

Caso de estudio: Convenios con empresas extranjeras para investigaciones aplicadas en la lucha contra una importante plaga del maíz

Autores: Perusset, Sergio Andres; Brambilla, Lucía; Alvaréz Daneri, Diego; Guerenstein, Pablo*

Contacto: *pguerenstein@ingenieria.uner.edu.ar

País: Argentina

Resumen

El insecto lepidóptero *Spodoptera frugiperda* es una de las más importantes plagas del maíz en Argentina y el mundo. Sus larvas son combatidas con insecticidas o a través del uso de híbridos genéticamente modificados, que expresan proteínas tóxicas para sus larvas. Sin embargo, estas técnicas impactan en el ambiente y/o son perjudiciales para la salud humana. Además, los insectos han comenzado a desarrollar resistencia a ambas. Por esa razón, el Laboratorio de Estudio de la Biología de Insectos (LEBI-CICyTTP, CONICET – Provincia de Entre Ríos - UADER; Argentina) ha emprendido un proyecto de lucha contra este insecto usando estrategias que no son perjudiciales para el ambiente o la salud humana. Estas se basan en la manipulación del comportamiento de los insectos empleando su feromona sexual. Como parte de la búsqueda de una contraparte privada para un subsidio PFIP-COFECYT, se contactó a una empresa argentina y a dos empresas extranjeras que estudian y comercializan (empresa 1) o sólo comercializan (empresa 2) métodos de control de insectos similares a los trabajados en el LEBI, con el fin último de llevar adelante un acuerdo de transferencia y vinculación que escale a desarrollo tecnológico y posterior desarrollo comercial. Mientras que la empresa argentina cesó sus actividades en contexto de pandemia al comienzo de la ejecución del proyecto, ambas empresas extranjeras se mostraron dispuestas a colaborar dada la importancia del proyecto y su afinidad temática. La empresa 1 tiene su casa central en EEUU y una filial en Argentina mientras que la empresa 2 tiene su casa central en Costa Rica y no tiene filiales en nuestro país. En este trabajo se expondrán las consecuencias del cese de actividades de la empresa argentina y el proceso de negociación con la casa central y la filial argentina de la empresa 1, que en principio incluyó un convenio de colaboración con financiamiento. El proceso de negociación con la empresa 2 incluyó un convenio de colaboración con provisión de insumos no disponibles en nuestro país.

1. Proyecto de investigación: el control de un insecto plaga del maíz

Argentina es uno de los cinco principales productores y exportadores de maíz y sorgo del mundo. El volumen comercializado convierte a nuestro país en el tercer y segundo exportador a nivel mundial de estos granos respectivamente, aportando alrededor del 15% del volumen total comercializado de cada uno de estos granos en el mundo. En Argentina, para su producción, anualmente se destinan entre 6 y 8 millones de hectáreas para maíz, y 1 millón de hectáreas para sorgo [1]. *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) es una de las principales plagas del maíz en Argentina y el mundo [2-8]. Además, es una especie polífaga que ataca otros cultivos de interés agronómico como sorgo, trigo, soja, algodón, alfalfa, arroz y otros, además de especies hortícolas [9]. El daño lo provocan las larvas (orugas), que producen principalmente defoliación, aunque también actúan como barrenadoras, desgranadoras o cortadoras de plántulas, provocando pérdidas de rendimiento que rondan entre el 5 y el 20% generalmente [10], aunque se han reportado valores muy superiores en algunos casos [11].

