Agrociencia Uruguay 2025 | Volume 29 | Number NE4 | Article e1662
DOI: 10.31285/AGRO.29.1662
ISSN 2730-5066

Agricultura familiar: desafíos y perspectivas

Traducciones, alianzas y traiciones: El caso de la coinnovación del biogarrapaticida creBIO 7 en Uruguay

Rodríguez, A. [1]; Figari, M. [1]; Rossi, V. [2]; Chia, E. [3]

[1] *Batoví Instituto Orgánico, Tacuarembó, Uruguay*

[2] *Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Departamento de Ciencias Sociales, Paysandú, Uruguay*

[3] *Centro Interdisciplinario de Estudio de Territorios Litorales y Rurales (CIET-LR), Valparaíso, Chile*

Resumen

La agricultura familiar, para funcionar, reproducirse y resistir, debe enfrentar problemas sociotécnicos complejos: coinnovar. Este artículo presenta una coinnovación en curso (entre ganaderos e investigadores) en la ganadería familiar uruguaya: el biogarrapaticida creBIO 7. Se utiliza un enfoque sociotécnico de la innovación y en particular la sociología de la traducción (o del actor-red) para describir y analizar las diferentes fases de desarrollo del biogarrapaticida. La etapa de problematización da cuenta de las diversas formas que va tomando el biogarrapaticida y las múltiples influencias (técnicas, sociales, políticas) que lo van modelando, con las alianzas, compromisos, traducciones y traiciones que ocurren a lo largo del proceso. Este «relato sociotécnico» analiza la experiencia de trabajo de una ONG, Batoví Instituto Orgánico-Uruguay (BIO-Uruguay), con productores agropecuarios, a partir de sus informes técnicos, observaciones de campo, observación participante y jornadas desarrolladas en el período 2015-2024. Los principales resultados muestran el carácter «turbillonario» y complejo de la coinnovación, las redefiniciones del diseño experimental ocurridas a partir de la observación de productores y técnicos de BIO-Uruguay, el escalamiento en la utilización y los candados (barreras) del proceso, en particular por parte de la administración y los laboratorios. La coinnovación interpela a los investigadores en sus prácticas y metodologías de investigación. Los resultados muestran pistas para innovar metodológicamente y elaborar dispositivos evolutivos y flexibles. También que cuando se coinnova con los actores es posible producir conocimientos científicos accionables, que pueden ser rápida o fácilmente traducidos en acciones o prácticas concretas.

Palabras clave: agroecología, ganadería familiar, innovación sociotécnica, organismos nativos, teoría del actor-red

Editor

Nadine Andrieu
CIRAD Montpellier, France

Received *22 Jan 2025*
Accepted *6 Aug 2025*
Published *27 Nov 2025*

Correspondence

Alda Rodríguez
aldardos@gmail.com

CC BY

Rodríguez A, Figari M, Rossi V, Chia E. Traducciones, alianzas y traiciones: el caso de la coinnovación del biogarrapaticida creBIO 7 en Uruguay. Agrociencia Uruguay [Internet]. 2025 [cited dd mmm yyyy];29(NE4):e1662. Doi: 10.31285/AGRO.29.1662.

Translations, alliances, and betrayals: The case of the co-innovation of the creBIO 7 biotickicide in Uruguay

Abstract

Family farming must face complex socio-technical challenges to function, reproduce, and resist: it must co-innovate. This article presents an ongoing co-innovation (between livestock farmers and researchers) in Uruguayan family livestock farming: the tick biopesticide creBIO 7. A sociotechnical approach to innovation is used, particularly the sociology of translation (or actor-network theory), to describe and analyze the different phases of the biotickicide's development. The problematization addresses the various forms the product takes and the multiple influences (technical, social, political) that shape it, along with the alliances, commitments, translations, and betrayals that occur throughout the process. This "socio-technical narrative" analyzes the work experience of an NGO, Batoví Instituto Orgánico-Uruguay (BIO-Uruguay), with agricultural producers, based on their technical reports, field observations, participant observation, and workshops carried out between 2015 and 2024. The main results highlight the "turbulent" and complex nature of co-innovation, the redefinitions of the experimental design resulting from observations by producers and BIO-Uruguay technicians, the scaling-up of its use, and the bottlenecks (barriers) in the process, particularly from the administration and laboratories. Co-innovation challenges researchers in their research practices and methodologies. The results show clues to innovate methodologically and develop evolutionary and flexible devices. Also, that when co-innovating with actors, it is possible to produce actionable scientific knowledge, which can be quickly or easily translated into concrete actions or practices.

Keywords: agroecology, family livestock farming, sociotechnical innovation, native organisms, actor-network theory

Traduções, alianças e traições: O Caso da co-inovação do biocarrapaticida creBIO 7 no Uruguai

Resumo

A agricultura familiar, para funcionar, se reproduzir e resistir, deve enfrentar problemas sociotécnicos complexos: precisa co-inovar. Este artigo apresenta uma co-inovação em curso (entre pecuaristas e pesquisadores) na pecuária familiar uruguaia: o biocarrapaticida creBIO 7. Utiliza-se uma abordagem sociotécnica da inovação e, em particular, a sociologia da tradução (ou teoria ator-rede) para descrever e analisar as diferentes fases do desenvolvimento do biocarrapaticida. Utiliza-se uma abordagem sociotécnica da inovação e, em particular, a sociologia da tradução (ou do ator-rede) para descrever e analisar as diferentes fases do desenvolvimento do bio-carrapaticida. A problematização aborda as diversas formas que o produto assume e as múltiplas influências (técnicas, sociais, políticas) que o moldam, com as alianças, compromissos, traduções e traições que ocorrem ao longo do processo. Este "relato sociotécnico" analisa a experiência de trabalho de uma ONG, Batoví Instituto Orgânico-Uruguai (BIO-Uruguai), com produtores agropecuários, a partir de seus relatórios técnicos, observações de campo, observação participantes e jornadas desenvolvidas no período de 2015-2024. Os principais resultados mostram o caráter "turbulento" e complexo da coinovação, as redefinições do design experimental ocorridas a partir da observação dos produtores e dos técnicos da BIO-Uruguai, a escalada no uso e os obstáculos (barreiras) do processo, em particular por parte da administração e dos laboratórios. A co-inovação desafia os investigadores nas suas práticas e metodologias de investigação. Os resultados mostram pistas para inovar metodologicamente e desenvolver dispositivos evolutivos e flexíveis. Além disso, ao co-inovar com os atores é possível produzir conhecimento científico acionável, que pode ser rápida ou facilmente traduzido em ações ou práticas concretas.

Palavras-chave: agroecologia, pecuária familiar, inovação sociotécnica, organismos nativos, teoria do ator-rede

1. Introducción

Frente a los fracasos del modelo dominante de producción agropecuaria, el desafío, para científicos, agricultores, políticos, es redefinir el modelo de producción agropecuaria centrado en la biodiversidad vegetal y animal y la producción de alimentos de calidad. Frente a este desafío, la agricultura y la ganadería familiar se enfrentan, hoy en día, a la necesidad de transformar sus sistemas de producción y sus prácticas actuales, apoyándose en la biodiversidad y los recursos naturales locales[1][2][3]. El desafío es aún más importante cuando se piensa en el rol de la agricultura familiar (AF) en la mitigación del cambio climático[4][5].

La agroecología representa una de las principales alternativas para mitigar los efectos negativos del modelo productivista, donde los insumos externos son reemplazados por procesos naturales como la asociación de cultivos, el control biológico[6], entre otros. Más allá de las prácticas agrícolas alternativas, la idea principal es desarrollar agroecosistemas con una mínima dependencia de agroquímicos e insumos de energía[6].

Los agricultores y los gobiernos, apoyados por la investigación, han buscado soluciones para mitigar los efectos negativos de la agricultura actual. Estos efectos ya fueron constatados en el primer Foro Mundial de Río, la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro, que se llevó a cabo del 3 al 14 de junio de 1992. Entre ellos, degradación de suelos, disminución de la biodiversidad tanto animal como vegetal, disminución de los bosques naturales, contaminación del agua, disminución de las explotaciones agrícolas y desertificación de las zonas rurales; así como las crisis recurrentes, tales como falta o sobreproducción de alimentos en ciertos momentos, «vaca loca», entre otros. En este marco, la agroecología representa la alternativa global más consolidada y prometedora[1][7], más allá de otros aportes, como la agricultura biológica, la intensificación agroecológica, la *small farm intelligence* y la agricultura regenerativa, que son más incipientes o localizadas.

Hoy en día no existe una definición única de la agroecología[8], pero se puede decir que es la ciencia, la postura filosófica y política que tiene por objetivo implementar técnicas y sistemas de producción que valoricen y se apoyen en los recursos naturales y saberes locales, optimicen la biodiversidad vegetal y animal y permitan implementar una agricultura durable y proveedora de alimentos sanos[6][8]. Esto se traduce en que la agroecología se considera como un fenómeno contextualizado o local[8]. Pero también la agroecología constituye la base productiva de los movimientos rurales que promueven la soberanía alimentaria y que se enfrentan a las causas que perpetúan el hambre[9].

Por todo ello, la implementación de la agroecología necesita innovaciones radicales[10] donde la acción colectiva juega un rol central. Podemos imaginar que a nivel de los territorios y las explotaciones agrícolas se necesitan cambios en el diseño de los sistemas y las prácticas de producción, gestión y consumo. En este contexto, la producción y utilización de bioproductos es clave para la implementación de la agroecología. La apuesta a la utilización de productos naturales para luchar contra las plagas radica en que restablecer el control biológico se vuelve una necesidad. La utilización de bioagresores, conocida también en la bibliografía científica como soluciones fundadas en la naturaleza[8], es una herramienta fundamental para el proyecto de la agroecología, que busca optimizar la biodiversidad animal y vegetal y reducir la dependencia de la agricultura de los insumos químicos.

Hace mucho tiempo que para enfrentar las crisis (disminución de la biodiversidad, pérdida de suelo, entre otras) los agricultores familiares experimentan nuevos sistemas y nuevas prácticas, apoyándose en los recursos naturales y las diversidades locales. La transmisión de saberes y del patrimonio familiar (tangible e intangible) ha sido clave para su reproducción social y sustentabilidad. Este tipo de productores constituyen hoy la principal fuente para repensar los modelos alternativos al dominante, porque sus estrategias sustentables promueven diversidad biológica y pueden prescindir de agroquímicos sin disminuir los rendimientos[6]. En el marco de la transición agroecológica, la AF es un «nicho» sociotécnico en materia de innovación[11] donde repensar e implementar la transición agroecológica[12][13].

En Uruguay, donde ya se implementa un Plan Nacional para el Fomento de la Producción con Bases Agroecológicas (PNA), que focaliza su acción en la AF y los sistemas de producción agrícola urbanos y suburbanos[14], y se comienza a poner en marcha un Plan Nacional de Agricultura Familiar[15] y un Plan Nacional de Bioinsumos[16], es urgente disponer de alternativas al modelo productivista. Sin embargo, aún es poco conocido el rol de los bioinsumos[I] generados a partir de organismos nativos, que pueden promover la diversidad nativa y la regeneración y, por lo tanto, ser grandes aliados en los procesos de transición agroecológica[17]. Por ejemplo, la lucha biológica contra las plagas de la agricultura y la ganadería con bioinsumos que contengan microorganismos nativos, que se pueden restablecer en el suelo, es uno de los principales desafíos para la agroecología, que propone reducir la dependencia de los productos químicos.

