datos, así como la organización logística interna (institucional) y también externa de los viajes y la realización de las acciones. Otro paso importante fue la entrega de los resultados medidos con las valoraciones realizadas directamente a los usuarios y al servicio de salud.

Entre el 27 de noviembre y el 1 de diciembre se llevó a cabo en Montevideo, Uruguay, a través de la Escuela de Nutrición, la reunión de coordinación intermedia del Proyecto, enfocada en las potencialidades de ajustes, que contó con la participación de los coordinadores del proyecto de los países Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Guatemala, Honduras, Jamaica, México, Panamá, Perú y Uruguay, así como miembros de la OIEA.

Dificultades

La recepción de importantes equipos e insumos para el desarrollo del proyecto motivó la organización, renovación y estructuración del laboratorio. En este escenario se abordaron los desafíos habituales en este proceso organizativo, inaugurando nuevas alianzas y fortaleciendo otras, ya sea en el aspecto técnico operativo de acciones directas, logística, temas aduaneros, generando grandes aprendizajes y avances.

Además, la labor de captación y evaluación de los participantes del proyecto en campo es un elemento desafiante, ya sea por distancias, tiempos, necesidad de orientación, entre otros; pero comprender la importancia de contribuir a ofrecer información de salud de la mejor manera posible se vuelve motivador.

p) RLA6090/Fortalecimiento de la Gestión de Radioterapia para el Tratamiento del Cáncer Cervicouterino en América Latina y el Caribe

Logros

Este proyecto, previsto para el período 2022-2025, se inició en 2022 con la participación de siguientes países: Brasil (DTM), Argentina, Chile, Costa Rica, Cuba, República Dominicana Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela, totalizando casi el 90% de todos los servicios de radioterapia en la región de AL&C. En 2022, se estableció el equipo del proyecto y se implementó dentro del alcance, el tiempo y el presupuesto. Esta etapa se ha realizado plenamente.

Reuniones de coordinación:



En 2022 se realizaron 2 reuniones de coordinación del proyecto: de 21 al 23 de febrero [EVT2201108], 17 participantes donde se discutieron los objetivos, indicadores y resultados esperados en el desarrollo del proyecto. Cada país participante presentó datos sobre la situación del cáncer cervicouterino en su país. Estos datos, necesarios para el avance del proyecto, se estructuraron en un cuestionario enviado a todas las CP con el fin de tener un diagnóstico de la situación al inicio del proyecto. La segunda reunión se realizó de 19 de octubre de 2022, 11 participantes, para discutir los avances del proyecto y presentar la información sobre cáncer de cuello uterino recolectada hasta octubre de 2022 donde se destacó que solo el 30% de los países participantes respondieron el cuestionario. Debido a las incertidumbres de la pandemia y la posible imposibilidad de reuniones presenciales, el proyecto preveía reuniones internas en 2022 y 2023, en cada país, para evaluar sus protocolos de tratamiento, el cumplimiento de los requisitos de calidad y seguridad establecidos en las normas nacionales e internacionales. Recomendaciones, así como información sobre capacitación disponible y requerida relacionada con estos temas también fueron solicitadas.

En 2023 se realizaron 02 reuniones virtuales de coordinación del proyecto, la primera en 13 de abril, donde se propusieron a las contrapartes acciones para mejorar la participación de los países en el proyecto. Estas acciones se pueden resumir en la creación de tres grupos de trabajo, uno sobre aseguramiento de la calidad, un segundo grupo sobre epidemiología del cáncer y un tercero sobre evaluación de la implementación de requisitos regulatorios en cada país. Posteriormente a esta reunión se crearon grupos, se realizaron reuniones, pero hubo baja participación de representantes de cada país que participaba en el proyecto. La segunda reunión de coordinación se realizó de manera virtual el 15 de diciembre, donde nuevamente se discutió ampliamente las dificultades de envío de información de cada CP, proponiendo una agenda previa para las reuniones de cada grupo de trabajo, la participación de otro representante del CT del OIEA para ayudar implementar acciones y también reforzó la necesidad de enviar informes desde cada PP sobre los avances observados en cada país. Se discutió la agenda 2024 donde se propuso dos cursos presenciales, uno sobre Braquiterapia 3D, a realizarse en abril de 2024 en el INCa - Brasil y otro en octubre de 2024 sobre Técnicas Avanzadas de Radioterapia, donde el país anfitrión propuesto sería Guatemala.

Talleres realizados en 2023: La capacitación brindada por el proyecto ha mejorado nuestra experiencia en aseguramiento de la calidad de los procedimientos de radioterapia externa y braquiterapia 3D (Interregional Training Course on Quality Assurance Teams for Radiation Oncology - EVT2300510, de 2-5 Mayo 2023, Viena), con la participación de 50 profesionales de la región, aportando material didáctico importante para que podamos replicar este curso en nuestro país, difundiendo los conocimientos adquiridos. Relativo a Brasil, se capacitó 03 profesionales del Instituto Nacional de Cáncer – INCa, 01 del InRad – HCFMUSP, 02 del Centro de Câncer Boldrini – Campinas.

El curso de Maestría en Técnicas Avanzadas de Radioterapia ((EVT2302624) previsto en el proyecto se está desarrollando del 2 de octubre de 2023 al 2 de octubre de 2024, en Chile, con la participación de 08 profesionales representando a varios países. En este caso, Brasil no envió representante. La evaluación del curso se realizará una vez finalizado.

Dificultades



El proyecto no se está desarrollando como se esperaba. Al ser un proyecto regional, esto depende en gran medida de la participación de todos los países inscritos. Algunos países no se han comprometido a enviar información sobre el progreso local, lo que dificulta la coordinación regional. De todos modos, hemos intentado otras acciones para mejorar esta participación, principalmente de países donde se sabe que hay dificultades para centralizar esfuerzos. El logro se acercó 85% de lo presupuesto, lo que se consideró adecuado para el segundo año, pero la participación activa de los participantes se logró apenas 50%.

El proyecto involucra diferentes áreas, tales como normativa, protocolos en uso en cada país, base de datos epidemiológicos, capacitación del personal y garantía de la calidad de la atención en salud brindada. Ya que son a menudo diferentes áreas, dependiendo de la estructura local, el CP puede no tener acceso a todos los temas y sería interesante asegurar el nombramiento de un equipo de apoyo en cada país. Estas sugerencias de acciones a implementar se formalizaron durante las dos reuniones virtuales entre contrapartes celebradas en 2024, pero seguimos con alrededor del 50% de los países participando efectivamente en el proyecto.

Con el fin de promover una mayor interacción, se tomaron medidas en 2023, con la creación de grupos de trabajo específicos enfocados en las 3 grandes áreas del proyecto. En 2023 se crearon los tres grupos (normativa, epidemiología y garantía de calidad), pero sólo 4 países designaron participantes efectivos para cada grupo como puntos de contacto (PC). En 2023 se realizaron reuniones virtuales con la participación de representantes de los 4 países. Se propusieron acciones para recolectar información y realizar análisis internos en cada país, llevando preguntas y resultados al grupo. De esta forma, se pretende promover una evaluación de la perspectiva actual y de las posibles y necesarias mejoras para alcanzar los objetivos del proyecto. Durante 2023, se investigaron protocolos internacionales sobre dosimetría de haz y braquiterapia y se pusieron a disposición de todos los participantes del proyecto a través de Google Drive. Esta acción tiene como objetivo facilitar la comparación entre los métodos utilizados en los países y los disponibles en la literatura.

q) RLA 7025 - Contribuir a la Conservación y Gestión Sostenible de los Océanos, Mares y Recursos Marinos

Logros

- 1) Organización de un curso de nivelación y capacitación en el uso del protocolo de recolección y preparación de muestras de arena y sedimentos con énfasis en análisis de microplásticos (RLA7025 EVT2301672)
- 2) Recepción de equipos de titulación automática PONTUS Seawater Instruments.
- 3) Participación en la creación de un protocolo de uso del equipo Espectrofotómetro UV-Visible Thermo Genesys 150 con énfasis en análisis de pH.
- 4) Participación en la creación de un protocolo actualizado de recogida y preparación de muestras de microplásticos
- 5) Implementación de mesas de trabajo con reuniones mensuales donde se discuten los avances de cada contraparte, facilitando la movilización de información y agilizando la resolución de problemas técnicos relacionados con los protocolos aplicados



Dificultades

Creemos que el año 2023 fue un hito importante para la contraparte brasileña en el proyecto RLA7025:

- 1) Brasil produjo datos para 2 parámetros para la evaluación de la acidificación de los océanos en 3 estaciones en la costa de Arraial do Cabo para informar al indicador ODS 14.3.1.
- 2) Los resultados de los análisis de la degradación de microplásticos en ambientes marinos se presentaron en un congreso internacional (Setac 2023).
- 3) Se logró finalizar un protocolo de uso del equipo Espectrofotómetro UV-Visible Thermo Genesys 150 con énfasis en análisis de pH, estando disponible en la plataforma de Remarco.
- 4) Se logró finalizar un protocolo actualizado de recogida y preparación de muestras de microplásticos, en estado de finalización burocrática para ser puesto a disposición de la comunidad y luego disponible en la plataforma Remarco.
- 5) El retraso en la llegada de las mediciones y dificultó a participación de este parámetro en el indicador ODS 14.3.1.
- 6) La demora en la recepción de los discos de plata retrasó la preparación de muestras de sedimentos para la evaluación temporal de deposiciones de microplásticos

r) **RLA 7026 - Evaluación de la contaminación ambiental orgánica e inorgánica en ríos, lagos embalses, y lagunas de Latinoamérica y el Caribe, y su impacto sobre el riesgo de proliferación de cianobacterias.**

Logros

El Laboratorio de Radioecología y Cambios Ambientales (LARA/UFF), el Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM), el Instituto de Pesquisa Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEN) e el Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN-NE/CNEN) participan en el proyecto RLA7026, siendo un país activo en el monitoreo del estado de contaminación orgánica e inorgánica en un recurso hídrico estratégico para Brasil. Además, los laboratorios ofrecen apoyo analítico con la infraestructura disponible, que involucran análisis de nutrientes e isotópicas. Estos análisis se realizan tanto con las capacidades actuales de los laboratorios como con las que se adquirieron durante el desarrollo del proyecto. Estas decisiones se tomaron durante reuniones con los coordinadores y demás miembros del proyecto en el evento (EVT2204717) Taller Regional sobre Armonización de Metodologías de Muestreo y Análisis de Variables Físicoquímicas para la Definición de la Calidad y Estado Trófico de los Cuerpos de Agua, llevado a cabo del 28 de noviembre al 2 de diciembre de 2022 en Panamá. Durante el año 2023 se realizaron cursos de capacitación para normalizar los métodos y protocolos a desarrollar. Entre estos cursos se destacan los siguientes eventos: (EVT2301481) Taller Regional sobre Monitoreo de la Calidad del Agua Considerando el Análisis de Cianobacterias, Parámetros Físicoquímicos y el Uso de Isótopos Estables, realizado del 24 al 28 de julio de 2023; (EVT2303508) Curso de Capacitación Regional sobre Identificación de Especies de Cianobacterias mediante Microscopía y Biología



Molecular Básica en Mazatlán, México, del 9 al 13 de octubre; (EVT2303448) Curso de Capacitación Virtual sobre Diseño de Muestreo y Monitoreo de Isótopos en Agua Dulce para Determinar Fuentes de Nutrientes en Exceso, realizado del 5 de septiembre al 3 de octubre.

Estos cursos fueron fundamentales para la nueva etapa que comienza este año con relación a la implementación del plan de monitoreo y recolección de muestras.

Dificultades

Como principales resultados, podemos destacar:

- 1) Establecimiento de los métodos a emplear para análisis hidrológicos utilizando isótopos de agua y nitrato.
- 2) Normalización de los métodos para recolección y análisis de radón y nitrato para identificación de masas de agua.
- 3) Normalización de los métodos de recolección, aislamiento, cultivo e identificación de cianobacterias.

Como principales dificultades y problemas, se destacan:

- 1) Demora en el curso de análisis fisicoquímicos para definir el estado trófico.
- 2) Demora en la realización del curso de extracción y secuenciación de material genético fitoplanctónico.

Estos puntos se convierten en problemas, ya que son cruciales para la realización de todo el trabajo y es obligatorio dominarlos antes del inicio de las recolecciones de monitoreo. Esta demora pone en riesgo el cronograma de implementación de los proyectos.

- 4. IMPACTOS:** Informar en qué medida los proyectos contribuyeron a la consecución de los objetivos establecidos para dar solución a una necesidad/ problema identificado y si produjo los efectos deseados en las personas/población, servicios u otros.

RLA1020:

El Proyecto RLA/1020 contribuyó con la participación de agencias y entidades financiadoras, estudiantes de pregrado y posgrado, así como empresas privadas y cooperativas, aplicando el Marco Legal para la Ciencia, Tecnología e Innovación en Brasil.

RLA1022:

Dentro del objetivo del proyecto, Perú intentó importar yodo para uso médico (pero esa iniciativa fracasó), mientras que Bolivia transmitió algunos análisis de la demanda de NAA a Brasil, que ya está en ejecución. Estas dos solicitudes demuestran la demanda insatisfecha en el área, que Brasil puede satisfacer.



RLA5089:

La recepción del KIT de muestreo y la preparación de un manual que contenga los procedimientos para el muestreo de sólidos fue muy importante para el desarrollo del proyecto, quien podría utilizar este equipo en otros estudios futuros. Todas las recolecciones de campo siguieron los protocolos definidos en el manual, que fue estandarizado por todos los países participantes.

También fueron muy importantes los tres cursos realizados en 2023, no solo por la ampliación de conocimientos, sino también por el intercambio de experiencias entre los participantes. Los cursos presenciales permitieron un acercamiento muy fructífero a quienes tienen los mismos objetivos.

Finalmente, el ejercicio de Intercomparación nos permitirá comprender la situación real de nuestros laboratorios para producir los resultados deseados y, si es necesario, realizar las correcciones.

RLA5080:

Informar en qué medida el proyecto contribuyó a la consecución de objetivos establecidos para dar solución a una necesidad/ problema identificado en el diseño del proyecto.

El proyecto logró el objetivo de establecer una base de datos regional para promover la seguridad alimentaria en América Latina y el Caribe. En el lanzamiento de la plataforma que se utilizará como base de datos, 19 países firmaron un término de compromiso para continuar con la base de datos una vez finalizado el proyecto.

Otro gran beneficio del proyecto fue el establecimiento de una mayor interacción entre los profesionales que trabajan en el área de seguridad alimentaria en los países involucrados.

RLA6085:

El proyecto ha permitido el intercambio de experiencias entre los participantes de la red ARCAL, para que, como resultado de uno de los cursos de capacitación (el Curso Regional de Capacitación en Producción y Control de Calidad de Instalaciones Radioeléctricas basadas en PET -Montevideo, Uruguay - 05 al 09/06/2023) nos motivó a idealizar la implementación de la producción de Ga68-PSMA a través de la producción de Ciclotrón. Se presentó un proyecto a la Gerencia del CRCN-NE y obtuvimos recursos para adquirir un objetivo líquido de Ga68, un módulo de síntesis de Ga68 y una mejora en el sistema de enfriamiento de los objetivos, para apoyar la implementación de este nuevo objetivo que se está adquiriendo. Esto se hizo mediante una contribución financiera de 327.000,00 euros.

RLA6086:



Es importante destacar que se ha contribuido a difundir la utilidad de las técnicas de imagen de cardiología nuclear a nivel de diversas regiones con perfeccionamiento de profesionales jóvenes.

Hubo interacción vía digital participativa por los casos clínicos del Atlas, lo que sirve para fomentar las relaciones académicas regionales.

Se confirma que se recibirá localmente en Hospital Universitario Antonio Pedro el software de procesamiento de imágenes RADIANT, lo cual mejorará el desempeño de la medicina nuclear diagnóstica local.

La sugerencia es que el OIEA debería hacer un mayor uso de las redes sociales para promover sus objetivos. Las redes sociales podrían aumentar la visibilidad del contenido educativo y facilitar un mejor uso de la radiación. Los proyectos ARCAL son especialmente útiles y podrían tener un mayor impacto con más comunicación. Es estratégico.

RLA6089:

La doble carga de la malnutrición es un importante problema de salud pública en América Latina y el Caribe, junto con la anemia y otras deficiencias de micronutrientes. Con este proyecto, ya fue posible en 2023 realizar evaluaciones y brindar información a las mujeres embarazadas y al equipo de salud responsable del control prenatal, especialmente sobre la composición corporal de esta población, delineando el perfil nutricional y de actividad física.

En este sentido, es fundamental ampliar el conocimiento sobre la identificación temprana de trastornos nutricionales y de composición corporal en mujeres embarazadas, medidos por métodos seguros y eficaces, tal como está previsto en la propuesta del proyecto, reforzando la idea de universalizar las acciones de alimentación y nutrición en la Atención Primaria de Salud, caracterizada por un gran desafío, puede contribuir a la implementación de políticas públicas para incentivar la prevención y el tratamiento de los trastornos nutricionales.

RLA6090:

Como uno de los objetivos del proyecto es crear una red de auditores de calidad en radioterapia en la región, la interacción entre los participantes se consideró apropiada y productiva. Además, Brasil en este caso sería uno de los donantes de experiencia, lo que significa que esta interacción es aún más importante. Los 8 miembros del proyecto a nivel nacional participan en las actividades de coordinación de los grupos de trabajo propuestos.