En la actualidad, las herramientas más utilizadas para su control son los manejos culturales, los insecticidas, y los cultivos transgénicos. En el caso de los manejos culturales las fechas de siembra tempranas (los ataques generalmente son más severos para siembras tardías) y el control de malezas (principalmente gramíneas de las que las larvas se alimentan) en los barbechos son las opciones que permiten disminuir la probabilidad de ataques severos por parte de este insecto [12]. En el caso de los insecticidas los que se usan son en ocasiones de alta toxicidad y a menudo de amplio espectro. Esto afecta negativamente a las poblaciones de otros insectos, incluyendo los insectos benéficos. Incluso las opciones de insecticidas más específicas y de menor toxicidad tienen efectos sobre insectos no blanco y otros organismos [13]. Finalmente, otro aspecto relevante a considerar para el control de larvas de *S. frugiperda* con insecticidas, es la acotada ventana temporal que hay entre la detección de éstas en los cultivos y su momento adecuado de control. Este período de tiempo es particularmente acotado en cultivos como maíz y sorgo, pues desde la eclosión de los huevos hasta que las larvas se introducen en el interior del “cogollo” de la planta de maíz o sorgo, sólo pasan expuestas un período aproximado de entre 7 a 10 días. Pasado ese tiempo las larvas se vuelven muy difíciles de alcanzar por la mayoría de los insecticidas por estar protegidas por las hojas de la planta [10, 12]. En cuanto a los cultivos transgénicos, constituyen la herramienta de manejo más usada y está ampliamente distribuida en el cultivo de maíz en particular, pero también se utiliza en soja y algodón. La misma consiste en el uso de híbridos o variedades modificadas genéticamente que incorporan genes de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, permitiendo sintetizar proteínas en la planta que resultan tóxicas para los insectos que las consumen. Esto resulta en una tecnología muy eficaz, pero presenta el problema de desarrollo de resistencia a la misma por parte de los insectos (algo que también sucede con los insecticidas [13]). Esto se agrava más aún debido al escaso número de proteínas que todavía ofrecen algún grado de control sobre *S. frugiperda* lo que hace que la presión de selección sea muy alta sobre éstas y la amenaza de generar resistencia sea mayor [11, 14, y 15]. Ligado a esta resistencia, también lo está el aumento en el uso de insecticidas. Como es deseable que se minimice la cantidad de insecticidas en los alimentos humanos, su aplicación en la ventana temporal adecuada toma especial relevancia. En este contexto se hace necesaria la detección temprana de la plaga en el lote, y es de particular interés la detección de los adultos (polillas) cuando estén llegando al lote. Un aumento repentino de adultos indicaría un posible futuro incremento en los desoves.

Si bien existen métodos de muestreo de adultos que se basan en la atracción que los Lepidópteros adultos tienen por la luz, éstos no siempre son lo suficientemente efectivos en *S. frugiperda* [16, 17]. Las trampas de luz además no son específicas, por lo que requieren mano de obra calificada para identificar a los insectos; además de ser costosas. Surgen entonces como opción las trampas cebadas con feromonas sexuales. Como en la mayoría de los Lepidópteros, durante el período de reproducción las hembras “llaman” a los machos por medio de la emisión de feromona sexual (una mezcla de compuestos químicos volátiles -“olores”- emitidos a muy baja concentración). Los machos siguen la “pluma de olor” volando hacia su fuente logrando entonces encontrarse con la hembra para poder aparearse [17]. Estos comportamientos han posibilitado desarrollar un método de monitoreo basado en la captura de machos usando como atrayente feromona sintética incluida dentro de trampas que no permiten que los machos escapen. Éstas, además de ser más efectivas, son muy específicas (las feromonas atraen exclusivamente la especie de interés), no requieren mano de obra calificada, y son considerablemente más económicas que las de luz. Además de ser compuestos naturales (más allá de su síntesis industrial para conseguir escala), los compuestos que forman parte de las feromonas no son tóxicos para otros organismos, y actúan a concentraciones extremadamente bajas (a razón de miligramos o unos pocos gramos por cebo, el cual emite estos compuestos durante semanas).

Además de usarse para monitoreo, existe una técnica de control de insectos también basada en el uso de feromonas sexuales. Esta es conocida como “confusión sexual”. Esta técnica puede reemplazar la aplicación de insecticidas, y se basa en la difusión de feromonas sexuales de la especie de interés, en todo un lote de cultivos. De esta manera la feromona emitida por las hembras de ese lote, queda “camuflada” (enmascarada) en la nube de feromona que hay en el lote y el macho no logra encontrar hembras. Con esto bajan las probabilidades de que se reproduzcan, se reduce la cantidad de posturas y con ello la eclosión de larvas, reduciendo con esto los daños por defoliación. Esta técnica tiene las mismas ventajas de especificidad, inocuidad y bajas dosis (a razón de gramos/ha) que se mencionaron en el caso de las trampas para monitoreo [18]. Debe destacarse que para *S. frugiperda* hay casos exitosos de muestreo mediante feromonas en México, Costa Rica, E.E.U.U, y otros países. [19, 21], y también hay experiencias exitosas recientes de control con técnicas de confusión sexual en México, Brasil y Kenia [22, 23].