La ganadería es un sector clave para la economía uruguaya: ocupa 77% del territorio nacional apto para la actividad agropecuaria (10 millones de hectáreas) y representa 4,5% del PBI de Uruguay[18], debido a que se exporta alrededor de 70% de la carne vacuna producida[12]. Se estima que sobre un total de aproximadamente 40 mil productores ganaderos, unos 11 mil (27,5%) son familiares[19]. En cuanto al aporte de la AF en el total de carne producida, es de aproximadamente 10%, con mayor participación en la cría vacuna[20]. Esta situación, que se origina en la marcada presencia del «campo natural» en el país (pastizal del bioma Pampa), también determina que la mayoría de los agricultores familiares uruguayos sean criadores de ganado a cielo abierto[21]. Además de la importancia económica de campo natural, como base forrajera y recurso nutricional para la cría vacuna y ovina, y para la producción de lana, posee gran importancia ecológica, pues mantiene aún parte de sus características originales en términos de biodiversidad y producción forrajera[22].

En este contexto, los ataques de garrapata bovina (*Rhipicephalus microplus*) producen daños considerables a la producción ganadera del país y constituyen una amenaza permanente para los productores ganaderos. Los daños abarcan los recursos naturales (disminución de la biodiversidad por aplicaciones de agrotóxicos)[23], la salud y crecimiento de los animales, la economía de las explotaciones ganaderas (por aumento de los costos de producción y mano de obra, y muerte de animales por «tristeza» parasitaria bovina transmitida por la garrapata), y ocasionan pérdidas económicas a nivel del país que han sido cuantificadas entre 50 y 60 millones de dólares[24]. El agravante de esta situación es que el control de la garrapata bovina se realiza casi exclusivamente con aplicación de acaricidas químicos, que, además del costo que generan, tienen efectos adversos para el medio ambiente y la salud humana[25]. La presión desmedida con estos productos ha favorecido la aparición de resistencia a diversos productos en poblaciones de *R. microplus* en Uruguay y el mundo[26][27]. Esto hace necesario encontrar alternativas eficaces en la reducción y el control de las infestaciones, respetuosas con el medio ambiente, con baja toxicidad y que den respuesta a los principios de una ganadería sostenible y al enfoque de «una sola salud»[28].

La ganadería familiar uruguaya convive con la riqueza del bioma Pampa, que representa un patrimonio natural a conservar. Debido al avance del agronegocio, ha disminuido paulatinamente la cobertura del campo natural y se ha perdido un 20% del área (2,5 millones de hectáreas) entre 1985 y 2022[29], lo que constituye una seria amenaza para su sustentabilidad. Se trata de productores cuyas prácticas resisten al avance del modelo capitalista en el agro[30] y, aunque sus prácticas han sido muchas veces consideradas tradicionales o atrasadas, han resistido el paso del tiempo.

En el sector agropecuario, en materia de innovación, ha predominado el modelo descendente o lineal de transferencia de tecnología, con base en el modelo de difusión de innovaciones propuesto por Rogers[31] y que ha mostrado severas limitaciones[32]. Según Schumpeter y Backhaus[33], de los primeros en estudiar la innovación y proponer una teoría de la innovación, esta depende de una sola persona y es el empresario: ¡sería un

[I] En Uruguay, se considera bioinsumo a todo producto que consista en el propio organismo, sea de origen o adopte mecanismos de animales, vegetales o microorganismos, destinado a ser utilizado en la producción animal, vegetal y fúngica[16].

innovador solitario! Otra característica del modelo schumpeteriano es el rol que juega el mercado, en la medida que el único objetivo del empresario-innovador sería el de maximizar el beneficio (objetivo a corto plazo)[33]. Aplicado al sector agropecuario, una de las particularidades del modelo lineal es la separación de las actividades científicas (conocimientos) de las actividades (saberes) de la AF y campesina. El problema se centra en cómo difundir las innovaciones tecnológicas. El modelo supone que los productores van a adoptar las innovaciones propuestas si estas les permiten maximizar el beneficio. Para acompañar las propuestas, se elaboran políticas públicas (subsidios, créditos) y se crean servicios de asistencia técnica y extensión rural para acompañarlas (por ejemplo, Cámara de Agricultores e institutos técnicos en Francia, Instituto de Desarrollo Agropecuario en Chile, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en Argentina, Instituto Plan Agropecuario en Uruguay). Si bien es cierto que con este modelo se han promovido cambios, estos no han sido sostenidos en el tiempo. A pesar de los recursos estatales destinados, en muchas situaciones las innovaciones propuestas con este modelo no han sido adoptadas o, en el mejor de los casos, han sido desviadas y utilizadas solo en algunos aspectos por la AF.

En este artículo se considera la coinnovación como un proceso sociotécnico de naturaleza colectiva que sigue una trayectoria «turbillonaria» (de ida y vuelta, avances y retrocesos), acumulativa o *in crescendo*[34][35][36][37][38]. El término *sociotécnico* abarca desde las interacciones entre la tecnología y las personas, las relaciones entre tecnología y sociedad, hasta sus consecuencias sociales y económicas[39].

Como señalan Akrich y otros[34], la innovación «no se aparenta en nada a un proceso lineal, en una serie de etapas obligadas yendo, por ejemplo, de la investigación fundamental al desarrollo» (p. 3). Los mismos autores consideran que «la innovación es el arte de involucrar un número creciente de aliados que te hacen más y más fuerte» (p. 22). Es producto de un actor colectivo que debe aprovechar las oportunidades que se le presentan y reaccionar a las fluctuaciones del entorno[34]. Las innovaciones suponen un entorno social, económico, medioambiental y político favorable, lo que significa que estas son contextuales y locales. Según Akrich y otros[34], las técnicas son objeto de controversias que dependen de los conocimientos disponibles en el momento que se desarrolla la innovación, pero también de los intereses científicos y políticos, así como del estado del mercado. Estas controversias, y sobre todo la manera de resolverlas, son uno de los principales motores de los procesos de innovación, al generar no solo herramientas nuevas, sino también dispositivos de gestión y gobernanza de la innovación.

Siguiendo a los autores de la sociología de la innovación sociotécnica, en esta investigación se defiende la idea de que la innovación se completa cuando se ha ampliado y estabilizado la red de humanos y no humanos[37]. Por otra parte, los procesos de innovación suelen ser investigados y analizados una vez finalizados, ya sean estos exitosos o fallidos. En particular, una parte de esta corriente sociológica, denominada la sociología de la traducción (ST) o del actor-red, a través de autores referentes como Michel Callon, Bruno Latour y Madeleine Akrich, propone analizar los procesos mientras están en marcha, «haciéndose»[34]. El estudio se apoyó en esta corriente teórica para analizar una coinnovación promovida por Batoví Instituto Orgánico (BIO-Uruguay), que desde hace 20 años experimenta con productos biológicos a partir de hongos nativos, para luchar contra diversas plagas, junto con productores familiares, técnicos y la sociedad civil. La investigación utiliza la metodología del estudio de caso para analizar la producción y el uso de un producto biológico, un biogarrapaticida, formulado con base en tres hongos nativos luego de un proceso de prospección, selección, multiplicación y evaluación de su capacidad para luchar contra las garrapatas que atacan al ganado vacuno[40].

Para la ST, una innovación exitosa no es una solución a un problema preexistente; ella es el producto de una interdefinición de problemas y de soluciones[41][42][43]. Desde este enfoque, las negociaciones son importantes en la definición del objeto (en este estudio, el biogarrapaticida); no solo se debe dar cuenta de los procesos de traducción, de las alianzas y de las traiciones, sino también de su utilización y de la red que se va tejiendo y

hace que se convierta en una coinnovación sustentable y durable en el tiempo. Según esta teoría, los productos de una coinnovación toman caminos y formas diferentes según los compromisos de los actores (humanos y no humanos) implicados en la situación. El término *coinnovación* pone el acento sobre la contribución de los actores al proceso de innovación, desde su inicio.

Con este marco teórico y metodológico, el estudio da cuenta de un proceso de coinnovación en marcha que llamamos «los hongos contra las garrapatas» y que consiste en la domesticación de los hongos y de los ganaderos para «luchar» contra las garrapatas. La producción de un producto biológico para «luchar» contra las garrapatas no es solo un asunto técnico, también es organizativo (organización de los actores implicados), económico (por rentabilidad o costo y por sustitución de los productos químicos) y cultural. Esto implica que se deberá «luchar» contra los productos químicos y sus aliados (los laboratorios, los lobbies agrícolas, las leyes y los reglamentos). Las innovaciones en materia de productos biológicos son un fenómeno complejo de largo plazo y se desarrollan en situaciones de fuerte incertidumbre: resultan de idas y vueltas, avances y retrocesos, alianzas, traducciones y traiciones.

2. Metodología

2.1 Presentación del caso

El caso de estudio es el proceso de coinnovación iniciado por BIO-Uruguay al norte y este de Uruguay, cuyo objetivo es la utilización de enemigos naturales de las garrapatas. Comprende la búsqueda, identificación, selección y multiplicación de hongos nativos para producir y aplicar como producto biogarrapaticida sobre el ganado y/o el suelo y así luchar contra las garrapatas que afectan el ganado vacuno, sin contaminar el ambiente, promoviendo los procesos naturales y el equilibrio entre poblaciones de plagas versus controladores naturales del agroecosistema. Los microorganismos nativos, con sus capacidades de adaptación y restablecimiento en los suelos, permiten bajar las cargas químicas sobre los sistemas, por lo que se promueve un círculo virtuoso de restauración ecológica que se muestra a través del incremento de otros organismos benéficos (lombrices, escarabajos estercoleros, etcétera) y la disminución de la carga parasitaria de garrapatas, que conlleva menores requerimientos de aplicaciones de biogarrapaticida a través de los años.

BIO-Uruguay es una asociación civil sin fines de lucro, ubicada en Sauce de Zapará, departamento de Tacuarembó, que se creó en 2003 con la misión de promover la agroecología y los sistemas sustentables de vida y producción. El consejo directivo de la institución y el conjunto de sus asociados se integran por productores familiares, educadores y técnicos. En la actualidad trabajan tres técnicos, principalmente en los laboratorios, hay un encargado del seguimiento y la experimentación en campo de los productores y la directora/investigadora. Las intervenciones van dirigidas a la población rural de la región noreste de Uruguay, territorios con prevalencia de familias arraigadas en una cultura ganadera extensiva (gaucha) y pueblos con pocos habitantes, altamente vulnerables a los cambios económicos, productivos, socioculturales y climáticos en lo que va del siglo XXI[44].

La capacidad de BIO-Uruguay de abarcar territorios con experiencias agroecológicas proviene de convenios y alianzas realizadas con organizaciones de productores y otras organizaciones sociales, con la institucionalidad pública y otros actores. De esta forma, se incrementan además los técnicos involucrados, formando equipos *in situ* e interdisciplinarios, proceso que promueve una ampliación muy rápida de la masa crítica[10]. Hoy hay más de 20 profesionales y 200 productores ganaderos involucrados, ubicados en diferentes zonas ganaderas (**Figura 1**).



Figura 1. Puntos de referencia para zonas ganaderas con experiencias de utilización del biogarrapaticida (2018-2024)

Imagen de Sofia Cairus (2024; no referenciado).

2.2 Relato sociotécnico y grilla de análisis

Se utilizó la metodología del «relato sociotécnico»[45][46] del proceso de coinnovación en marcha, a partir de la observación directa de la autora principal del artículo, diversos informes técnicos (**Tabla S1**, Material suplementario) y la observación en diversas actividades de campo en las que participaron los autores en distintas fases del caso de estudio.