La capacitación brindada por el curso en Viena fue considerada por los participantes como muy buena, mejorando nuestra experiencia en asegurar la calidad de los procedimientos de radioterapia externa y braquiterapia 3D, brindándonos material didáctico importante para que podamos replicar estos cursos en nuestro país, difundiendo los conocimientos adquiridos. Capacitaron a tres profesionales (radioterapeutas y físico médico) del Instituto Nacional del



Cáncer (INCa/RJ) 02 del Hospital de Facultad de Medicina de la USP/SP y 02 del Centro Oncológico Boldrini de Campinas/SP.

Para el curso de Maestría en Chile, Brasil no envió candidatos. En las investigaciones con hospitales, un curso de un año completo, fuera del país y con dedicación exclusiva se consideró difícil de realizar debido a compromisos profesionales con hospitales y clínicas de radioterapia.

Se revisó el sistema de información del INCa sobre las instalaciones de radioterapia del país, se identificaron brechas y se implementaron propuestas de mejora. Como base para la recolección de información del Ministerio de Salud, mejorar la información epidemiológica trae numerosos beneficios al país. La evaluación del curso se realizará una vez finalizado.

Actualmente se encuentra en revisión el proceso de nuestro sistema regulatorio para el área de radioterapia. Se están llevando a cabo acciones comparativas para adaptar las regulaciones nacionales a las recomendaciones internacionales, incluida la provisión de una misión de la OIEA sobre el tema.

RLA7025:

- 1) Luego de recibir el equipo de análisis de titulación se logró implementar los protocolos recibidos en el curso 2021 y con ello se logra traspasar los conocimientos a 2 investigadores más.
- 2) Se ha capacitado 7 investigadores para Recolectar y preparar muestras de microplásticos en arena de playas.
- 3) Se ha capacitado 5 investigadores para Recolectar y preparar muestras de microplásticos en sedimentos marinos.
- 4) Se completó el análisis de los resultados de pH para 3 estaciones en la región de la costa brasileña, cumpliendo con el compromiso con la calidad de los datos propuesto en ODS 14.3.1.
- 5) Hay 3 estudiantes de maestría en curso sobre los impactos de los microplásticos en la biota marina brasileña
- 6) Hay 2 estudiantes de doctorado en curso sobre los impactos de los microplásticos en la biota marina brasileña

RLA7026:

Después de definir los puntos más cruciales a monitorear, el año 2023 estuvo marcado por varios cursos para aumentar la capacidad nacional de recolección y análisis de los datos necesarios para monitorear la calidad de los recursos hídricos. Las próximas etapas implican la recolección y análisis de muestras recogidas en los puntos seleccionados para el monitoreo.

5. APOORTE ECONOMICO ESTIMADO DEL PAIS AL PROGRAMA: Estimar el aporte económico del país al programa, completando las siguientes tablas.

Anexo 5.1 – Formato para el Informe Anual de las Actividades de ARCAL en el país



Anexo 5.2 – Tabla de indicadores financieros para valorar el aporte de los países

5.1 Recursos aportados por el país al programa (incluye la estimación detallada según tabla de indicadores financieros en especie).

Código y Título de Proyecto	Coordinador/a del Proyecto	Aporte valorado
RLA0070 - Strengthening Regional Cooperation	Francisco Rondinelli Júnior francisco.rondinelli@cnen.gov.br	9.000
RLA1020 - Promoción de la tecnología de la radiación en polímeros naturales y sintéticos para desarrollar nuevos productos, con énfasis en la recuperación de residuos	Wilson Calvo wapcalvo@ipen.br	44.000
RLA1022 - Mejora de la satisfacción de la demanda regional de productos y servicios de los retores de investigación nuclear.	Frederico Genezini fredzini@ipen.br	8.800
RLA5080 - Fortalecimiento de la colaboración regional entre los laboratorios oficiales para hacer frente a nuevos desafíos relacionados con la inocuidad de los alimentos.	Fernando Jose Pires de Souza fernando.pires@agro.gov.br	-
RLA5085 - Fortalecimiento de la capacidad de los laboratorios oficiales para monitorizar brotes de enfermedades animales y zoonóticas prioritarias y responder a ellos.	Dilmara Reischak dilmara.reischak@agro.gov.br	8.600
RLA5086 - Disminución de la Tasa de Mortalidad de la Trucha Arcoíris Asociada al Virus de la Necrosis Pancreática Infecciosa y Enfermedades Emergentes Utilizando Técnicas Moleculares y OMIC.	Fabiana Pilarsky fabiana.pilarsky@unesp.br	-
RLA5087 - Desarrollo de Cepa de Sexado Genético de Moscas de la fruta Anastrepha fraterculus Wiedmann o Mosca Sudamericana.	Jair Virgínio jair@moscamed.org.br	-
RLA5089 - Evaluación del impacto de los metales pesados y otros contaminantes en suelos contaminados por actividades antropogénicas y origen natural.	Amenônia Maria Ferrira Pinto amfp@cdtn.br	73.800
RLA6085 - Strengthening the Capacities of Cyclotron/Positron Emission Tomography Centres in the Region.	Timóteo Gomes da Silva timoteo.silva@cnen.gov.br	-
RLA6086 - Mejorar la Atención a Pacientes con Enfermedades Crónicas No Transmisibles, en Particular Enfermedades Cardiovasculares en Mujeres Latinoamericanas	Claudio Tinoco Mesquita claudiotinocomesquita@id.uff.br	1.500



ARCAL
ACUERDO REGIONAL DE COOPERACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
NUCLEARES EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

RLA6089 - Uso de isótopos estables para reducir el riesgo nutricional en mujeres embarazadas y su impacto en el lactante.	Wendell Costa Bila wendell.bila@uemg.br	20.200
RLA6090 - Strengthening Radiotherapy Management for the Treatment of Cervical Cancer in Latin America and the Caribbean.	Lidia Vasconcellos de Sá lidia.sa@ird.gov.br	17.000
RLA7025 - To contribute to the sustainable conservation and management of oceans, seas and marine resources.	Roberto Meigikos dos Anjos rmeigikos@id.uff.br	71.800
RLA7026 - Evaluación de la contaminación ambiental orgánica e inorgánica en ríos, lagos embalses, y lagunas de Latinoamérica y el Caribe, y su impacto sobre el riesgo de proliferación de cianobacterias.	Roberto Meigikos dos Anjos rmeigikos@id.uff.br	71.800
	Total	328.500



**ANEXO 5.2 – TABLA INDICADORES FINANCIEROS PARA VALORAR EL
 APOORTE DE LOS PAÍSES AL PROGRAMA ARCAL**

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/as Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	10.500
2. Grupo Directivo del OCTA, Grupos de Trabajo del OCTA y Puntos Focales	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	--
3. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	25.500
4. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	2.000
5. Becario/a cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	93.000
6. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	10.000
7. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	--
8. Gastos locales por Sede de Reuniones de Coordinación Técnica (OCTA)	EUR 50.000 por semana	--
9. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	200
10. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	10.000
11. Tiempo, trabajado como Coordinador/a Nacional y su equipo de soporte	Máximo EUR 1.500 por mes	--
12. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	5.100
13. Tiempo trabajado como Coordinador/a de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	33.700
14. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	54.900
15. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: <ul style="list-style-type: none"> ● Viáticos interno/externo ● Transporte interno/externo 	Máximo EUR 7.500/proyecto	23.300
16. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	50.300



ARCAL
ACUERDO REGIONAL DE COOPERACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
NUCLEARES EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

TOTAL	328.500
--------------	----------------

NOTA: No deben ser contabilizadas otras actividades no incluidas en esta Tabla.

Instructivo tabla de indicadores financieros para valorar el aporte de los países al programa ARCAL.



ARCAL
ACUERDO REGIONAL DE COOPERACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
NUCLEARES EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

Anexo:



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA
LABORATÓRIO DE IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS E
RADIOENTOMOLOGIA

RESULTS OF RESEARCH ACTIVITIES RELATED TO THE IAEA
TECHNICAL COOPERATION PROJECT RLA5087 (ARCAL
CLXXVI)

SCIENTIFIC INVESTIGATOR: Prof. Dr. Thiago Mastrangelo

Piracicaba – Brazil

February 2024



1. SUMMARY OF THE RESULTS, DIFFICULTIES AND PROBLEMS PRESENTED DURING THE PROGRESS OF THE PROJECT

1.1. Scientific achievements

- CENA/USP has maintained different strains of *A. fraterculus* over the years with success, and thousands of sterile flies had been sent by air to the *Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado* (Temperate Climate Fruit Growing Experimental Station) of EMBRAPA Grape & Wine for field trials and other tests. Issues related to shipping costs and time remain the biggest constraints to expanding the pilot field trials with sterile flies.
- A colony of the *Genetic Sexing Strain* of *A. fraterculus* (GSS-89) with female black pupae was successfully established at CENA/USP, but its scaling depends on maintaining a constant filter rearing system (FRS) to avoid the appearance of recombinants in the mother colony.
- Mating compatibility tests were conducted for different populations of *A. fraterculus* in field cages at CENA/USP over the last three years. It has been shown that males of the long-term inbred *Piracicaba* strain are sexually incompatible with females of other populations, no longer serving for population control in the field. No evidence of sexual isolation has been found between sterile males of the Vacaria strain or the GSS-89 and wild flies, but wild males from Pelotas were more active participating on matings than sterile GSS males when these two populations were tested.