Comprender cuáles son los factores que afectan la atracción hacia la feromona sexual por parte de los machos es muy importante tanto para las técnicas de monitoreo como para las de control. Entre estos factores se destaca la composición cuali y cuantitativa de las feromonas empleadas [20, 21, 24, y 25]. Esto se debe a que los machos solo son atraídos hacia una mezcla de compuestos con componentes específicos y presentados en proporciones determinadas. Se sabe que tanto la composición cuali como la cuantitativa de la feromona natural emitida por las hembras varía geográficamente [25]. Sin embargo, la composición feromonal de las hembras de las poblaciones argentinas de *S. frugiperda* no había sido estudiada hasta el momento en que nuestro grupo comenzó a abordar este tema. Conocer la composición cuali y cuantitativa de la feromona de hembras argentinas permitiría ajustar las mezclas y mejorar la eficacia de las feromonas empleadas para el monitoreo y control de la plaga, procurando reducir los daños económicos causados por este insecto, y el impacto ambiental en el control del mismo.

Por otra parte, este insecto posee dos razas diferentes (biotipos maíz y arroz) para los que se reportan también ciertas diferencias en la composición de las feromonas y en aspectos relacionados con su comportamiento. Conocer a qué biotipo pertenecen los insectos estudiados contribuye a entender mejor los resultados y a ajustar las estrategias de monitoreo y control con feromonas.

Los objetivos tecnológicos de este proyecto fueron:

1. Conocer la composición de la feromona sexual de hembras de *S. frugiperda* de distintas provincias argentinas y encontrar los constituyentes de la feromona que son detectados por los machos.
2. Encontrar una formulación sintética de esa feromona a la cual los machos sean fuertemente atraídos en laboratorio y campo (si en 1 hubiera diferencias entre provincias, estas se deberían tener en cuenta para formular un cebo ajustado a cada región).
3. Detectar posibles variaciones en la composición de las feromonas o en el comportamiento hacia las mismas que estén asociadas a los biotipos de *S. frugiperda*, como ocurre en otras regiones de América.

Los objetivos de transferencia de conocimiento fueron:

1. Intercambiar con los destinatarios (ver más abajo) aspectos relacionados con el manejo integrado de esta y otras especies plaga.
2. Capacitar a productores y técnicos sobre el empleo de trampas basadas en feromonas para el monitoreo de plagas agrícolas.
3. Promover la adopción de prácticas de manejo de insectos con técnicas que permitan una mayor sustentabilidad económica, social y ambiental.

4. A partir de las experiencias en laboratorio y campo, aportar información sobre la biología del insecto para contribuir al desarrollo de futuras herramientas de manejo (y afinar el uso de las existentes).

5. Establecer acuerdos con el sector privado para desarrollar industrialmente, fabricar y comercializar el desarrollo (cebo feromonal atrayente).

Los objetivos socioeconómicos fueron:

1. Reducir los daños económicos que sufren los destinatarios del proyecto a causa de este insecto,
2. Disminuir el impacto ambiental y los costos en el manejo de esta especie.
3. Se espera permitir una detección temprana de este insecto en los lotes de producción, permitir monitorear el aumento de su población en los mismos, e indicar cuando es realmente necesario tomar alguna medida de control, entre las que se encuentran el pulverizado con insecticidas específicos para este tipo de insectos (el tipo de insecticidas usado cuando el insecto es detectado tempranamente es de menor toxicidad y su uso resulta en un menor impacto en el ambiente).

De esta manera se espera contribuir con el manejo integrado de esta plaga agrícola para disminuir las pérdidas económicas ocasionadas por esta especie y reducir el impacto ambiental en el manejo de la misma, desde una perspectiva regional.