Se propuso una matriz de análisis que se apoya en la ST: la coinnovación se concibe como el resultado de la traducción colectiva, un proceso de aproximación de espacios de problemas, donde deben ocurrir desplazamientos de metas e intereses de los actores a lo largo de diferentes etapas o momentos y que son posibles gracias a la construcción de un lenguaje común[41]. Por ello, la metodología implicó identificar los principales actores humanos y no humanos, las controversias, las acciones, los dispositivos e instrumentos movilizados y los resultados en cada una de las cuatro etapas del proceso de coinnovación: la problematización; la atracción de intereses («interesamiento»); el enrolamiento (traducido en otros trabajos de habla hispana como «reclutamiento»), y la movilización de los aliados (**Tabla 1**). Se trata de cuatro etapas o momentos que pueden llegar a solaparse en el tiempo[41]. Trabajos más recientes, inspirados en la ST, incluyen un quinto momento, de «estabilización de la innovación», a través de la consolidación o ampliación de la red[47].

Por tratarse de una coinnovación turbillonaria, los actores que participan de manera permanente o temporal pueden ser numerosos, lo que origina procesos, dispositivos e instrumentos de negociación, coordinación y sobre todo controversias y aprendizajes. Callon[41] propone ser simétricos a la hora de analizar o concebir la innovación (principio de simetría), lo que implica no solo considerar a los actores humanos y a los no humanos, sino también tanto los procesos coronados de éxito como aquellos que no resultaron (fallidos). Desde este punto de vista, los actores pueden ser tanto entidades humanas como no humanas, por lo que la noción de una sociedad formada solo por humanos es reemplazada por la de un colectivo híbrido producido por humanos y no humanos[48], denominados «actantes». Otro de los principios es el de agnosticismo. Esto significa que los

investigadores no pueden privilegiar ningún punto de vista; deben tratar a los actores cuando «hablan de sí mismos o de su entorno social» con la misma imparcialidad que tratan a los fenómenos científicos, sociales y naturales. Un tercer principio es el de la libre asociación. Esto significa que los científicos no deben preestablecer redes de relaciones entre los actores, por el contrario, deben seguir a los actores en el establecimiento de las relaciones[41].

Tabla 1. Las cuatro etapas de la traducción según Callon[41]

Etapas	*Definición*	*Características*
Primera etapa: *Problematización (o «cómo resultar indispensable»)*	Se trata de establecer, por una parte, las preguntas que emergen de la situación y, por otra parte, identificar el conjunto de actores, sus identidades.	Se va construyendo el Punto de Paso Obligado (PPO) y es en este doble movimiento (preguntas/actores) que se define la problematización.
Segunda etapa: *Interesamiento*	Interesar a otros actores es elaborar mecanismos que les permitan relacionarse entre ellos y todas las demás entidades que quieran definir sus identidades de otra manera.	Los mecanismos que los actores van definiendo les permiten coordinarse en la búsqueda de las respuestas a la situación establecida (PPO).
Tercera etapa: *Enrolamiento*	Refiere el mecanismo por el que se designa y asigna un conjunto de roles interrelaciones a los actores, que los aceptan.	En los procesos de innovación se debe definir y coordinar los roles que los actores deben jugar. Describir el enrolamiento es describir el conjunto de negociaciones multilaterales, relaciones de fuerzas, trampas que acompañan a los mecanismos de interesamiento y les permiten tener éxito.
Cuarta etapa: *Portavoces*	Los portavoces son aquellos actores que van a hablar (representar a los demás).	Los portavoces serán elegidos en el caso de productores; en el caso de los investigadores, la comunidad va a autorizar a algunos de ellos, después de haber leído los informes y las publicaciones, a hablar en nombre de la ciencia. En el caso de los no humanos (aquí, los hongos), se harán representar por los investigadores de BIO-Uruguay, que van a mostrar, a través la experimentación en laboratorio y en el terreno, su poder para luchar contra las garrapatas. Una de las principales muestras es el estado de salud de los animales y el número de garrapatas presentes en ellos una vez que se ha aplicado el biogarrapaticida.

En la primera etapa, de problematización de la coinnovación del biogarrapaticida (identificación de los actores, de los problemas y las relaciones), se delimitaron cuatro fases en la línea de tiempo a partir de la creación de BIO-Uruguay, a saber: Fundacional (2003-2007); Aislamientos (2008-2014); Ajuste y validación (2015-2019), y Consolidación y escalamiento (2020-2024). Si bien el análisis del caso abarcó las cuatro fases, en este artículo se focaliza la discusión en las últimas dos (período 2015-2024). En cada una de estas fases se analizó el contexto, los actores participantes, las principales controversias existentes, las acciones realizadas (**Tabla S2**, Material suplementario), así como los resultados obtenidos y los dispositivos e instrumentos utilizados (**Tabla S3**, Material suplementario).

Problematizar implica definir una serie de alianzas o asociaciones entre entidades y, al mismo tiempo, identificar los obstáculos que les impiden alcanzar las metas que persiguen[41]. El Punto de Paso Obligado (PPO) corresponde al objetivo consensuado que emerge de las negociaciones entre los actores; en este caso fue, desde un

inicio, producir biogarrapaticida a partir de hongos nativos. Siguiendo la propuesta de Callon[41], se trata de negociaciones multilaterales que conducen a un pasaje desde la etapa de atracción de intereses de los actores a la del «enrolamiento» en función de un objetivo común.

Para Callon[41], «traducir es también expresar en el propio lenguaje lo que otros dicen y quieren, por qué actúan, cómo lo hacen y cómo se asocian entre sí; significa situarse como portavoz» (p. 277). La traducción es el mecanismo por el cual el mundo social y natural toma forma progresivamente, una situación en la que ciertos actores controlan o «se anclan» en otros. El portavoz no solamente debe poner en relación a los actores, escuchar, modelizar, rendir cuentas… implica también traducir y problematizar.

La idea de controversia refiere a los diferentes puntos de vista de los actores, sobre una noción o una situación (**Tabla S2**, Material complementario). Para Callon[41], «una controversia es el conjunto de declaraciones mediante las cuales se cuestiona, discute, negocia, rechaza, etc., la representatividad de un portavoz» (p. 274). El autor explica que el cierre de una controversia ocurre cuando los portavoces son unánimemente considerados como tales más allá de toda duda; resultado que generalmente «solo se logra tras una serie de negociaciones de todo tipo que pueden llevar bastante tiempo» (p. 275)[41].

En Uruguay, este enfoque fue utilizado para analizar la experiencia impulsada por el Gobierno de Canelones (Uruguay) para la obtención y comercialización de soja no transgénica destinada al consumo humano[49] y ha sido utilizado también en otros estudios sobre el mercado agroalimentario. Autores como Le Velly[42] afirman que «la formación de mercados agroalimentarios impone a los actores humanos un trabajo de domesticación de entidades naturales como los plátanos o los pescados, pero también las bacterias, los virus, los gérmenes» (p. 46), y propone una serie de prácticas concretas para la constitución de mercados innovadores.

3. Resultados y discusión

Los resultados se apoyan principalmente en las **Tabla S2** y **Tabla S3** del Material suplementario y en la caracterización del proceso que se presenta en la **Tabla 2**. Se presenta en primer lugar cómo se fue formalizando la problematización, es decir, cómo fueron definiéndose los actores y las preguntas a tratar. Luego, se describe cómo se fueron definiendo los roles (de los actores humanos y los no humanos) y el proceso de interesamiento. Por último, se hace referencia a la definición de los portavoces y a las traiciones.

3.1 El origen del proyecto, los actores y sus objetivos: problematización

La primera fase (2003-2007), Fundacional, surge a partir de una investigación doctoral desarrollada en la Universidad de La Habana por su investigadora principal[50]. En esta etapa se comienza con la experimentación a campo en el área hortícola, con hongos entomopatógenos nativos para el combate de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* (West.)), y se realizan los primeros aislamientos a nivel de laboratorio. En esta fase se crea el Centro de Reproducción de Entomopatógenos de BIO-Uruguay (creBIO), laboratorio de investigación e innovación ecológica cuyo objetivo es la creación de bioinsumos que controlan plagas en el sector agrícola y combaten problemas específicos (hormigas, moscas blancas y otros insectos que afectan cultivos, y garrapatas en bovinos)[10][51] (**Figura 2** y **Figura 3**).



Figura 2. Fachada actual del Centro de Reproducción de Entomopatógenos de BIO Uruguay (creBIO)

Imagen de Mauro Scarone (2024; no referenciado).



Figura 3. Laboratorio del Centro de Reproducción de Entomopatógenos de BIO-Uruguay. Placas Petri con hongos acaropatogénicos en crecimiento

Imagen de Álvaro Scarone, (2023; no referenciado).

La segunda fase (2008-2014), Aislamientos, fue marcada por el convenio de BIO-Uruguay con la Universidad de Zúrich, que permitió tener pasantes y lograr las primeras evaluaciones en laboratorio y campo con una cepa nativa de BIO-Uruguay multiplicada artesanalmente y sin formulación (material obtenido de una fuente no publicada por Weber y Rodríguez; no referenciado). Los resultados prácticos en la producción ganadera de BIO-Uruguay de esta etapa permitieron enrolar nuevos actores, formalizar la problemática y resolver algunas de las controversias. La problemática definida en esta fase fue producir un biogarrapaticida a partir de los hongos nativos.

En una tercera fase (2015-2019), Ajuste y validación, se comenzó con experimentación en sistemas ganaderos fuera del campo de BIO-Uruguay, ampliando la prospección y aislamientos de hongos nativos acaropatogénicos. En esta etapa no solo se investigó y desarrolló la producción del biogarrapaticida, que incluye una selección de diferentes aislamientos incluidos en una formulación llamada creBIO 7, sino que también se diseñan con los productores ganaderos laboratorios que se puedan implementar, de manera sencilla, a nivel de predios familiares.

Esta alternativa, que se está evaluando a través de la experimentación con los productores (técnica, económica y organizacionalmente), requiere el apoyo de políticas públicas. La etapa también es rica en jornadas de intercambio entre productores y capacitaciones a productores y profesionales de la medicina veterinaria (de instituciones públicas y de libre ejercicio), donde se difunde cómo actúan los hongos patogenizando a las garrapatas y disminuyendo su potencial reproductivo (**Figura 4**) y su acción regeneradora, apreciable a través de la reaparición de organismos benéficos, como, por ejemplo, las arañas predatoras de larvas de garrapatas (**Figura 5**) y los escarabajos estercoleros. Pero también se trató de una etapa en la que hubo tensiones y enfrentamientos con un modelo de medicina veterinaria, hegemónico en el país, que sustenta el control de este ectoparásito utilizando exclusivamente acaricidas químicos sobre los vacunos.



Figura 4. Garrapata adulta patogenizada por un hongo (*Akanthomyces muscarius*); se evidencia el efecto en la disminución de la oviposición

Imagen de Alda Rodríguez (2024; no referenciado).



Figura 5. Arañas predatoras (en el centro) de larvas de garrapatas (a la izquierda de la araña) sobre hojas de gramíneas en las pasturas

Imagen de Alda Rodríguez (2022; no referenciado).