1.2. Participation in training, meetings and events

- Participation of Dr. Adalecio Kovaleski from EMBRAPA in the “Regional Meeting on Genetics, Breeding Procedures and Other Characteristics of the New Genetic Sexing Strain of *Anastrepha fraterculus* (Wiedmann)” between 27 and 31 March 2023 at Mendoza, Argentina (RLA5087 EVT-2205003).
- Participation of the PhD. student Paloma G. Della Giustina from CENA/USP in the “Regional Training Course on an Operative Program for the Application of the Most Advanced Tests in Dosimetry and Quality Control” between 8 and 12 May 2023 at the



Insect Pest Control Laboratory (IPCL), IAEA Laboratories Seibersdorf, Austria (EVT2205500).

- Participation of Dr. Thiago Mastrangelo from CENA/USP in the 2nd *Research Coordination Meeting (RCM)* of the *Coordinated Research Project (CRP)* entitled “Improving rearing, handling, and field components for Fruit Fly SIT application” between 15 and 19 May 2023 at the IAEA’s Headquarters in Vienna, Austria.

2. DETAILED RESULTS FOR THE GOALS ESTABLISHED BY THE RLA5087 WORKPLAN

2.1 Production and Quality Control of Different *Anastrepha fraterculus* strains

The Radioentomology Laboratory of the Center for Nuclear Energy in Agriculture of the University of São Paulo (CENA/USP) colonized the first strain of *Anastrepha fraterculus* in 2006 (e.g., the *Piracicaba* strain) and has maintained colonies of this species ever since (Fig. 1). As of 2015, two strains have been maintained under semi mass-rearing conditions: the *Vacaria* strain (parental pupae recovered from native *Myrtaceae* hosts at Vacaria, Rio Grande do Sul, Brazil) and the *Piracicaba* strain (a colony maintained for more than 140 generations in laboratory without introduction of wild material). After February 2020, three more strains were established, being two of them refreshed colonies of the *Vacaria* and *Piracicaba* strains (i.e., laboratory flies crossed with wild males from Vacaria-RS, which had been used in a genetic study with microsatellite markers) and the other colony is related to the GSS-89 of *A.fraterculus* imported from the IPCL in 2020.



Figure 1. Radioentomology Laboratory of CENA/USP and its pilot biopant where different strains of *Anastrepha fraterculus* have been reared.



The colonies of the bisexual strains and the GSS are being maintained at CENA under controlled environmental conditions (26 ± 2 °C and 70-80% RH) following the rearing protocols of Walder et al. (2014) and Mastrangelo et al. (2021) (Fig. 2). Improvements in the mass-rearing protocols for the species have also been achieved and some of them were described by Mastrangelo et al. (2021) (<https://doi.org/10.3390/insects12070622>).



Figure 2. Ovipositing cages of the *Piracicaba* strain (at the left) and the *Vacaria* strain (at the center) of *Anastrepha fraterculus* at CENA/USP

The main quality control parameters have been recorded for the *A. fraterculus* strains following the methodologies recommended by FAO/IAEA/USDA (2019) (e.g., total volume of eggs produced, egg hatch (%), total number of pupae produced, pupal weight (mg), pupal recovery (%), emergence of adults (%) and sex ratio).

The colony with the *Piracicaba* strain has been maintained for 148 generations in laboratory under semi-mass rearing conditions, without any introduction of wild flies since 2007, and a bottleneck occurred between generations F_{107} and F_{108} . The mean production of eggs and pupae per generation have been 52.6 mL (ca. 615,252 eggs) (Fig. 3) and 4.7 L of pupae (ca. 154,700 pupae) (Fig. 4), respectively, with a mean egg hatch of 68.1%, adult emergence of 81.5% and sex ratio at 0.53 (Fig. 5). As routine field cage tests have shown that males from this strain have become incompatible with females from other strains and wild *A. fraterculus* flies, it has been



kept only to carry out certain laboratory bioassays and to provide larvae for rearing the parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata*.

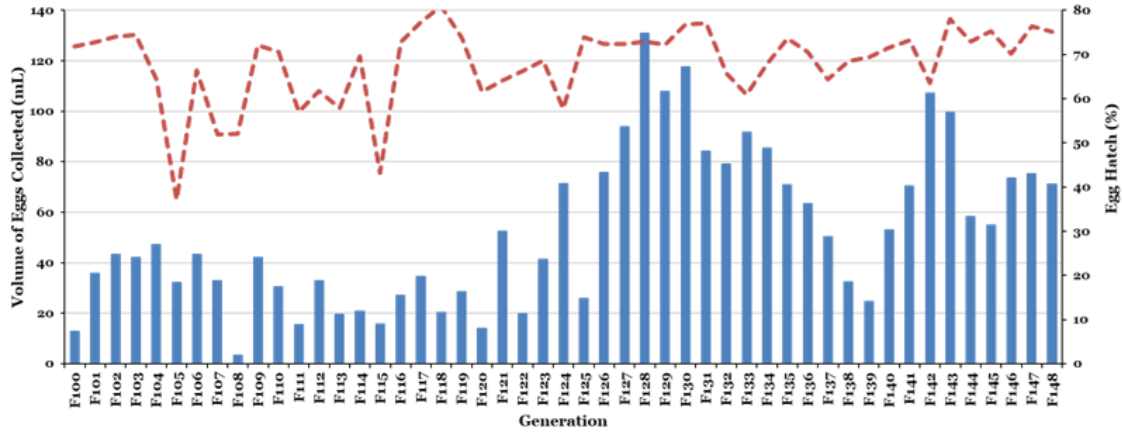


Figure 3. Total volume of eggs (blue bars) and mean egg hatch (red dashed line) values per generation for the *Piracicaba* strain of *Anastrepha fraterculus* at CENA/USP.

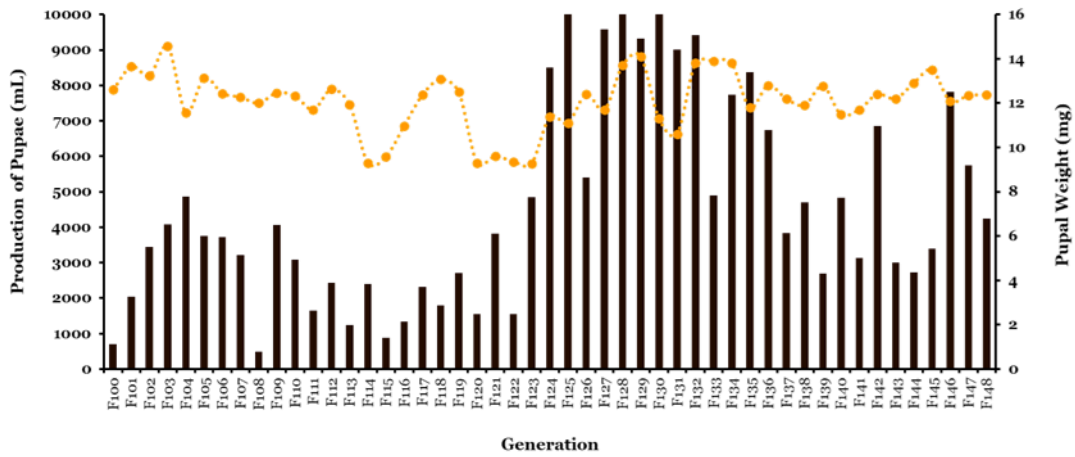


Figure 4. Total volume of pupae produced (brown bars) and mean pupal weight (yellow line) per generation for the *Piracicaba* strain of *Anastrepha fraterculus* at CENA/USP.