2. Búsqueda de financiamiento para el proyecto

El proyecto fue planificado por el Laboratorio de Estudio de la Biología de Insectos (LEBI), el cual funciona dentro del Centro de Investigaciones Científicas y de Transferencia Tecnológica a la Producción (instituto de triple dependencia: CONICET, Prov. de Entre Ríos, Universidad Autónoma de Entre Ríos). En pos de emprender la búsqueda de financiamiento para el proyecto mencionado, el LEBI planificó la presentación a un subsidio PFIP (Proyectos Federales de Innovación Productiva) del COFECyT (Consejo Federal de Ciencia y Técnica). Para la presentación a PFIP era necesaria una/s contraparte/s para el financiamiento y una parte adoptante, siendo la institución beneficiaria el CICyTTP (Centro de Investigaciones Científicas y de Transferencia Tecnológica a la Producción – instituto de triple dependencia: CONICET, Prov. de Entre Ríos, Universidad Autónoma de Entre Ríos) y la administradora (UVT) la Oficina de Vinculación Tecnológica de la Universidad Nacional de Entre Ríos – UNER- (VINCTEC). Las contrapartes fueron la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNER (contribución de RRHH), el CICyTTP (contribución de RRHH) y una empresa privada argentina (aportes dinerarios). Esta última, junto a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNER, también fueron incorporadas como “Otras entidades intervinientes en el proyecto”, debido a su proyectada participación en las tareas técnicas. El proyecto contó con la colaboración de 2 instituciones externas (una argentina y otra uruguaya), aunque estas no fueron parte formal en el proyecto. La parte adoptante (“destinatarios finales”) fueron productores de maíz y sorgo del territorio nacional enmarcados en Asociaciones de productores agropecuarios y Cooperativas de productores agrícolas.

Al proyecto le fue adjudicado un subsidio PFIP por el término de 18 meses. Sin embargo, el desarrollo del proyecto encontró un obstáculo cuando a los pocos meses, en contexto de pandemia, la contraparte privada cesó sus actividades y en consecuencia se retiró del proyecto. Por este motivo y ante la necesidad de reemplazar la contraparte para comenzar la ejecución se realizó la búsqueda de una nueva empresa para el proyecto que, bajo el rol de contraparte, cubriera el aporte dinerario necesario para la ejecución del proyecto y fuera responsable de realizar el desarrollo comercial, ya que sin esta última contribución el riesgo

de ejecución hubiera sido mayor. Este proceso, también atravesado por el transcurso de la pandemia, tomó aproximadamente 9 meses, hasta que la empresa 1 (una empresa spin-off de la Universidad de California en EEUU), dedicada al desarrollo de técnicas de confusión sexual para controlar plagas de cultivos, mostró interés en incorporarse como contraparte. Durante ese tiempo también se logró atraer el interés de otra empresa, la empresa 2 (una empresa extranjera dedicada al desarrollo de métodos de monitoreo de plagas de cultivos). El interés de ambas empresas se centraba en la importancia del proyecto y su afinidad temática, y la posibilidad de desarrollo comercial de la propuesta.

Una vez obtenido el compromiso informal de ambas empresas de participar del proyecto comenzó un proceso de planificación y negociación. En principio, se planificarían aportes como parte de un convenio con cada empresa, por fuera del PFIP, y luego se planificaría la incorporación en el PFIP de la empresa 1 (ver más abajo). Ésta última tiene su filial central en EEUU y una filial en Argentina mientras que la empresa 2 no tiene una filial en Argentina. Por esta razón, y para agilizar los aportes, se propuso que solo la empresa 1 realice aportes dinerarios mientras que la empresa 2 haría solo aportes de insumos (producidos por esta misma empresa), lo cual fue aceptado por ambas empresas. Cada empresa trabajaría en la posibilidad de un desarrollo comercial acorde a la propia especialidad, sin superposición.

La planificación incluyó la participación directa de la empresa 1 en la investigación. Esto se daría a través de aportes de RRHH en Argentina. También incluyó el acuerdo en cuanto detalles de la investigación: preguntas a responder, diseños experimentales a utilizar (teniendo en cuenta los insumos disponibles en el mercado argentino), tratamientos a ensayar, protocolo de trabajo, temas de propiedad intelectual, entre otros, incluyendo pequeños detalles que podían contribuir a que el proyecto pudiera desarrollarse exitosamente. Este proceso, que fue muy beneficioso para abordar los ensayos de manera eficiente (ejemplo, no realizar ensayos innecesarios) y efectiva (llegar a responder las preguntas planteadas), tomó unos 2 meses. El proceso posterior de negociación de financiación de los ensayos fue relativamente simple y corto, ya que se acordó un proyecto de relativo bajo costo y dando prioridad a la publicación de los resultados. Todos los temas acordados se volcaron en un Convenio de Colaboración el cual podría posteriormente derivar en un acuerdo de transferencia y vinculación que escale a desarrollo tecnológico y posterior desarrollo comercial.