El biogarrapaticida creBIO 7 fue evaluado en el área productiva de BIO-Uruguay y en establecimientos de ganaderos familiares en varios impulsos de escalamiento en diferentes zonas del norte y este del país. La primera experiencia de uso del biogarrapaticida se realizó en Sauce de Batoví, con productores integrantes de la Asociación Batoví Productivo y la Asociación de Productores de Leche de Tacuarembó (APLT)[52]. Luego, en establecimientos de integrantes de la Cooperativa de Productores de Leche de Tacuarembó (COOPLT) y en su campo de recría (una fracción asociativa del Instituto Nacional de Colonización) con apoyo del programa «Más tecnologías para la producción familiar»[II], convocatoria realizada por el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) y el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) (**Figura 6**). El MGAP fue en esta etapa uno de los principales aliados, a través del Convenio Dirección General de Desarrollo Rural (DGDR)-MGAP/COOPLT/BIO-Uruguay.

[II] Herramienta utilizada por DGDR-MGAP (PDPR Ptmo. BID 2595/ OC-UR) con el apoyo del Programa de Producción Familiar de INIA, en aspectos relativos a procesos de investigación para el desarrollo de tecnologías apropiadas.

En años sucesivos, las experiencias se extendieron desde Tacuarembó a los departamentos de Artigas, Salto, Paysandú, Rivera, Cerro Largo, Treinta y Tres, Rocha, Maldonado y Lavalleja; ya sea por motivación directa de productores o por convenios con organizaciones y el MGAP. Estos impulsos fueron motivados por organizaciones de productores ganaderos familiares (**Tabla S2**, Material complementario), frente a la gravedad del impacto de la garrapata en sus campos y las dificultades adicionales provocadas por la aparición de resistencia a los productos químicos. De esta forma, los buenos resultados volvieron, una y otra vez, a involucrar a nuevas organizaciones e instituciones, que pasaron a ser actores del proceso de coinnovación.

En el desarrollo de la cuarta fase (2020-2024), Consolidación y escalamiento, el proceso debió enfrentar no solo la ausencia de conocimientos científicos a nivel nacional sobre la relación hongo-garrapata (en una situación de uso casi absoluto de control químico como única herramienta sanitaria), sino también intereses económicos y políticos. Es en esta etapa que se puede visualizar cómo la traducción necesita de dispositivos e instrumentos que favorezcan o permitan a los diversos actores construir acuerdos y objetivos comunes. Las coinnovaciones emergentes enfrentan bloqueos (trabas) no solo de tipo técnico, sino también organizativos, políticos y económicos. En este caso, uno de los principales bloqueos fue la tramitación del registro del biogarrapaticida para obtener la autorización de comercialización por parte de los ministerios correspondientes. El «desbloqueo» es parte del proceso de innovación y orienta las modalidades que tomará la innovación, lo que pareció emerger al final de la cuarta fase de consolidación y escalamiento (2020-2024).

En esta última fase, grupos ganaderos del Instituto Nacional de Colonización e integrantes de múltiples organizaciones de productores utilizan el biogarrapaticida (entre ellas, COOPLT, Liga de Trabajo de Guichón, Liga de Trabajo de Fraile Muerto, Sociedad Fomento Curticeiras, Cooperativa CALAI y Federación Uruguaya de Grupos CREA). Las jornadas de intercambio por el uso y resultados del biogarrapaticida, talleres y cursos de agroecología en la ganadería se extendieron a lo largo y ancho del país, tanto por una búsqueda propia de las organizaciones de productores como por los resultados del uso del biogarrapaticida en las transiciones agroecológicas ganaderas (**Figura 6**).



Figura 6. El productor Ernesto Rodríguez (Zapará, Tacuarembó) comparte la experiencia de COOPLT con productores ganaderos de Cerro Largo

Imagen de Oscar Blumetto (2016; no referenciado).

El escalamiento (o ampliación de la red) se articuló mediante nuevos convenios en los que el modelo de trabajo interdisciplinario e interinstitucional que se venía llevando a cabo se continuó en las llamadas Intervenciones Territoriales Específicas (ITE-Garrapata) promovidas por la DGDR/MGAP, en el marco del Sistema Nacional de Innovación y Desarrollo Rural (SNIDER).

Las intervenciones territoriales y experiencias interinstitucionales consolidaron una metodología de trabajo donde las organizaciones de productores son parte de Comités de Seguimiento locales y nacionales, junto a BIO-Uruguay y las instituciones oficiales. Estos contaron con recursos del MGAP para las capacitaciones de técnicos y productores y la contratación de profesionales veterinarios que acompañaron los monitoreos de campo, lo que acercó poco a poco a esa profesión las herramientas biológicas para la sanidad animal en un contexto agroecológico.

A través de estas intervenciones, también se logró incidir en los planes de estudio de al menos seis escuelas agrarias de formación técnica de la zona noreste (Rivera, Minas de Corrales, Guichón, Aiguá y Fraile Muerto, entre otras), cuyos docentes y estudiantes (aproximadamente 400) se involucraron activamente (**Tabla S2**, Material complementario). Materiales escritos, audiovisuales y múltiples videos dan cuenta de las actividades realizadas, por ejemplo, las producidas en 2023 para el curso-taller de Ganadería Agroecológica (BIO-Uruguay/MGAP-BID) (**Figura 7**)[53][54].



Figura 7. El productor Aníbal Bellozo (Caraguatá, Tacuarembó) comparte su experiencia con productores ganaderos durante el curso-taller de Ganadería Agroecológica (BIO Uruguay/MGAP-BID)

Imagen de Álvaro Scarone (2023; no referenciado).

Cabe preguntarse cómo ha influido el proceso de escalamiento de la última fase en la apertura de las autoridades sanitarias competentes para el diseño de marcos regulatorios que permitan incluir las herramientas biológicas en sanidad animal. Si bien hasta el momento no se ha conseguido el registro final del producto para poder comercializarlo, se ha logrado el ingreso del *dossier* técnico-científico del biogarrapaticida creBIO 7 en la Dirección de Laboratorios Veterinarios (DILAVE-MGAP), con un número de expediente del trámite, que incluye los resultados de efectividad técnica en laboratorio y campo sobre el control de la plaga y en la regeneración de los ecosistemas productivos relacionados con la plaga.

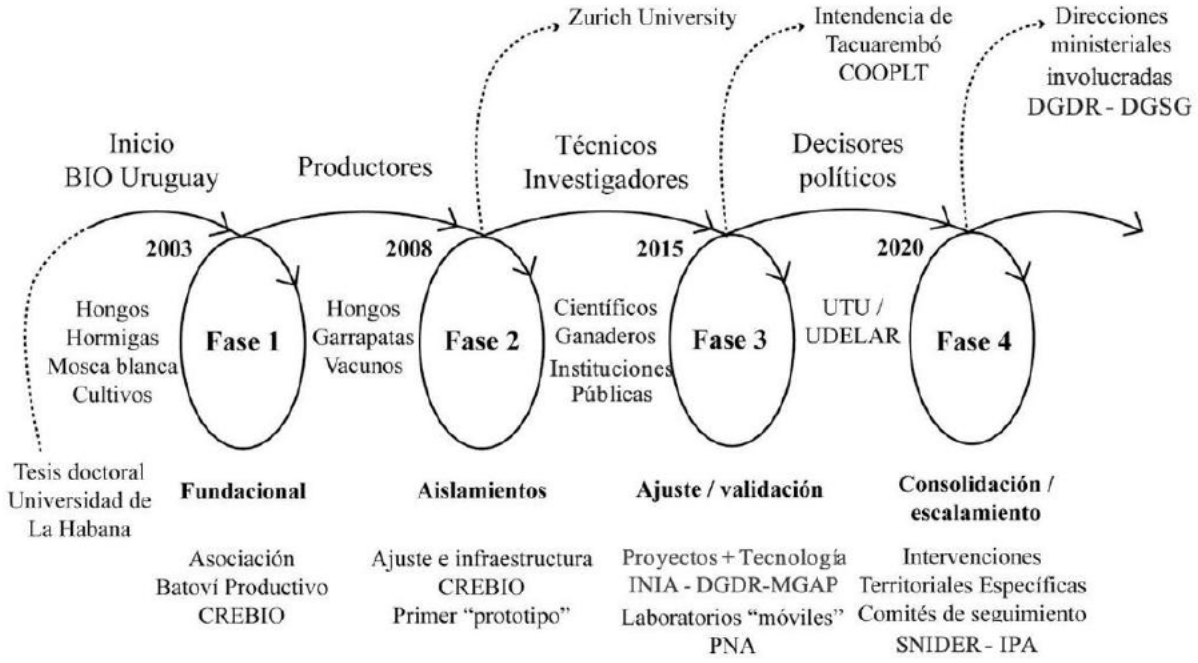

Figura 8. Trayectoria turbillonaria del proceso de coinnovación del caso de estudio

La **Figura 8** muestra la multitud de actores humanos y no humanos que participaron en el proceso de coinnovación. Las diferentes alianzas establecidas durante el proceso permitieron llegar al biogarrapaticida que es utilizado actualmente y fueron centrales en los diferentes pasos para su producción: identificación de las principales especies de hongo, selección con base en criterios de eficiencia de control y comportamiento frente a la plaga y las condiciones ambientales, cultivo en laboratorio y extracción de las esporas, su formulación y empaque para que estuviera estable por un tiempo de seis meses sin cadena de frío, experimentación de las dosis, de la frecuencia a aplicar en los animales y los suelos. Las flechas punteadas de la figura muestran la salida de actores de la situación: la Universidad de Zúrich sale en la segunda fase después de haber hecho un trabajo importante en la selección de hongos; en la tercera fase la Intendencia de Tacuarembó y la COOPLT, al culminar algunos proyectos, dejan de participar activamente. En la última fase se retira el MGAP con sus direcciones, fundamentalmente la DGDR y la Dirección General de Servicios Ganaderos (DGSG), que eran las directamente relacionadas (**Tabla S2**, Material complementario), cuyas consecuencias y acciones de bloqueo se analizan en la sección 3.4.

3.2 ¿Cómo se fueron definiendo los roles?

A lo largo del proceso de coinnovación, en el que se involucran diferentes actores, el rol principal de BIO-Uruguay ha sido atraer a un número creciente de aliados, lo que parece confirmar lo que afirman Akrich y otros[34] cuando sostienen que la innovación «es el arte de involucrar un número creciente de aliados que te hacen más y más fuerte» (p. 22); se trata de la ampliación y el fortalecimiento de la red.

La fabricación del biogarrapaticida implica una serie de procedimientos (**Tabla 2**), tales como prospección, aislamiento, multiplicación y evaluación del potencial de hongos nativos acaropatogénicos, tanto a través de bioensayos de patogenicidad como de pruebas en condiciones reales de producción de ganado.