ARCAL
ACUERDO REGIONAL DE COOPERACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
NUCLEARES EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

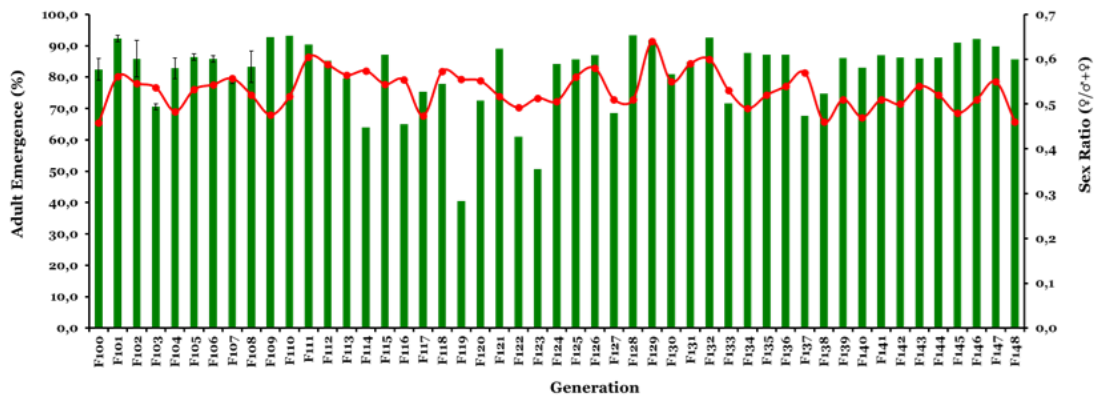


Figure 5. Mean values of fly emergence (green bars) and sex ratio (red line) per generation for the Piracicaba strain of *Anastrepha fraterculus* at CENA/USP.

The original colony of the *Vacaria* strain strain (parental pupae obtained in 2015 from native *Myrtaceae* hosts at Vacaria, Rio Grande do Sul, Brazil) was maintained for 45 generations at CENA. Its production was scaled up several times to supply sterile flies for field trials in the South region of Brazil. For example, between generations F₁ and F₄₄, ca. 68 million of eggs were produced (with an average of 1.5 million eggs/generation), and ca. 9.6 million of pupae were produced (with an average of 241,000 pupae/generation), with a mean pupal weight of 11.2 mg. In the 2019-2020 season, ca. 7 to 10 L of sterile pupae were sent every month by air (Fig. 6) to the MOSCASUL Center at Vacaria for the release of sterile flies in forest areas surrounding commercial apple orchards. In the following years, the quantities sent monthly to that center were reduced to 2-3 L of sterile pupae. The quantities of flies collected in orchards near the release sites in forested areas were monitored weekly after each release in the summer months, and wild flies and recaptured sterile flies were distinguished (Fig. 8).





Figure 6. Irradiated and marked pupae of the *Vacaria* strain being sent by air to the EMBAPA experimental station in Vacaria, Rio Grande do Sul, Brazil.



Figure 7. MOSCASUL Biological Control and Integrated Fruit Fly Management Center from EMBRAPA Grape & Wine at Vacaria, Rio Grande do Sul, Brazil. This fruit fly facility adopted a modular system with containerized laboratory modules for each stage of the insect.

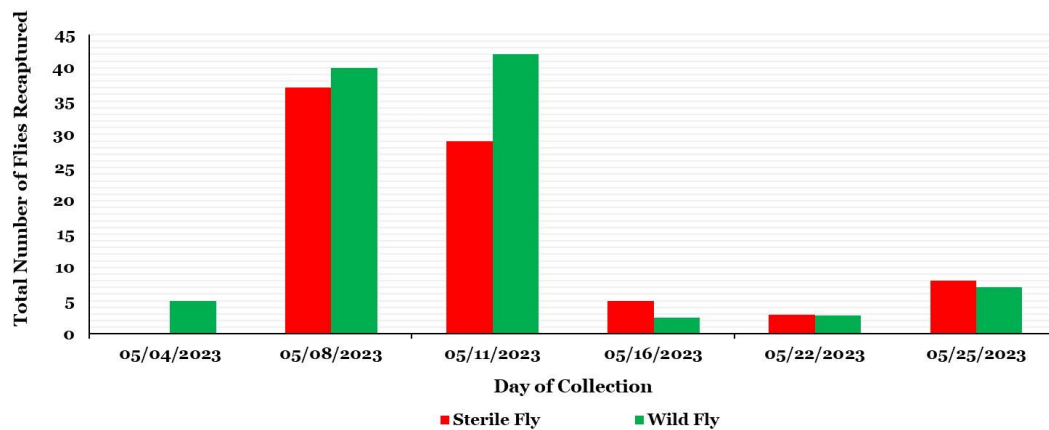


Figure 8. Total number of wild and sterile flies recaptured in apple orchards close to a release site on May 2023 at Vacaria, Rio Grande do Sul, Brazil.



This strain was replaced by a refreshed colony of Vacaria in August 2020. To refresh the *Vacaria* strain, a parental cage (30x30x30 cm) was set with 560 females and 280 males of the *Vacaria* strain (F₄₂ generation), plus 280 wild males from native forests that surrounds apple orchards at Vacaria, Rio Grande do Sul (28°33'40''S, 50°57'40''W, 880 m.a.s.l). This refreshed colony has been maintained to supply flies for a population genetic study with microsatellites and for future mass production. It was kept over 10 generations under laboratory conditions (Mastrangelo et al., 2021) with ca. 1,980 flies/cage/generation, and then the colony was scaled up on the 13th generation. Between generations F₁₃ and F₂₈, 1.3 L of eggs were collected (ca. 14.8 million eggs, with an average of 928,102 eggs/generation) with a mean egg hatch of 76.8% (Fig. 9). A total of 78.6 L of pupae were produced (ca. 2.6 million pupae, with an average of 162,200 pupae/generation), with a mean pupal weight of 12.3 mg (Fig. 10). The mean adult emergence was 86.9%, with a sex ratio at 0.52 and 90.9% of fliers (Fig. 11).

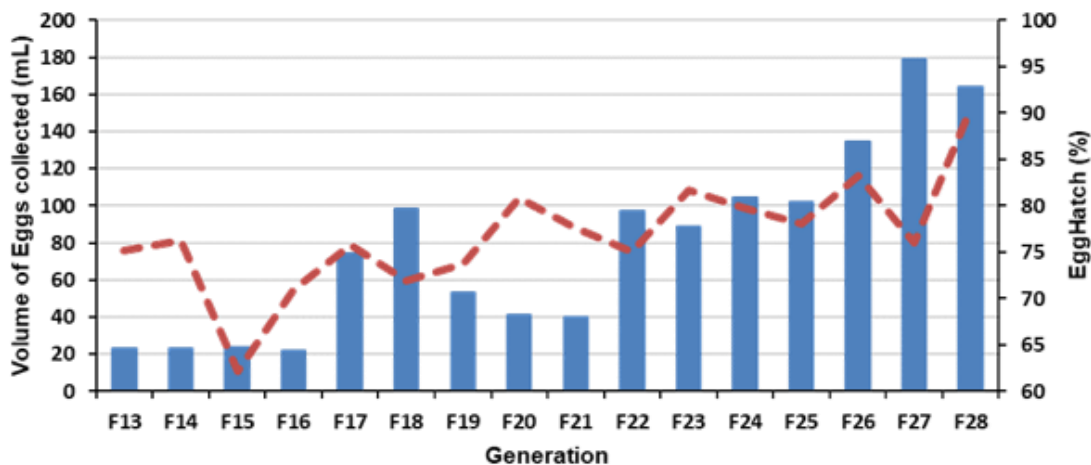


Figure 9. Total volume of eggs (blue bars) and mean egg hatch (red dashed line) values per generation for the *Vacaria* strain of *Anastrepha fraterculus* at CENA/USP.

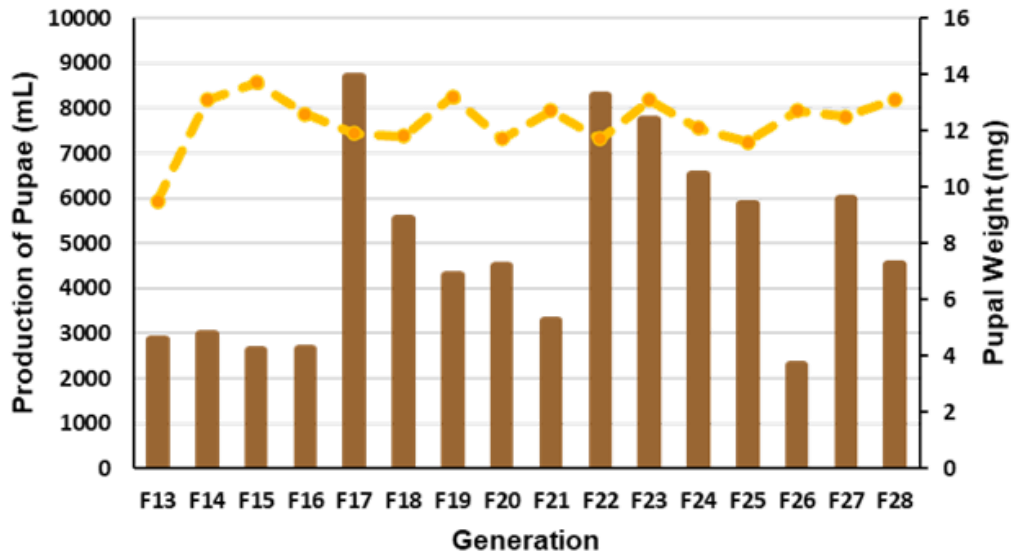


Figure 10. Total volume of pupae produced (brown bars) and mean pupal weight (yellow line) per generation for the *Vacaria* strain of *Anastrepha fraterculus* at CENA/USP.