Para acordar un texto para este convenio se partió del modelo pre-aprobado de Convenio de Colaboración científico-académica del CONICET, gestionado a través de su Gerencia de Desarrollo Científico Tecnológico. Este tipo de convenios pre-aprobados tiene la particularidad de que, para tener un trámite rápido de aprobación en CONICET – que era necesario para poder iniciar las actividades en el corto plazo, debido a la estacionalidad del cultivo de maíz y sorgo-, requieren que el mismo sea aceptado por la contraparte sin efectuar modificaciones en su clausulado pre-establecido.

Sin embargo, la empresa 1 solicitó algunos cambios al texto del convenio, siendo el fundamental cambio propuesto la incorporación de una cláusula que concedía a la Empresa 1 el derecho irrevocable de primera opción de licencia no exclusiva y gratuita (con derecho a otorgar sublicencias) sobre cualquier derecho de patente de titularidad de CONICET para la fabricación, uso, oferta para la venta, venta, importación o exportación del producto objeto de la patente o del producto obtenido directamente por medio del procedimiento patentado; en la medida que tal invención patentada resulte como consecuencia del ejercicio, o del objeto, del convenio, caducando dicha opción a los 5 años desde la finalización del convenio. El equipo de CONICET a cargo de la negociación del convenio rechazó dicha propuesta por dos motivos fundamentales: el primero, porque la aceptación de dicha cláusula hubiera supuesto salirse del modelo pre-aprobado de convenio de cooperación científica-académica y, en consecuencia, perder el beneficio del trámite abrevia-

do de aprobación y firma, con la consecuente pérdida de la oportunidad de llevar adelante la investigación, debido a la estacionalidad de los cultivos y la campaña, que estaba muy próxima a la fecha de la negociación del convenio; y el segundo, porque no es parte de la política de propiedad intelectual del CONICET otorgar licencias gratuitas a empresas que, por su naturaleza, tienen fin de lucro, aún tratándose de una licencia no exclusiva. Generalmente, la regalía que se negocia con este tipo de empresas es menor que la que se requeriría a una empresa que no ha realizado ningún aporte.

Otros de los cambios solicitados por la empresa 1 fue la incorporación de una cláusula que dejara a salvo la posibilidad de ésta de ceder el convenio o cualquiera de sus derechos, intereses u obligaciones en virtud del mismo, a cualquier filial o subsidiaria de la casa central; y por último, la obligación de CONICET de proporcionarle una copia de cualquier manuscrito que describa la investigación realizada en virtud del convenio antes de realizar cualquier publicación, y si en dicha publicación científica se identificara propiedad intelectual patentable no publicada que sea propiedad (o copropiedad) de la empresa 1, posponer la publicación con el fin de solicitar la protección de la patente, además de la obligación de CONICET de no publicar ningún tipo de información que fuera considerada como información confidencial por la empresa, sin su previa autorización por escrito. Estos cambios tampoco fueron incorporados al convenio porque hubieran alterado el trámite abreviado del mismo, y además, porque el espíritu con el que se negoció el convenio en un principio fue el de colaboración científico-académica, con la finalidad de que los resultados obtenidos fueran publicables; el último cambio propuesto por la empresa hubiera alterado dicho espíritu, convirtiéndolo en un acuerdo de tipo comercial, posibilidad que se dejó abierta a negociación en un futuro convenio de licencia para el caso que los resultados obtenidos fueran susceptibles de explotación económica.

El convenio incluyó un presupuesto y el monto total se acordó en dólares estadounidenses. En la cláusula de confidencialidad se convino “acordar por escrito qué aspectos de la información desarrollada podrán divulgarse o publicarse y en qué forma”. Con la empresa 2 también se firmó un Convenio de Colaboración, el cual fue similar al firmado con la empresa 1. Sin embargo, el “Campo de aplicación” fue diferente en los convenios y fueron adaptados de acuerdo al interés particular de cada empresa, sin superposición. En el convenio se mencionó la colaboración de 2 instituciones externas (una argentina y otra uruguaya), aunque estas no fueron parte formal del convenio. En particular, incorporar una institución extranjera en el convenio hubiese complejizado la confección y firma de los convenios insumiendo además mayor tiempo hasta la finalización de los trámites.