Tabla 2. Caracterización del proceso de fabricación del biogarrapaticida

Procedimientos	*Objetivo*	*¿Qué se hace y quién lo hace?*	*Principales resultados*	*Otros resultados*
Selección y aislamiento de hongos	Identificación de hongos entomopatógenos nativos eficaces para el control de la garrapata.	Primeros aislamientos hechos por BIO y su evaluación en laboratorio y semicampo con tesista de Zurich University (ZHAW). Prospección en 33 sitios bajo ganadería extensiva en cinco departamentos del norte y este del país: Bio-Uruguay y ganaderos.	Protocolos de aislamiento *on-farm* de hongos patogénicos nativos. Banco de cepas de hongos.	Los aislamientos o cepas más eficientes fueron identificadas molecularmente: *Akantomyces muscarius*, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*.
Multiplicación y bioensayos de patogenicidad en laboratorio, experimentación en sistemas ganaderos	Verificar patogenicidad de tres aislamientos identificados en el laboratorio a nivel de condiciones reales de producción.	Multiplicación y pruebas de patogenicidad sobre garrapatas: creBIO. Experimentación con grupo de productores: BIO-Uruguay y Cooperativa de Productores de Leche de Tacuarembó (COOPLT).	Protocolos de producción y uso del biogarrapaticida. Elaboración de prototipos (aplicaciones del biogarrapaticida a diferentes cantidades de animales).	Ajuste y desarrollo de infraestructura del creBIO. Formulación comercial de creBIO 7.
Producción del biogarrapaticida a escala comercial	Escalamiento y utilización del biogarrapaticida en predios de productores ganaderos.	Transmisión de la técnica de producción (cursos y talleres): BIO-Uruguay con productores e instituciones estatales competentes.	Protocolos de uso del biogarrapaticida en condiciones de campo (a nivel de suelo y sobre los animales).	*Dossier* entregado a los laboratorios oficiales para registro del biogarrapaticida.
Escalamiento Aplicación en condiciones reales de producción	Experiencias con creBIO 7 en sistemas ganaderos de producción del norte y este del país.	Capacitaciones en terreno: intervenciones BIO Uruguay. ITE: Intervenciones Territoriales Específicas, con apoyo de proyectos y dependencias estatales y ganaderos.	Se multiplican las experiencias a campo con la participación de organizaciones de productores, centros de enseñanza terciaria y algunas dependencias estatales.	Integración de actores territoriales a los Comités de Seguimiento. Cese de participación de MGAP.
Contextualización	Investigación y seguimiento de agroecosistemas en diferentes localidades del norte y este del país.	Diseño y adaptación de equipamiento para la aplicación de hongos (sobre animales y suelo): BIO Uruguay y ganaderos.	Planilla de monitoreo de carga parasítica en ganado vacuno para evaluar producción y uso «a campo» del biogarrapaticida.	Manual de uso del biogarrapaticida sobre el suelo y sobre el vacuno.

Fuente: adaptado de Rodríguez dos Santos[40] y Rodríguez y otros[10].

El trabajo de Rodríguez dos Santos[40] amplía y detalla el conjunto de procedimientos involucrados en la fabricación del biogarrapaticida, así como el efecto de la disminución de *R. microplus* en condiciones de laboratorio y campo, a partir de una mezcla de cepas de *Akantomyces muscarius*, *Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae*, aplicada tanto en concentraciones de 10^7 como de 10^8 con/mL.

En el camino de la innovación sociotécnica se fue aprendiendo mucho y desde la práctica. Por ejemplo, resolver qué equipamiento y herramientas son eficientes según la escala productiva para aplicar el biogarrapaticida (**Figura 9**, **Figura 10**), protocolos de uso y manejo, condiciones climáticas y horas apropiadas para la aplicación, determinar cuándo aplicar al suelo o a los vacunos y en qué frecuencia, entre otros.



Figura 9. Pulverizadora a batería para bañar con biogarrapaticida creBIO 7 (apropiada para pocos vacunos)

Imagen de Álvaro Scarone (2021; no referenciado).



Figura 10. Equipo de baño de aspersión con retorno de agua para aplicar biogarrapaticida creBIO 7 (apropiado para mayor número de vacunos)

Imagen de Alda Rodríguez (2024; no referenciado).

También implicó descubrir cómo influyen estas prácticas en la regeneración del recurso suelo, visible y cuantificable a través de los análisis microbiológicos del suelo y las poblaciones de arañas (que se incrementan en los pastos) y de escarabajos (en los estercoleros), haciendo su trabajo de incorporación de materia orgánica. Estos resultados muestran el carácter contextual o local de las innovaciones.

3.3 Coordinación y definición del PPO

De acuerdo con el esquema de la problematización del caso de estudio[41] (**Figura 11**), para los hongos el obstáculo-problema es la distancia que los separa de las garrapatas, fundamentalmente por la utilización de productos químicos. La meta de esta entidad es demostrar su eficacia de control del ectoparásito y de restauración del control natural al favorecer la regeneración de la biodiversidad. El trabajo de BIO-Uruguay es entonces reducir esa distancia, incluyendo los hongos en la formulación del biogarrapaticida.

Lograr una alianza con los productores ganaderos, al utilizar un producto natural para cumplir sus metas, implica también demostrar la eficacia de la agroecología para la sustentabilidad y la protección del medio ambiente. En todos los escalamientos realizados se evaluó también el costo del biogarrapaticida creBIO 7 por tratamiento/animal/año, que oscila entre USD 0,6-1,0, dependiendo del tipo de equipo y metodología de baño (material obtenido de una fuente no publicada por DGDR/BIO (UY); no referenciado). Se trata de un costo competitivo y un poco menor al de acaricidas de síntesis, estimado en más de USD 8,0 animal/año (USD 1 tratamiento/animal y 8 tratamientos/año), valor que puede llegar a duplicarse[55], máxime si se tiene en cuenta que los hongos no generan resistencia, se establecen y multiplican en el suelo y permiten cuidar las moléculas acaricidas viables. Pero con relación a los productores ganaderos, el obstáculo-problema no solo radica en el costo de los productos químicos y la creciente resistencia de las garrapatas a ellos (lo que aumenta aún más el costo), sino también en la reducción de los mercados externos (que rechazan la carne con residuos químicos) y la destrucción de la biodiversidad de sus agroecosistemas, que con los hongos se trata de mejorar.

En cuanto a un tercer tipo de entidad convocada por BIO-Uruguay, los colegas-científicos, cuyo obstáculo-problema es no contar con suficientes conocimientos sobre los procesos de fabricación de bioinsumos, implica reconocer como una de sus metas la necesidad de profundizar conocimientos, no solo sobre la eficacia del biogarrapaticida, sino también sobre otra forma de aproximarse a problemas complejos (prácticas colaborativas y metodologías participativas «desvalorizadas» en la academia, en cuanto a su rigor científico). Y en este caso, como ejemplifica Callon[41] en cuanto a la movilización de los aliados, «no es la comunidad científica la que se convence sino unos pocos colegas que leen las publicaciones y asisten a los congresos» (p. 271). Por último, una quinta entidad que surge en la problematización del proceso de coinnovación representa al conjunto de los servicios del Estado, responsables de la habilitación del registro y regulación del uso del biogarrapaticida. Los técnicos de las diferentes reparticiones se enfrentan al obstáculo-problema de falta de información y de normativas adecuadas para registrar bioinsumos para sanidad animal. Así, a través de la atracción de intereses de las diferentes entidades durante el proceso, surgen mecanismos que definen sus identidades[41].

Si bien el financiamiento vía los proyectos puede ser un plus (una palanca), también puede ser un freno y crear un tipo de dependencia, provocar tensiones y discontinuidades en relación con el trabajo de campo de BIO-Uruguay a lo largo del proceso[44]. Impulsado desde el ámbito privado y desde la sociedad civil (los ganaderos y sus organizaciones, fundamentalmente), el proceso asumió el desafío de lograr el interés de instituciones del Estado, centros de investigación y universidades públicas del país, para lograr complementariedades y continuidad de las intervenciones. Los proyectos se transforman de esta manera en instrumentos poderosos para enrolar a nuevos actores y financiar la actividad de investigación y desarrollo.

El proceso analizado da cuenta de numerosas traducciones, producto de procesos de negociación entre los diferentes actantes, en los que se movilizaron y se elaboraron instrumentos y dispositivos que los hicieron posible. Las traiciones, el retiro de ciertos actores del proceso y la producción de estrategias de bloqueo fueron también centrales en la medida que obligan, principalmente a los portavoces, a realizar nuevas negociaciones entre los actores implicados en la situación para producir nuevos acuerdos.

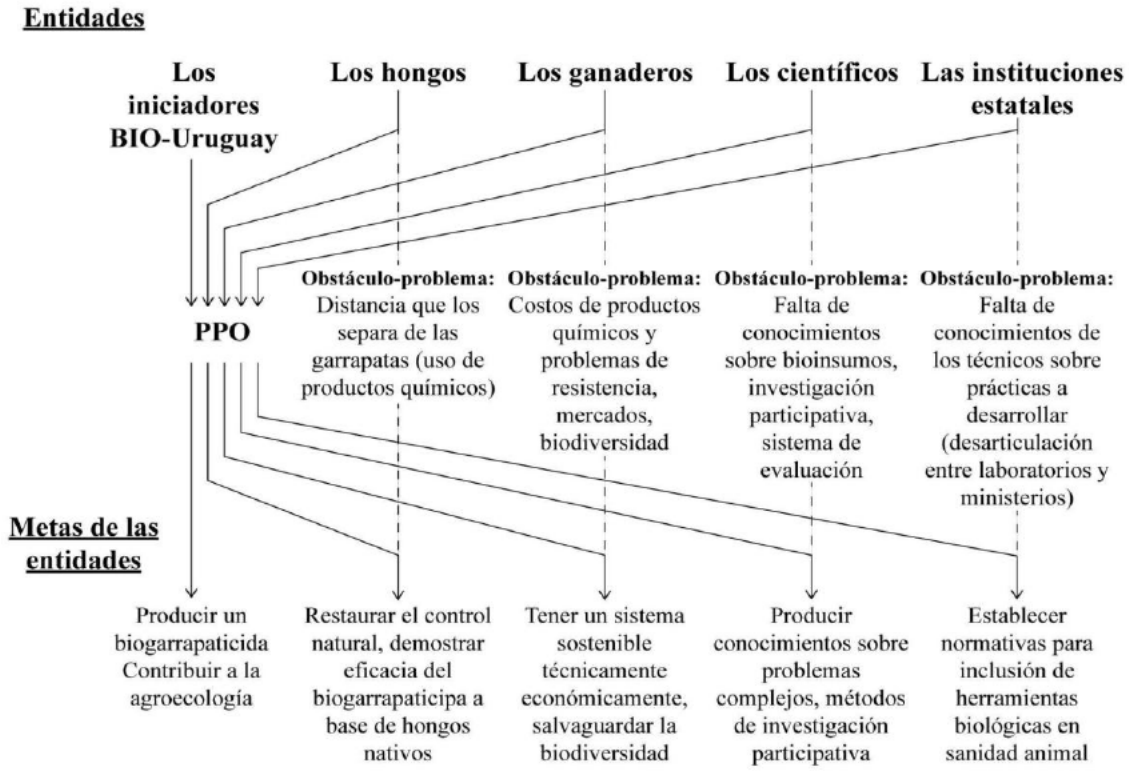

Figura 11. Esquema de la problematización del caso de estudio, con base en Callon[41]

3.4 Portavoces: alianzas y traiciones

BIO-Uruguay fue construyendo, a través de sus diferentes acciones de traducción desde el inicio del proceso (domesticación de los hongos, trabajo en el laboratorio, enrolamiento de nuevos actores, alianzas…), su rol de portavoz de los actores humanos (ganaderos, técnicos de campo, ministerios, científicos…) y no humanos (hongos, garrapatas, suelo…). Por ello representa a los hongos, a los vacunos, a los ganaderos, a los técnicos y a los científicos (**Figura 12**).

Las alianzas con los técnicos de campo se potencian a través de los proyectos de implementación del biogarrapaticida, y las charlas, cursos y artículos científicos aproximan posiciones con la comunidad científica, incluso del área de la medicina veterinaria. Recordemos que la confianza[56] es el cimiento de los procesos de coordinación y de las alianzas. La traición no es solo un juicio moral, es un proceso por el cual un acuerdo, una alianza se rompe e impone redefinir la cooperación, lo que produce algunas veces retrocesos, conflictos e incluso salidas o bloqueos.