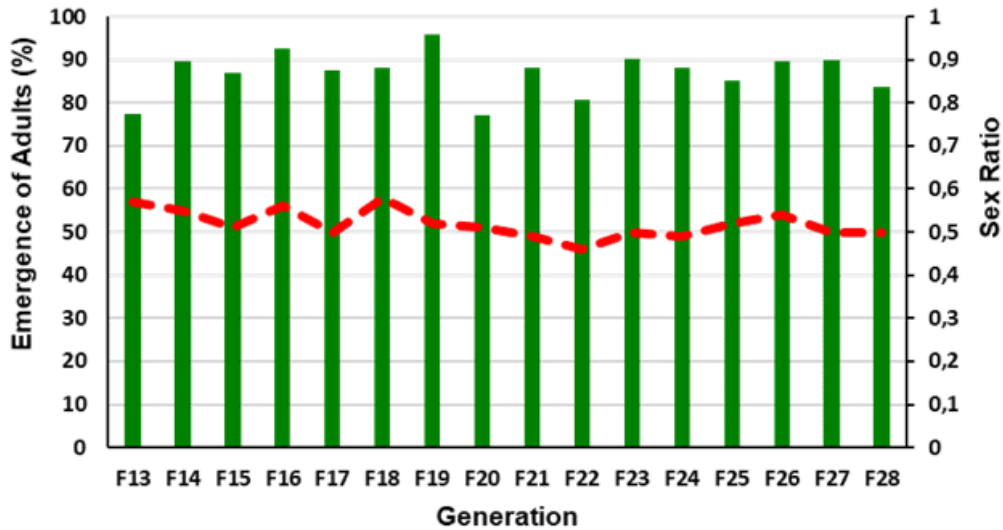


Figure 11. Mean values of fly emergence (green bars) and sex ratio (red line) per generation for the *Vacaria* strain of *Anastrepha fraterculus* at CENA/USP.

A *Genetic Sexing Strain* (GSS) of *A. fraterculus* based on a pupal color dimorphism (*i.e.*, adult males coming from brown pupae and females emerging from black pupae) from the *Brazilian-1* morphotype, named GSS-89, was developed at the Insect Pest Control Laboratory (IPCL) (Meza et al., 2020). This GSS was imported



in 2020 with a legal permit obtained from the Ministry of Agriculture of Brazil and an initial colony was successfully established at CENA/USP (Figs. 12 and 13) using CENA's standard larval diet with carrageenan and corn flour (Mastrangelo et al., 2021).



Figure 12. Small adult cages used to initiate the GSS colony at CENA/USP (at the left). With higher volumes of pupae obtained in later generations, medium (48x100x30 cm) and large (75x150x30 cm) cages started being used (at the right).





Figure 13. Larvae of the GSS-89 pupating in vermiculite (at the left) and selected pupae (at the right) for the assessment of quality control parameters.

However, the number of recombinant flies increased substantially in the first 9 generations (*i.e.*, recombinant rates in brown pupae from above 20% after F₄). To recover the purity of the strain, 200 small cages (containing 1 male to 5 black females) were set in 2021 trying to find single male lines that presented the original characteristics of the GSS-89.

After screening the pupal offspring and emerged adults of the 200 single male lines, the families free of recombinant flies were maintained isolated and then used to start a new clean colony of the GSS. A filtered colony of the GSS (3 small cages 30(l)x30(w)x30(h) cm with 1,620 flies/cage at a 1:1.7 (♂:♀) ratio) was established with selected adults from the single male lines n° 30 and n° 83.

The clean GSS-89 colony has been maintained for 19 generations so far (Figs. 14 to 16), with a total production of eggs of 1.3 L (ca. 15.6 million eggs) and a mean egg hatch of 51.5%. Approximately 36.5 L of pupae were produced (ca. 1.2 million pupae; with 18.9 L of brown and 17.6 L of black pupae), with an overall mean pupal weight of 13.3 mg. The emergence of adults from brown and black pupae were 80.6% and 72.9%, respectively (Fig. 16). The mean flight ability was 94.6% and the mean sex ratio (*i.e.*, n° black pupae/ total n° of brown and black pupae produced) was ca. 0.48 (Fig. 16).

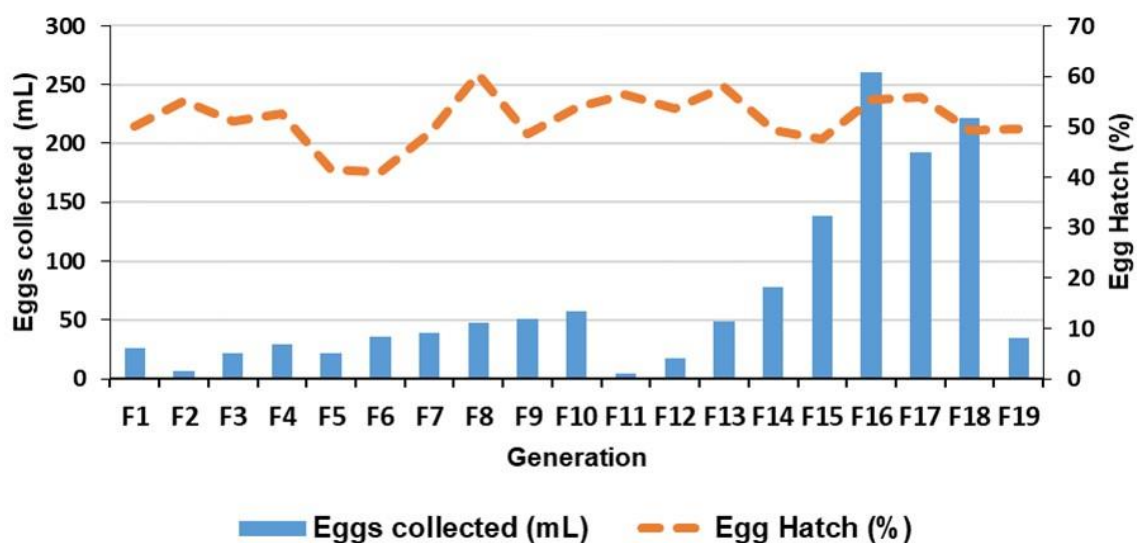


Figure 14. Total volume of eggs and mean egg hatch values per generation from the GSS-89 colony.

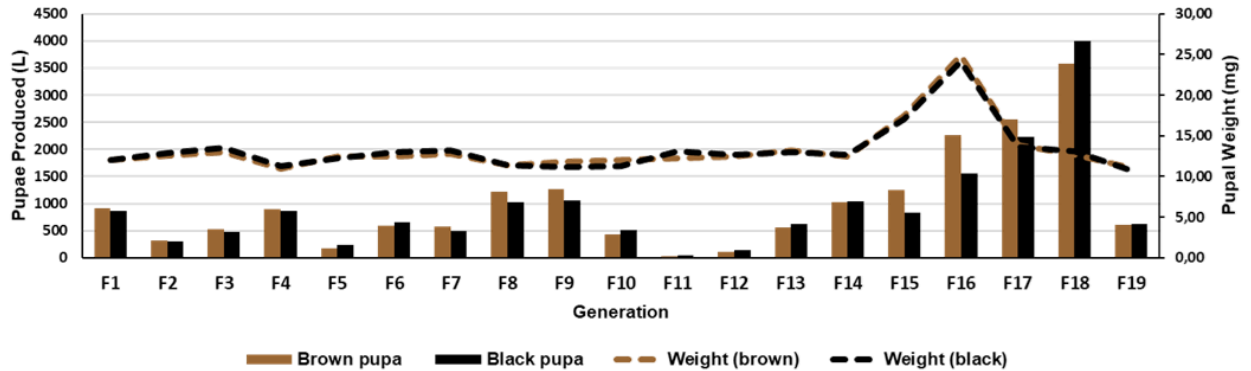


Figure 15. Total volume of brown and black pupae produced per generation of the clean GSS-89 colony at CENA/USP.