A la luz de los resultados obtenidos, hubiera sido interesante negociar desde el inicio sendos Convenios de Investigación y Desarrollo con las empresas que colaboraron con la investigación, que previeran la primera opción de licencia a favor de dichas empresas en cada uno de los campos de aplicación identificados para cada convenio, como así también las otras incorporaciones sugeridas por la Empresa 1, teniendo en cuenta que eran altas las probabilidades de que existiera interés de explotación comercial de los resultados por parte de quienes colaboraban con la investigación cuando éstas eran empresas cuyas unidades de negocio están vinculadas con el tema investigado. El CONICET cuenta con un modelo pre-aprobado de convenio de I+D con opción de licencia a favor de la contraparte, el cual goza también de un trámite abreviado cuando se respeta su clausulado y que hubiera sido fácilmente adaptable al caso de estudio. En este caso, tampoco se hubiera excluido la posibilidad de publicar los resultados, aunque esto hubiese estado supe- ditado al posible patentamiento, y con mayor probabilidad de que no todos los detalles de los resultados pudieran ser incluidos en la publicación (en caso en que las empresas solicitaran esto).

En todo caso, los Convenios de Colaboración aseguraron buena parte de los aportes dinerarios y de insumos para el proyecto. Debido a que no había una unidad administradora de fondos en relación a estos convenios, para efectuar sus aportes dinerarios la empresa 1 haría las compras directamente al proveedor, mientras que los investigadores efectuarían sólo pagos menores (especialmente viajes y viáticos) y la empresa reintegraría esos montos. Como sólo la empresa 1 tenía una filial en Argentina, sólo ésta fue incluida como contraparte en el PFIP, contribuyendo el aporte dinerario que originalmente se había previsto para la contraparte privada.

Previamente a la firma de los convenios el protocolo de trabajo se había comenzado a trabajar junto a RRHH de la casa central de la empresa 1 aunque, citando conflictos de confidencialidad, estos RRHH no continuaron su participación en la confección del protocolo. El mismo fue realizado por RRHH de la filial argentina de la empresa 1, y RRHH de UNER y CICyTTP. Los fondos provenientes de los convenios fueron articulados con aquellos del PFIP.

3. Ejecución del proyecto

El proyecto se ejecutó con la participación de RRHH de UNER, de CONICET, de la empresa 1 y de las 2 instituciones colaboradoras. Inicialmente se colectaron insectos de distintas provincias argentinas y posteriormente, en el Laboratorio de Ecología Química (LEQ), Facultad de Química, UdelaR (Montevideo, Uruguay), se analizó la composición química de la feromona de las hembras de esas provincias. Luego se ensayaron en campo, en cuatro provincias argentinas, fórmulas sintéticas de feromona inspiradas en los resultados encontrados en la etapa anterior. Finalmente se estudió el biotipo de los machos atrapados y se hicieron ensayos en laboratorio para responder algunas preguntas que surgieron del trabajo de campo en relación a la contribución de distintos constituyentes de la fórmula feromonal en la atracción de machos. Todos los datos fueron centralizados en el LEBI para su análisis. Los estudios llevados a cabo en el Laboratorio de la UdelaR se realizaron conjuntamente entre personal de esa institución y del LEBI. Este último personal financió parte de sus viajes y estadías en Montevideo por medio de los programas de intercambio docente ESCALA DOCENTE (de AUGM) y Programa de Movilidad Internacional Docente PROMID (UNER). Esto complementó a los fondos del subsidio y convenio. También a partir de PROMID pudo financiarse la visita al LEBI del responsable del LEQ (UdelaR) en mayo de 2019 para concluir experimentos, análisis de datos y en el que también se dictó un curso de posgrado conjunto (LEQ-LEBI) en Ecología Química en el marco del Doctorado en Ingeniería de la UNER.