En el caso de los procesos de coinnovación la ruptura de un acuerdo, de relaciones de cooperación, puede poner, en el peor de los casos, fin al proceso de coinnovación. Pero de una manera general la traición va a redefinir la situación, los instrumentos, las relaciones y los actores. Callon[41] en su artículo de las vieras muestra que la traición tiene como consecuencia la disolución de una red de actores, donde algunos actores van a salir de la situación de cooperación (temporal o permanentemente), pero otros pueden volverse enemigos y, en ese caso, van a desarrollar acciones que tiendan no solo a bloquear el proceso, sino que en algunos casos congelarlo.

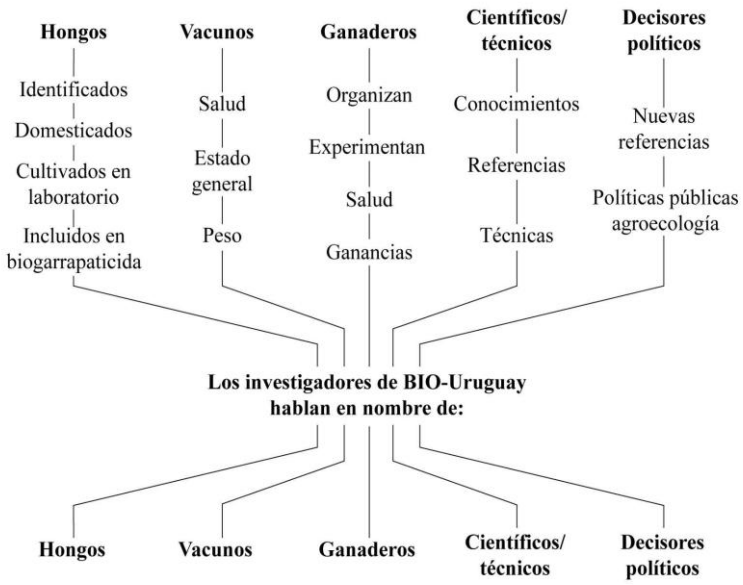

Figura 12. Esquema de la fabricación del portavoz para el caso de estudio, con base en Callon[41]

En este caso se identificaron dos tipos de traición que involucran principalmente a los actores científicos/técnicos y a los decisores políticos (**Figura 12**). Una que se genera a raíz de una controversia y la otra por la ruptura de una alianza. En el primer caso el origen es una controversia (punto de vista diferente sobre la situación), principalmente en el ámbito de la profesión veterinaria y de la sanidad animal, y el resultado son rutinas defensivas (acciones, relatos) que ponen en duda la pertinencia del biogarrapaticida y no reconocen el proceso de investigación y desarrollo que hay detrás. En el segundo, el origen es la presión de actores económicos influyentes a nivel nacional ligados al negocio de los fármacos veterinarios. La traición se produce cuando un actor político participante en la alianza no solo «sale» de la situación, sino que desarrolla acciones que tienden a bloquear la continuidad de la coinnovación y de esa manera impedir su realización. Un ejemplo de ello fue lo ocurrido en 2024, al finalizar una de las intervenciones territoriales, cuando por orden ministerial se retiran las direcciones del MGAP participantes en las ITE-Garrapata y se retiran sus logos de las convocatorias a las jornadas de difusión de resultados, desarrolladas en Aiguá y Rivera. Otra acción ha sido demorar y bloquear el proceso de registro del producto, lo que ha frenado la comercialización legal a nivel nacional.

Las traiciones han tenido como resultado redefinir la red de aliados. En el primer caso, a pesar de la controversia, los resultados obtenidos han permitido nuevos enrolamientos de actores científico/técnicos, particularmente médicos veterinarios que han participado de las ITE-Garrapata y otras actividades (por ejemplo, jornadas de actualización veterinaria organizadas por la Universidad de la República). En el segundo caso, si bien la traición ha retardado el escalamiento, el retiro de las direcciones ministeriales no ha sido uniforme; algunos técnicos oficiales se resistieron y siguieron participando, quizás por el hecho de que los productores siguieron experimentando con el producto, lo evaluaron positivamente y están cada vez más comprometidos con la coinnovación.

De la problematización también surge que en la última fase otros portavoces han ido emergiendo, como es el caso de los representantes de los productores que participan en la directiva de BIO-Uruguay y técnicos de otras localidades. Se trata de actores que comienzan a interesarse en traducir y hablar en nombre de otras entidades y son parte de la ampliación de la red mediante experiencias en sus localidades, lo que tiende a consolidar la coinnovación y se vincula con su carácter contextual y localizado. Estos nuevos portavoces cumplen un papel fundamental en la evaluación, transmisión y difusión del biogarrapaticida. Sus roles deberán ser objeto de análisis más adelante.

4. Reflexiones finales y perspectivas

El objetivo de este artículo fue «relatar» el proceso de coinnovación iniciado por BIO-Uruguay. Los resultados muestran que los aspectos políticos, económicos y organizativos son tan importantes como los aspectos técnicos. Si bien hay una multitud de actores que intervienen en la situación como aliados y colaboradores, también hay opositores, que crean rutinas defensivas y hacen el proceso turbillonario.

La trayectoria del caso de estudio da cuenta de un largo y difícil proceso de traducción entre actores de la sociedad (productores, técnicos, científicos, funcionarios ministeriales) y de la naturaleza (hongos, hormigas, garrapatas…, no humanos) para coinnovar. Los resultados muestran también que el biogarrapaticida en su estado actual es producto de numerosas traducciones, adaptaciones, alianzas y traiciones. El biogarrapaticida no se ha terminado aún, está en curso y su éxito vendrá cuando se logre estabilizar la red de humanos y no humanos en torno a la producción y la utilización del biogarrapaticida; lo que Flichy[38] denomina el marco sociotécnico en el cual se va a desarrollar la innovación.

Desde el punto de vista metodológico, el análisis del caso muestra la pertinencia de la utilización de los tres principios (simetría, agnosticismo, libre asociación) en el estudio de la coinnovación. Desde un principio BIO-Uruguay y los productores ganaderos son los gestores de la idea de «atacar» a las garrapatas con los hongos. Los procesos de negociación, con los hongos y los ganaderos, fueron organizados y desarrollados con el mismo rigor (principio de simetría). No se privilegió ninguna solución técnica o visión. En el caso de los hongos, por ejemplo, no se dejó al inicio ninguno fuera del campo de estudio, ni se privilegió ninguna técnica para producir el biogarrapaticida. En el caso de los ganaderos, no se privilegió ningún comportamiento o racionalidad (productor familiar, empresario), solo se observó la manera en que los ganaderos utilizaban el biogarrapaticida, con sus limitantes y sus recursos. Se sistematizaron los resultados (cuadros, curvas, prácticas) y se compartieron con otros productores ganaderos. Esto último corresponde al principio de libre asociación. Algunos productores discutieron con sus vecinos o con los técnicos[54] y permitieron de esa manera también ampliar las redes. Los resultados muestran que las redes no paran de crecer y desarrollarse tanto en número de productores como en diferentes territorios. Esto representa un éxito incontestable, pero también un desafío de evolución del producto y su utilización. En este proceso de contextualización, los ganaderos juegan un papel central.

Si bien el PPO es hoy la producción de biogarrapaticida para luchar contra las garrapatas, este puede evolucionar hacia la definición de modelos alternativos de producción agroecológica. Como se expuso antes, uno de los principales objetivos de la agroecología es la disminución de los productos químicos utilizados en los procesos de producción y la mejora de la biodiversidad. La experiencia generada por la utilización del biogarrapaticida en campo de productores muestra que no solo ha mejorado la salud de los animales, al disminuir los ataques de garrapata, sino que también mejora la biodiversidad del suelo, lo que contribuye a la implementación de sistemas ganaderos agroecológicos.

Los procesos de coinnovación y la resolución de controversias hacen que las innovaciones exploren nuevas dimensiones. Es el caso de la utilización del biogarrapaticida en el suelo y no solo en los animales, así como el reconocimiento de las restauraciones de organismos benéficos que también hacen al control de las garrapatas en la fase no parasitaria, o sea, en el suelo, a diferencia de los sitios donde se usan masivamente los acaricidas químicos. Esto abre nuevas dimensiones sociotécnicas a explorar, desde el control de la plaga a la disminución de la dependencia de los productos químicos del productor y de los costos de producción (dado que los hongos nativos se reproducen solos en el suelo cuando existe un manejo agroecológico de la ganadería del lugar). Todo ello pone de manifiesto que la ganadería familiar es un «laboratorio a cielo abierto» en la transición agroecológica y contribuye de manera sustancial a definir un nuevo modelo de producción agrícola-ganadero-forestal.

Transparencia de los datos

Datos disponibles: La información que sustenta los resultados del estudio se incluye en el cuerpo del artículo.

Declaración de contribución de los autores

	A Rodríguez	M Figari	V Rossi	E Chia
Conceptualization	■			■
Data curation	■	■		
Formal analysis	■	■	■	■
Funding acquisition	■			
Investigation	■	■	■	■
Methodology	■	■	■	■
Project administration	■			
Resources	■			
Supervision				■
Visualization	■	■	■	■
Writing – original draft	■	■	■	■
Writing – review and editing	■	■	■	■

Referencias

(1) Gliessman SR, Rosado-May FJ, Guadarrama-Zugasti C, Jedlicka J, Cohn A, Mendez VE, Cohen R, Trujillo L, Bacon C, Jaffe R. Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. Ecosistemas [Internet]. 2007 [cited 2025 Oct 30]; 16(1):13-23. Available from: http://hdl.handle.net/10045/7682

(2) Gliessman SR. La agroecología: un movimiento global para la seguridad y la soberanía alimentaria. In: Agroecología para la seguridad alimentaria y nutrición: actas del Simposio Internacional de la FAO. Roma: FAO; 2017. p. 1-14.

(3) Tittonell P. Seguridad alimentaria y servicios ecosistémicos en un mundo en evolución: ha llegado la hora de la agroecología. In: Agroecología para la seguridad alimentaria y nutrición: actas del Simposio Internacional de la FAO. Roma: FAO; 2017. p. 18-39.

(4) Nicholls C. Enfoques agroecológicos para incrementar la resiliencia de los sistemas agrícolas al cambio climático. In: Nicholls Estrada CI, Ríos Osorio LA, Altieri MA, editors. Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. Medellín: CYTED; 2013. p. 18-29.

(5) FAO; FIDA. Poner el foco en los agricultores familiares para cumplir los ODS [Internet]. Roma: FAO; 2019 [cited 2025 Oct 30]. 27p. Available from: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/5ebfafe6-d5fb-4f25-a843-3b5d91f20740/content

(6) Altieri M, Toledo VM. The agroecological revolution of Latin America: rescuing nature, securing food sovereignity and empowering peasants. J Peasant Stud. 2011;38(3):587-612. Doi: 10.1080/03066150.2011.582947.

(7) Declaración de interés general y creación de una Comisión Honoraria Nacional y Plan Nacional para el fomento de la producción con bases agroecológicas. Ley N° 19.717 [Internet]. 2019 [cited 2025 Oct 30]. Available from: https://www.impo.com.uy/bases/leyes/19717-2018

[8] Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (UY). Plan Nacional de Agricultura Familiar. Montevideo: MGAP; 2024 [cited 2025 Oct 30]. 89p. Available from: https://descargas.mgap.gub.uy/Documentos%20compartidos/PNAF%20Uruguay%20FINAL.pdf

[9] Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (UY). Sección IV: incisos de la administración central: inciso 07. Artículo 237. In: Aprobación de rendición de cuentas y balance de ejecución presupuestal: ejercicio 2022. Ley no 20.212 [Internet]. 2023 [cited 2025 Oct 30]. Available from: https://www.impo.com.uy/bases/leyes/20212-2023/237

[10] Rodríguez A, Chia E, Rossi V. Biological control: lessons learned for agroecological transition in Uruguay. Agrocienc Urug. 2022;26(NE3):e967. Doi: 10.31285/AGRO.26.967.