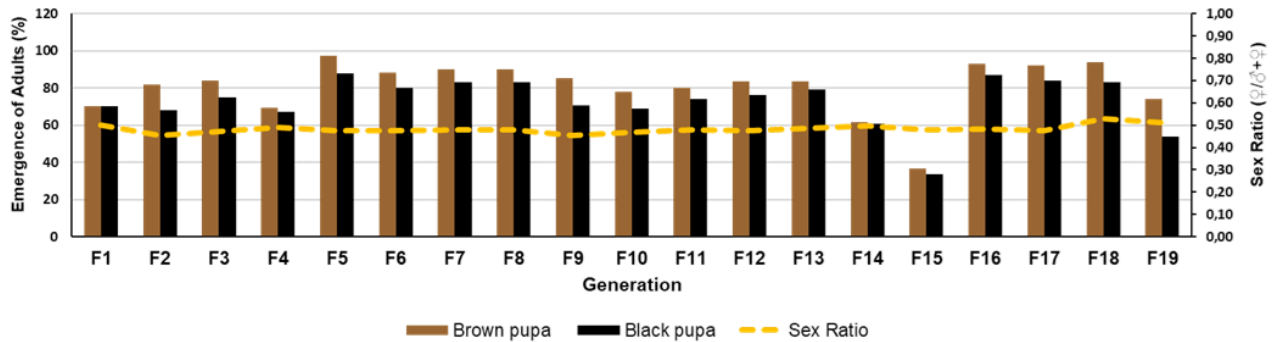


Figure 16. Mean values of fly emergence from brown and black pupae and sex ratio of pupae produced per generation for the clean GSS-89 colony at CENA/USP.

The sterilization doses under hypoxia for the GSS-89 were determined and presented by Giustina et al. (2021) (<https://doi.org/10.3390/insects12040308>).

To maintain the integrity of the sexing system and stability of the GSS, the filter rearing system to select 100% of adults before setting the ovipositing cages has been performed in each generation. Currently, the recombinant rates are below 0.05%, and the GSS-89 colony was scaled up in 2022 and 2023 for the conduction of mating compatibility tests with wild flies from different Brazilian populations and other tests.

2.2 Mating compatibility tests with different *Anastrepha fraterculus* populations

To verify if flies from the domesticated strains produced at CENA/USP are compatible with wild *A. fraterculus* flies, mating tests between laboratory flies (*Vacaria* strain – VAC; *Piracicaba* strain – PIRA; the GSS-89 of *A. fraterculus* -



GSS) and wild flies from the southern regions of Vacaria (WV) and Pelotas (WP) were carried out in field cage tests. The wild flies for the tests were obtained from pupae collected from infested fruits of peach (*Prunus persica* L. Batsch) and araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) from Pelotas, and infested pineapple guava (*Feijoa sellowiana* Berg) from Vacaria, Rio Grande do Sul. Most of the wild pupa lots were received in February-March 2022 and April-May 2023, and the adults were multiplied on papaya for 1-2 generations to provide sufficient flies for the field cage tests.

The results from the 9 pairwise combinations of crosses between fertile flies from the different strains are presented in Table 1.

Table 1. Indices of sexual compatibility (means±SE) for fertile *Anastrepha fraterculus* flies from different populations maintained at CENA/USP (Vacaria strain = VAC; Piracicaba strain = PIRA; the GSS-89 = GSS; wild Vacaria = WV; and wild Pelotas = WP).

POPULATION		INDICES OF COMPATIBILITY				
		ISI	RII	MRPI	FRPI	
PIRA	x	WV	0.54±0.3	---	0.125±0.13	0.33±0.17 a
		WP	0.6±0.17	---	-0.19±0.52	0.21±0.35 a
		VAC	0.52±0.1	---	-0.0096±0.24	-0.24±0.01 ab
		GSS	0.28±0.26	---	-0.24±0.28	-0.95±0.05 b
ANOVA			$F = 0.35 ;$ $P=0.78$		$F = 0.25 ;$ $P=0.86$	$F = 18.7 ; P=$ 0.0019
GSS	x	WV	0.17±0.09	1.42±0.35 b	0.18±0.2 a	-0.014±0.13 ab
		WP	0.29±0.1	13.0±8.02 a	-0.24±0.11 b	-0.61±0.24 b
		VAC	0.14±0.2	2.54±1.4 b	0.19±0.1 ab	0.012±0.2 ab
VAC	x	WV	-0.0064±0.12	1.2±0.38 b	0.27±0.05 a	0.038±0.07 ab
		WP	0.055±0.16	2.34±1.16 b	-0.045±0.08 ab	0.063±0.11 a
ANOVA			$F = 0.56 ;$ $P=0.69$	$F=3.8 ;$ $P=0.02$	$F = 5.8 ; P=$ 0.003	$F = 3.6 ; P=0.02$

* Index of Sexual Isolation = ISI; Relative Isolation Index = RII; Male Relative Performance Index=MRPI; Female Relative Performance Index = FRPI (FAO/IAEA/USDA, 2019).

**The RII was undefined in field cages in which no crosses were observed between PIRA males and females from other populations in most of the replicates.

***Means (± SE) followed by the same letters in the columns do not differ significantly by the Tukey's test ($P > 0.05$).



The results have shown that fertile flies from the VAC strain and the GSS-89 are still compatible with wild flies from Vacaria (WV), as the mean ISI and MRPI values are close to zero. A certain level of incompatibility was verified between the GSS and WP, as very few crosses were observed between WP males and GSS females ($ISI=0.29\pm 0.1$; $FRPI=-0.61\pm 0.24$). Actually, it is worth mentioning that males of all types have rarely sought the black females from the GSS to mate with inside the field cages.

It was noticed that flies from the *Piracicaba* strain are practically not compatible anymore with flies from the VAC strain and wild flies (WV and WP). The mean ISI values estimated for the crosses between those strains were higher than '0.5', indicating that wild females have mated preferentially with wild males (Table 1). The RII was undefined in field cages in which no crosses were observed between PIRA males and females from other populations. In overall, the females of the PIRA strain accept males from the other strains, but the PIRA's males have difficulty mating with females of other strains. These results indicate that the highly inbred *Piracicaba* strain is not suitable for the control of wild flies in the field.

The results from the field cage tests with sterile flies of the bisexual strain of *Vacaria* (VAC) and wild flies (WV and WP) are shown in Figs. 17 to 20. The tests carried out with the irradiated flies (40 Gy, 48 h before emergence of the adults) and wild flies from Vacaria ($ISI=0.03\pm 0.1$; $RII=1.7\pm 0.69$; $MRPI=-0.035\pm 0.12$; $FRPI=0.30\pm 0.2$) and Pelotas ($ISI=-0.02\pm 0.16$; $RII=1.74\pm 0.7$; $MRPI=-0.016\pm 0.12$; $FRPI=0.19\pm 0.11$) have shown that sterile VAC flies are still compatible with wild females from both regions, and no evidence of sexual isolation has been found between the sterile VAC males and wild flies.

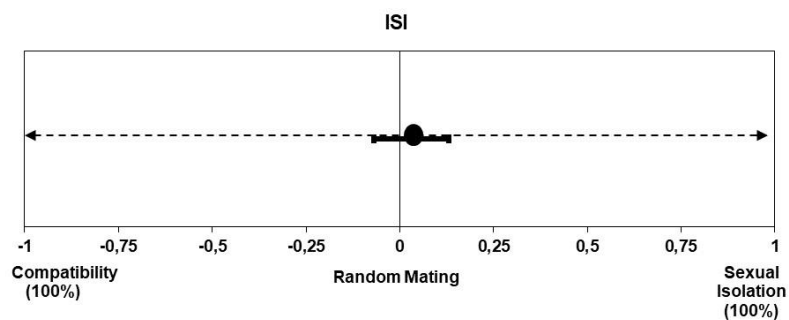


Figure 17. Isolation Index (ISI) between sterile flies from the *Vacaria* strain (VAC) and wild flies from Vacaria (WV).

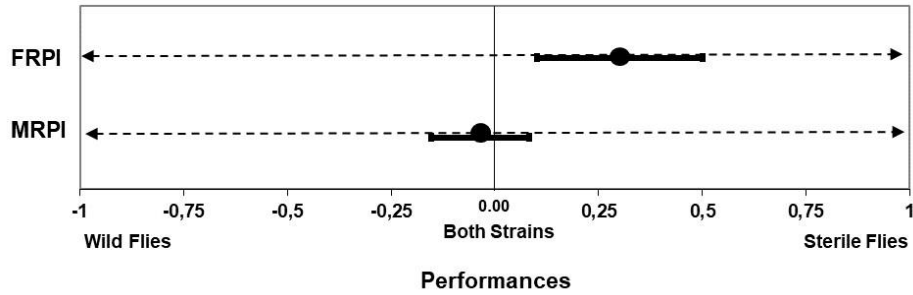


Figure 18. Female and male relative performance indices (FRPI, MRPI) for sterile flies from the *Vacaria* strain (VAC) and wild flies from Vacaria (WV).