4. Consideraciones finales

Es de destacar que el proyecto planteado tenía un fuerte componente de estacionalidad: muchas de las tareas experimentales sólo se podían realizar durante una ventana limitada de meses del año (idealmente de diciembre a marzo). En este tipo de proyectos sería deseable que los investigadores elijan la fecha de comienzo del subsidio ya que de otro modo se podrían perder meses antes de que se pudieran desarrollar las primeras actividades experimentales.

Como resultado de este proyecto se llegó a resultados novedosos, que necesitaban del uso de la cláusula de confidencialidad. Para mantener la confidencialidad, presentaciones a congresos previos a la publicación protegían parte de los resultados encontrados. Además de las presentaciones a congresos, los resultados se fueron presentando en forma de informes técnicos enviados a ambas empresas. Los resultados científicos de este proyecto serán publicados en otro artículo.

A partir de este proyecto se puede destacar el trabajo colaborativo de diferentes organizaciones del ecosistema científico (lo cual incluye instituciones científicas- académicas, empresas privadas y de vinculación tecnológica, oficinas de vinculación y gestión tecnológica). En nuestro caso particular, gracias a la articulación de un laboratorio de investigación (el LEBI) con la Oficina de Vinculación Tecnológica de la Universidad Nacional de Entre Ríos, la Oficina de Vinculación Tecnológica del CONICET Santa Fe y la Gerencia de Desarrollo Científico Tecnológico del CONICET se lograron resolver los muchos obstáculos que se presentaron y se logró llevar a cabo con éxito este complejo proyecto.

Referencias bibliográficas

- [1] FAO. FAOSTAT (2022). *Cultivos y productos de ganadería*. <https://www.fao.org/faostat/es/#home>
- [2] SINAVIMO, SENASA (s/f). *Spodoptera frugiperda*. <http://www.sinavimo.gov.ar/plaga/spodoptera-frugiperda>
- [3] Juárez, M. L. et al. (2012). *J. Econ Entomol*, 105, 573–582.
- [4] Goergen, G. et al. (2016). *PLOS ONE*, 11, 1–9.
- [5] Ganiger, P. et al. (2018). *Curr Sci.*, 115, 621–623.
- [6] Jing, D.P. et al. (2020). *Insect Sci.*, 274, 780–790.
- [7] Nagoshi, R. et al. (2020). *Scientific Reports*, 10, 1421.
- [8] Kearns, S. et al. (2020). *Fall Armyworm Continuity Plan for the Australian Grains Industry, Plant Health Australia*. Version 1.
- [9] Casmuz, A. et al. (2010). *Rev. Soc. Entomol. Argent.*, 69(3-4), 209-231.
- [10] Sosa, M. (2002). *Reporte técnico INTA Reconquista*.
- [11] Murúa, M.G. et al. (2019). *J INSECT SCI*, 6.
- [12] Argenbio (2023). *Argentina cultivos GM: Campaña 2021/2022*. <https://argenbio.org/recursos/66-estadisticas/129-campana-gm>
- [13] Pimentel, D. et al. (1984). *Int J Trop Insect Sc*, 5, 141-149.
- [14] Fei Yang, et al. (2022). *J. Econ Entomol*, 115(6), 1752–1760
- [15] Farias J.R., et al. (2014). *Crop Protection*, 64, 150-158.
- [16] Wang, Y. et al. (2022). *Insects*, 13(10), 917.
- [17] Liu, Y. J. et al. (2021). *J INTEGR AGR*, 20(3), 821-828.
- [18] Sparks A.N. (1979). *Fla Entomol*, 62, 82–87
- [19] Cardé, R. T. et al. (1995). *ANNU REV ENTOMOL*, 40(1), 559-585.
- [20] Fleischer S. J. (2005). *J. Econ. Entomol.*, 98, 66-71
- [21] Andrade R. et al. (2000). *J. Braz. Chem. Soc.*, 11(6), 609-613.
- [22] Batista J. et al. (2006). *J. Chem Ecol*, 32, 1085–1099
- [23] SENASICA. Gobierno de México (2022). <https://www.gob.mx/senasica/articulos/biotecnologia-aliada-de-los-productores>
- [24] Kenis, M., et al. (2022). *Entomol gen*. 1-55.
- [25] Bratovich, C., Saluso, A., Murúa, M. G. y Guerenstein, P. G. (2019). Evaluation of sex pheromone formulations to attract *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) adult males in Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 78(3), 7-14.