[11] Aguirre E. Evolución reciente de la productividad ganadera en Uruguay (2010-17): metodología y primeros resultados. In: Anuario OPYPA 2018 [Internet]. Montevideo: MGAP; 2018 [cited 2025 Oct 30]. 16p. Available from: https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/ProductividadGanadera.pdf

[12] Pérez Rocha J. El estado del campo natural en el Uruguay. Montevideo: FAO; 2020. 170p. Doi: 10.4060/cb0989es.

[13] Sanguinetti M. Método para una aproximación a los productores familiares en Uruguay entre 2006-2022 con la Encuesta Continua de Hogares. In: Anuario Opypa 2023 [Internet]. Montevideo: MGAP; 2023 [cited 2025 Oct 30]. 24p. Available from: https://descargas.mgap.gub.uy/OPYPA/Anuarios/Anuarioopypa2023/estudios/4/e4web/E4Metodoparaunaaproximacion.pdf

[14] Ackermann MN, Aguirre E, Cortelezzi Á, Gorga L, Mila F, Sanguinetti M. Estimación de la participación económica de la producción familiar entre 2018-2022 en Uruguay. In: Anuario Opypa 2024 [Internet]. Montevideo: MGAP; 2023 [cited 2025 Oct 30]. 7p. Available from: https://descargas.mgap.gub.uy/OPYPA/Anuarios/Anuarioopypa2024/ESTUDIOS/5/E5web/E5-Estimaciondelaparticipacion.pdf

[15] Rossi V. Prácticas de resistencia de la producción familiar en el agro uruguayo. In: Ceroni Acosta M, Oyhantcabal Benelli G, Carambula Pareja M, editors. El cambio agrario en el Uruguay contemporáneo. Montevideo: Ediciones del Berretín; 2022. p. 119-32.

[16] Aparicio Medina JM, Paredes Venegas V, González López O, Navarro Reyes O. Impacto de la ivermectina sobre el ambiente. La Calera [Internet]. 2011 [cited 2025 Oct 30];11(17):64-6. Available from: https://lacalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/144

[17] Mattos: las pérdidas por garrapata están entre US$ 50 y US$ 60 millones. El País [Internet]. 2024 Aug 8 [cited 2025 Oct 30]. Available from: https://rurales.elpais.com.uy/valor-agregado/mattos-las-perdidas-por-garrapata-estan-entre-us-50-y-us-60-millones

[18] Gómez-Beltrán DA, Pérez Montes JE, Vilar D. Impacto ecológico del insecticida fipronil: valoración de riesgos en humanos. Rev Fac Med Vet Zootec. 2002; 70(1):65-84. Doi: 10.15446/rfmvz.v70n1.100631.

[19] Kunz SE, Kemp DH. Insecticides and acaricides: resistance and environmental impact. Review Scientific Technology. 1994; 13(4):1249-86. Doi: 10.20506/rst.13.4.816.

[20] Cuore U, Altuna M, Cicero L, Fernández F, Luengo L, Mendoza R, Nari A, Pérez Rama R, Solari M, Trelles A. Aplicación del tratamiento generacional de la garrapata en la erradicación de una población multirresistente de Rhipicephalus (Boophilus) microplus en Uruguay. Veterinaria (Montev.). 2012 [cited 2025 Oct 30]; 48(187):5-13. Available from: https://www.revistasmvu.com.uy/index.php/smvu/article/view/204

[21] Álvarez M, Castillo I, Garrastazu C, Gonzalo R, Ordóñez J. Dípteros y garrapatas: un problema de salud pública: uso responsable de los repelentes [Internet]. Madrid: COFM; 2017 [cited 2025 Oct 30]. 83p. Available from: http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM017994.pdf

[22] Vallejos M, Gallego F, Barbieri A, Ramos S, Rama G, Baeza S. El Pastizal que nos queda. Revista INIA. 2024;76:65-9.

[23] Rossi Rodríguez V. Prácticas de resistencia de los productores familiares en el agro uruguayo [doctoral dissertation]. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba; 2019. 268p.

(24) Geels FW. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. Res Policy. 2002; 31(8-9):1257-74. Doi: 10.1016/s0048-7333(02)00062-8.

(25) Tittonell P. Las transiciones agroecológicas: múltiples escalas, niveles y desafíos. Rev Fac Cienc Agrar Univ Nac Cuyo [Internet]. 2019 [cited 2025 Oct 30]; 51(1):231-46. Available from: https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/RFCA/article/view/2448/1765

(26) Ferreira Rivaben I. Trayectorias agroecológicas de los ganaderos familiares en el norte uruguayo [doctoral dissertation]. Montevideo (UY): Universidad de la República, Facultad de Agronomía; 2024. 213p.

(27) Sevilla Guzmán E, Soler Montiel M. Del desarrollo rural a la agroecología: hacia un cambio de paradigma. Documentación Social [Internet]. 2009 [cited 2025 Oct 30]; 155:23-39 Available from: https://seminariodlae.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/10/c2-eduardo-sevilla-y-marta-soler.pdf

(28) Mauguin P, Caquet T, Huyghe C. L'Agroécologie. Paris: Presses Universitaires de France; 2024. 128p.

(29) Altieri MA, Nicholls CI. Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. Agroecología [Internet]. 2012 [cited 2025 Oct 30]; 7(2):65-83. Available from: https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182861

(30) Aggeri F. L'innovation mais pour quoi faire? Essai sur un mythe économique, social et managérial. Paris: Seuil; 2023. 256p.

(31) Rogers EM. Diffusion of innovations. New York: The Free Press; 1983. 367p.

(32) Bianco M. La innovación en los estudios sociales de procesos agropecuarios: evolución y énfasis en Latinoamérica. Agrocienc Urug. 2020;24(1):e346. Doi: 10.31285/AGRO.24.346.

(33) Schumpeter J, Backhaus U. The theory of economic development. In: Backhaus J, editor. Joseph Alois Schumpeter: entrepreneurship, style and vision. New York: Kluwer Academic Publishers; 2003. p. 61-116. Doi: 10.1007/0-306-48082-4_3.

(34) Akrich M, Callon M, Latour B. A quoi tient le succès des innovations? 1. L'art de l'intéressement: 2. Le choix des porte-parole. Gérer et Comprendre. 1988 [cited 2025 Oct 30]; 11-12:4-17:14-29. Available from: https://shs.hal.science/halshs-00081741v1

(35) Chia E. La agroecología nuevo paradigma para la agricultura familiar y el desarrollo territorial; contribución del tríptico virtuoso de la innovación, los aprendizajes y la gobernanza. Cangüé. 2018;40:10-4.

(36) Rossi V, Chia E. Innovations and development in rural areas: multiple perspectives. Agrocienc Urug. 2020;24(1):e366. Doi: 10.31285/AGRO.24.366.

(37) Gaglio G. Sociologie de l'innovation. Paris: Presses Universitaires de France; 2012. 126p.

(38) Flichy P. L'innovation technique: récents développements en sciences sociales: vers une nouvelle théorie de l'innovation. Paris: La découverte-Sciences et Société; 2003. 256p.

(39) Finquelievich S, Feldman P, Girolimo U. ¿En busca de la innovación socio-tecnológica? una mirada sobre los actores de la innovación en la ciudad de Bahía Blanca. Rev Iberoam Cienc Tecnol Soc [Internet]. 2018 [cited 2025 Oct 30];13(39):85-110. Available from: https://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/82

(40) Rodríguez Dos Santos AM. Prospección, aislamiento y evaluación del potencial de hongos nativos acaropatogénicos en el control de Rhipicephalus microplus en Uruguay. INNOTEC. 2023; (26):e642. Doi: 10.26461/26.07.

(41) Callon M. Algunos elementos para una sociología de la traducción: la domesticación de las vieiras y los pescadores de la Bahía de Saint Brieuc. In: Iranzo JM, Blanco JR, González de la Fe T, Torres C, Cotillo A, editors. Sociología de la ciencia y la tecnología. Madrid: CSIC; 1995. p. 259-82.

(42) Le Velly R. L'innovation marchande à la lumière de la théorie de l'acteur-réseau: état de l'art et implications managériales. Rev Fr Gest. 2021; 8(301):43-59 Doi: 10.3166/rfg.2021.00593.

(43) Latour B. Les "vues" de l'esprit: une introduction à l'anthropologie des sciences et des techniques. In: Akrich M, Callon M, Latour B, editors. Sociologie de la traduction: textes fondateurs. París: Presses des Mines; 2006. p. 33-69. Doi: 10.4000/books.pressesmines.1191.

(44) Posada-Rodríguez V, Posada N, Rodríguez A. Fabricar la agroecología: lecciones de los proyectos de desarrollo social. Agrocienc Urug. 2020; 24(NE1):e363. Doi: 10.31285/AGRO.24.363.

(45) Michelot C, Ortsman O. Actualité de l'approche sociotechnique. Nouv Rev Psychosociol. 2019; 27(1):15-32. Doi: 10.3917/nrp.027.0015.

(46) Gaglio G. L'apport des récits à la sociologie de l'innovation: de l'approche par l'acteur-réseau au cas d'une «valise» de télémédecine. Artefact. 2022; 16:19-43. Doi: 10.4000/artefact.11883.

(47) Callon M, Latour B. Le grand Léviathan s'apprivoise-t-il? In: Akrich M, Callon M, Latour B, editors. Sociologie de la traduction: textes fondateurs. París: Presses des Mines; 2006. p. 11-32. Doi: 10.4000/books.pressesmines.1190.

(48) Callon M. Sociologie de lácteur réseau. In: Akrich M, Callon M, Latour B, editors. Sociologie de la traduction: textes fondateurs. París: Presses des Mines; 2006. p. 267-76. Doi: 10.4000/books.pressesmines.1181.

(49) González-Fernández L, Carámbula M, Rossi V, Viera I, Chia E. Una mirada desde la sociología de la traducción a una innovación territorial en Canelones, Uruguay. Mundos Plur. 2023; 10(2):111-32. Doi: 10.17141/mundosplurales.2.2023.5891.

(50) Rodríguez A. Una alternativa con hongos entomopatógenos nativos para el control de Trialeurodes vaporariorum (West.), en el cultivo de tomate en invernáculos, en Uruguay [doctoral dissertation]. La Habana (CU): Universidad Agraria de La Habana; 2003. 104p.

(51) creBIO. Innovación Ecológica en Bio Fungicidas y Control de Plagas para el agro [Internet]. Tacuarembó: creBIO; 2025 [cited 2025 Oct 30]. Available from: https://www.crebio.uy/laboratorio

(52) Santiago Mederos. Productores Lecheros de Tacuarembó [video on the Internet]. 2015 [cited 2025 Oct 30]. Available from: https://www.youtube.com/watch?v=wOnphOw4mFs

(53) creBIO. Curso Taller de Ganadería Agroecológica Bases para la transición [video on the Internet]. 2023 [cited 2025 Oct 30]. Available from: https://www.youtube.com/watch?v=qfR0_9MUVj0

(54) Canal MGAP. 2021 10 05 Control Biologico Garrapata [video on the Internet]. 2021 [cited 2025 Oct 30]. Available from: https://www.youtube.com/watch?v=2DYaXr3q3EA

(55) Cóppola B, Herrera V, Carriquiry R, Alvarez G, Saravia A. Control de Garrapata del vacuno (Rhipicephalus microplus). Rev Plan Agropecu [Internet]. 2024 [cited 2025 Oct 30];190. Available from: https://revista.planagro.uy/index.php/2024/07/16/control-de-garrapata-del-vacuno-rhipicephalus-microplus/

(56) Chia E, Torre A. Règles et confiance dans un système localisé: le cas de la production de Comté AOC. Sciences de la Société. 1999;(48):49-69. Doi: 10.3406/sciso.1999.1444.