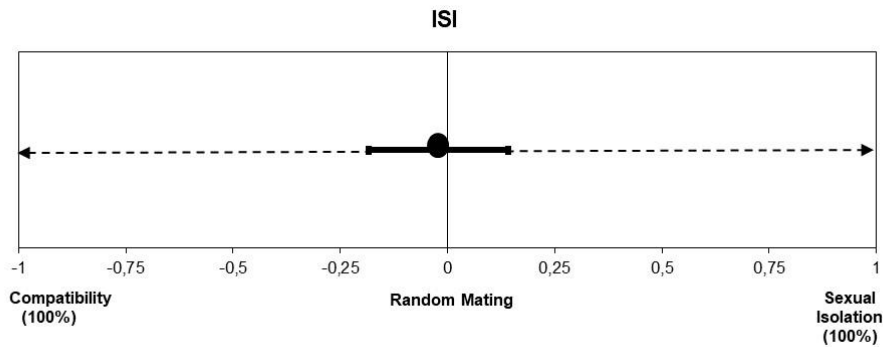


Figure 19. Isolation Index (ISI) between sterile flies from the *Vacaria* strain (VAC) and wild flies from Pelotas (WP).

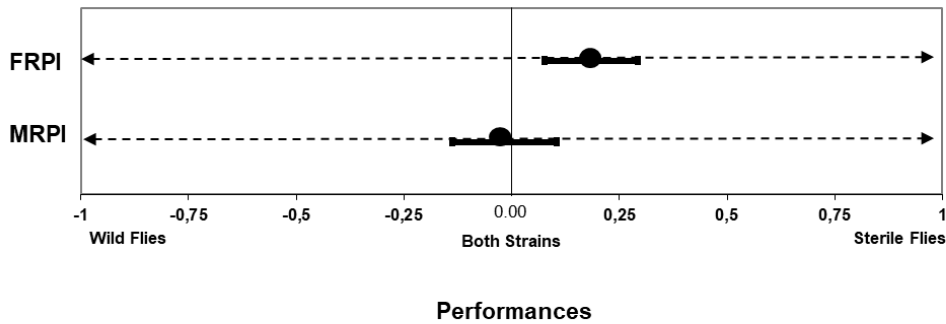


Figure 20. Female and male relative performance indices (FRPI, MRPI) for sterile flies from the *Vacaria* strain (VAC) and wild flies from Pelotas (WP).

Field cages were also performed with sterile males from the GSS-89 (GSS) (Giustina et al., 2021) and wild flies (WV and WP). No evidence of sexual isolation has been found between the sterile males of the GSS and wild flies from Vacaria (WV) ($ISI = -0.03 \pm 0.14$; $RSI = 0.52 \pm 0.07$; $MRPI = 0.034 \pm 0.14$) (Figs. 21 and 22).

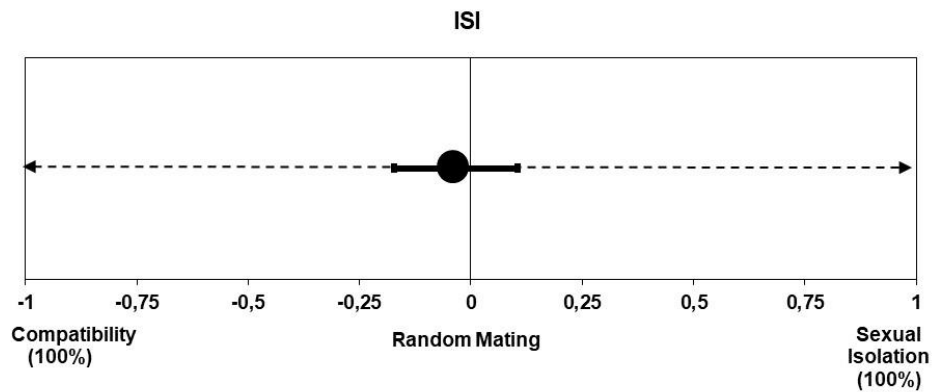


Figure 21. Isolation Index (ISI) between sterile males of the GSS-89 and wild flies from Vacaria (WV).

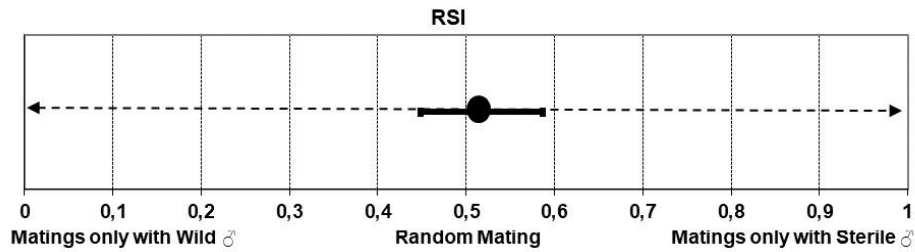


Figure 22. Relative Sterility Index (RSI) between sterile males of the GSS-89 and wild flies from Vacaria (WV).

However, with regard to matings with wild females from Pelotas (WP), the sterile GSS males had difficulty competing with fertile WP males for the females (Figs. 23 to 25).

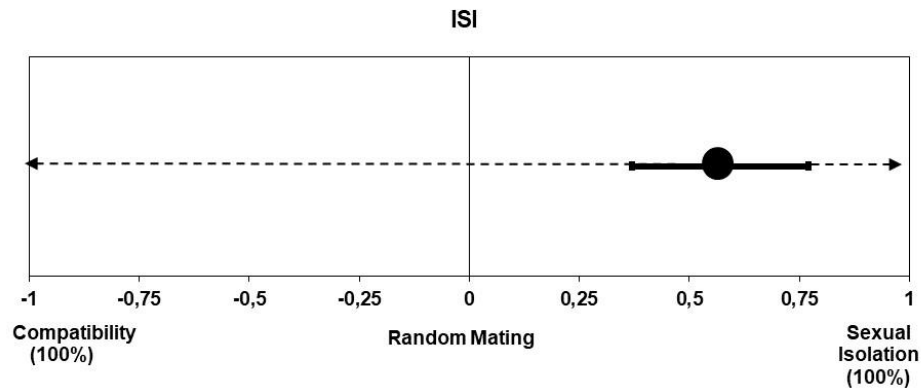


Figure 23. Isolation Index (ISI) between sterile flies from the GSS-89 (GSS) and wild flies from Pelotas (WP).

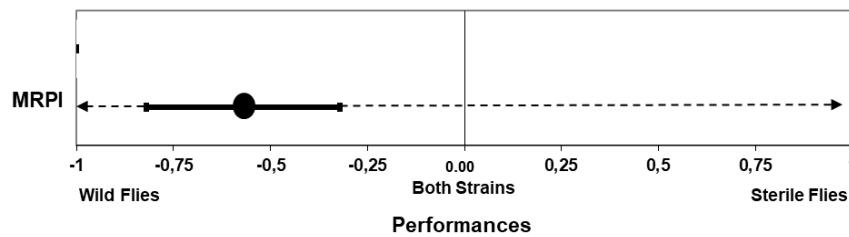


Figure 24. Male relative performance index (MRPI) for sterile flies from the GSS-89 and wild flies from Pelotas (WP).

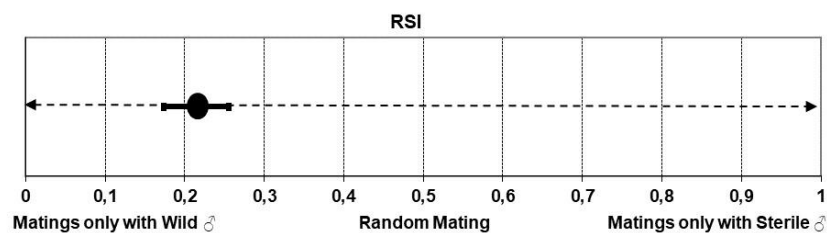


Figure 25. Relative Sterility Index (RSI) for sterile flies from the GSS-89 and wild flies from Pelotas (WP).

The WP males were more active participating on matings than sterile GSS males when these two populations were compared. Some evidence indicative of reproductive isolation had been observed in the field cages with fertile flies from the GSS and Pelotas ($ISI= 0.29\pm 0.1$; $MRPI= -0.24\pm 0.11$; $FRPI= -0.61\pm 0.24$) (Table 1), and the low preference of wild males for the fertile GSS females was notable. The tests with sterile GSS males only confirmed that there is a certain sexual incompatibility between the GSS and WP. This result was not expected, since the GSS-89 was originally constructed with flies from a colony of Vacaria (which belongs to the Brazilian-1 morphotype), and the WV and WP populations also belong to the same morphotype. In view of such results, it is recommended the introgression of wild WP genes in the genetic background of the GSS-89, and the refreshment of the GSS-89 colony with WP males.

Mating compatibility tests have been conducted in field cages at least once a year at CENA/USP to verify the quality of the mass-reared flies.

Scientific Investigator Name:

Date: 02/29/2024

Prof. Dr. Thiago Mastrangelo

LIARE/CENA/USP