(57) Weber R. Biological control of the cattle tick Boophilus microplus with the entomopatogenic fungus Lecanicillium lecani [bachelor's thesis]. Wädenswil: Zurich University of Applied of Life Sciences; 2008. 36p.

(58) Organización de productores de Tacuarembó trabaja organizada y se fortalece. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (UY) [Internet]. 2016 Oct 3 [cited 2025 Oct 30]. Available from: https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/noticias/organizacion-productores-tacuarembo-trabaja-organizada-se-fortalece

(59) Se fortalece la Asociación de Productores de Leche de Tacuarembó. Tacuarembó 2030 [Internet]. 2017 Jan 6 [cited 2025 Oct 30]. Available from: https://www.tacuarembo2030.com/agropecuarias/3349-se-fortalece-la-asociacion-de-productores-de-leche-de-tacuarembo/

(60) Autoridades del MGAP recorrieron una biofábrica que emplea a jóvenes de la zona. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (UY) [Internet]. 2021 Feb 2 [cited 2025 Oct 30]. Available from: https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/noticias/autoridades-del-mgap-recorrieron-biofabrica-emplea-jovenes-zona

(61) Control biológico de garrapatas (Boophilus microplus) con hongo patógeno Lecanicidium lecanii. Boletín Más Tecnologías para la Producción Familiar [Internet]. 2019 [cited 2025 Oct 30];(33):8-9. Available from: https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/boletin_mas_tecnologias_n_33.pdf

(62) Samuelle J. Estoy convencida de la importancia de generar cambios en la forma de producir y vivir. El Observador [Internet]. 2021 Feb 20 [cited 2025 Oct 30]. Available from: https://www.elobservador.com.uy/nota/-estoy-convencida-de-la-importancia-de-generar-cambios-en-la-forma-de-producir-y-vivir--20212205051

(63) Convenio para el escalamiento en el control biológico de la garrapata bovina. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (UY) [Internet]. 2021 Oct 26 [cited 2025 Oct 30]. Available from: https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/noticias/convenio-para-escalamiento-control-biologico-garrapata-bovina

(64) Capacitación sobre técnicas de identificación y multiplicación de hongos patógenos, en el norte del país. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (UY) [Internet]. 2022 May 11 [cited 2025 Oct 30]. Available from: https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/noticias/capacitacion-sobre-tecnicas-identificacion-multiplicacion-hongos-patogenos

(65) Ofrecieron capacitación sobre técnicas de identificación y multiplicación de hongos entomopatógenos en ganadería. El Telégrafo [Internet]. 2022 May 30 [cited 2025 Oct 30]. Available from: https://www.eltelegrafo.com/2022/05/ofrecieron-capacitacion-sobre-tecnicas-de-identificacion-y-multiplicacion-de-hongos-entomopatogenos-en-ganaderia/

(66) Presentan resultados del proyecto Control Biológico de Garrapata. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (UY) [Internet]. 2022 Aug 17 [cited 2025 Oct 30]. Available from: https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/noticias/presentan-resultados-del-proyecto-control-biologico-garrapata

(67) ITE Control integrado de garrapata. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (UY) [Internet]. 2022 Aug 23 [cited 2025 Oct 30]. Available from: https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/politicas-y-gestion/ite-control-integrado-garrapata

(68) Presentan resultados del proyecto Control Biológico de Garrapata. El País [Internet]. 2022 Aug 19 [cited 2025 Oct 30]. Available from: https://rurales.elpais.com.uy/ganaderia/presentan-resultados-del-proyecto-control-biologico-de-garrapata?

(69) Excelente evaluación para proyecto de control biológico de garrapata bovina. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (UY) [Internet]. 2022 Nov 4 [cited 2025 Oct 30]. Available from: https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/noticias/excelente-evaluacion-para-proyecto-control-biologico-garrapata-bovina

(70) Evalúan como muy positivo proyecto de control biológico de garrapata bovina en Fraile Muerto. El Telégrafo [Internet]. 2022 Nov 5 [cited 2025 Oct 30]. Available from: https://www.eltelegrafo.com/2022/11/evaluan-como-muy-positivo-proyecto-de-control-biologico-de-garrapata-bovina-en-fraile-muerto/

(71) Productores expresaron conformidad con el proyecto de control biológico de garrapata. Todo el Campo [Internet]. 2022 Nov 7 [cited 2025 Oct 30]. Available from: https://todoelcampo.com.uy/2022/11/productores-expresaron-conformidad-con-el-proyecto-de-control-biologico-de-garrapata/

(72) Capacitación sobre control integrado de garrapata bovina en Curticeiras. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (UY) [Internet]. 2023 Jul 20 [cited 2025 Oct 30]. Available from: https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/noticias/capacitacion-sobre-control-integrado-garrapata-bovina-curticeiras

(73) Curso sobre control integrado de la garrapata. El Telégrafo [Internet]. 2023 Jul 29 [cited 2025 Oct 30]. Available from: https://www.eltelegrafo.com/2023/07/curso-sobre-control-integrado-de-la-garrapata/

(74) Proyecto de Control Integrado de Garrapata: Aiguá, Maldonado: 29 de agosto 2023. Plan Agropecuario [Internet]. [cited 2025 Oct 30]. Available from: https://www.planagropecuario.org.uy/web/2429/galer%C3%ADas-de-im%C3%A1genes/proyecto-de-control-integrado-de-garrapata.-aigu%C3%A1%2C-maldonado.-29-de-agosto-2023--.html

(75) Actividad para estudiantes en el CRC de Aiguá sobre control integrado de garrapata: Lavalleja: 30 de abril 2024 [Internet]. Plan Agropecuario [Internet]. [cited 2025 Oct 30]. Available from: https://www.planagropecuario.org.uy/web/2763/galer%C3%ADas-de-im%C3%A1genes/actividad-para-estudiantes-en-el-crc-de-aigu%C3%A1-sobre-control-integrado-de-garrapata.-lavalleja.-30-de-abril-2024.html

Material complementario

Tabla S1. Informes y documentos utilizados en la sistematización del caso de estudio

Fecha o período	Proyecto/Convenio	Título	Organizaciones vinculadas	Documentación asociada
2008	Universidad de Zúrich (*Zurich University of Applied Life Sciences, ZHAW Wädenswil*).	Pasantía internacional de cooperación y desarrollo (control biológico de la garrapata del ganado *Boophilus microplus* con el hongo entomopatógeno *Lecanicillium lecanii)*. Responsable académico: Dr. Jürg Grunder	FIBL BIO-Uruguay	[57]; (material obtenido de una fuente no publicada por Weber y Rodríguez; no referenciado)
Agosto 2015 a setiembre 2016 2017	Proyecto «Más tecnologías para la producción familiar» (DGDR-INIA). Extensión de plazo.	Control biológico de garrapatas *Rhipicephalus microplus* con hongo patógeno *Lecanicillium lecanii*.	APLT	[58][59][60]; (2016 material obtenido de una fuente no publicada *Más tecnologías para la Producción Familiar: Informes finales*; no referenciado)
Marzo 2018 a marzo 2019 Agosto 2019 a agosto 2020	Primer convenio DGDR-BIO Uruguay. Ampliación del convenio.	Profundizar conocimientos de control biológico de garrapatas del ganado (*Rhipicephalus microplus*) para integrar al manejo sanitario en establecimientos ganaderos lecheros de productores familiares.	COOPLT (ex APLT) + productores ganaderos de distinta escala	(2019 material obtenido de una fuente no publicada *Informe final del Convenio DGDR-BIO Uruguay*; no referenciado); (2020 material obtenido de una fuente no publicada *Aplicación Convenio DGDR-BIO Uruguay: informe final*; no referenciado);
Agosto 2020 a octubre 2021	Inicio de proyectos piloto bajo la modalidad de Intervenciones Territoriales Especificas (ITE).	Escalamiento en el uso de hongos patogénicos en el control de la garrapata bovina *R. microplus*.	Ligas de Guichón y Fraile Muerto y Escuelas Agrarias de las dos localidades (UTU). DGDR-MGAP, INC.	[61][62][63]
Octubre 2021 a julio 2022	Convenio DGSA/MGAP- BIO Uruguay.	Contribución al desarrollo de una herramienta de control y manejo de la garrapata del ganado, basada en hongos patogénicos nativos, que promueve la restauración y regeneración del equilibrio natural de plagas.	+ productores de las Ligas de Guichón y Fraile Muerto	[64][65][66][67][68][69][70][71]; (2022 material obtenido de una fuente no publicada *Informe final del Convenio DGSA/MGAP – BIO Uruguay*; no referenciado)
Agosto 2023 a mayo 2024	Convenio DGDR-IPA-BIO-Uruguay.	Escalamiento del uso de hongos patogénicos para el control integrado de la garrapata bovina *(Rhipicephalus microplus*).	SFR Curticeiras (Rivera), Grupo productores de Noblía (INC) y CALAI (Aiguá, Maldonado)	[72][73][74][75]; (2024 material obtenido de una fuente no publicada *Informe final Convenio DGDR-IPA-BIO Uruguay*; no referenciado)

Tabla S2. Problematización del contexto, los actores, las controversias y las acciones durante el proceso de fabricación de la coinnovación del biogarrapaticida

FASES	1: FUNDACIONAL (2003-2007)	2: AISLAMIENTOS (2008-2014)	3: AJUSTE Y VALIDACIÓN (2015-2019)	4: CONSOLIDACIÓN Y ESCALAMIENTO (2020-2024)
CONTEXTO	Crisis de la agricultura productivista y emergencia de la agroecología. Inexistencia de bioinsumos y de conocimiento sobre microorganismos patogénicos de garrapatas en el país. Organizaciones de productores débiles.	Incremento de pérdidas a causa de garrapatas en la ganadería. Se incrementan reportes de resistencia de la garrapata y los productores buscan nuevas alternativas a los productos químicos.	Productores lecheros interesados en la utilización del biogarrapaticida. Interés e involucramiento de instituciones del Estado. Emergencia del Plan Nacional de Agroecología (PNA): aprobación de ley 19.717 en 2019.	La ley 19.717 (PNA) es una realidad. Presión de los laboratorios comerciales para obstaculizar la producción y el uso de productos de biocontrol. El gobierno (vía las instituciones) ¡busca alternativas! Se publicaron el Plan Nacional de Agricultura Familiar (2024) y el Plan Nacional de Bioinsumos, aprobado por el artículo 237 de la ley 20.212/2023.
ACTORES	Socios fundadores - Cooperativa Punto Verde - Asociación Batoví Productivo - Productores ecológicos			
		Programas y direcciones ministeriales y departamentales.		
		Intendencia de Tacuarembó Pasantes de Zurich University (ZHAW) (Convenio BIO-FIBL).	Mesas de Desarrollo Rural, Dirección General de Desarrollo Rural (DGDR-MGAP) Comités de Seguimiento locales para las experiencias territoriales Productora ganadera (CREA)	
			FAO Cooperativa Productores de Leche de Tacuarembó (COOPLT) Instituciones de «Más tecnologías para la producción familiar» (DGDR-INIA) Liga Artiguista Asociación Agropecuaria de Cerro Largo	Instituto Plan Agropecuario (IPA) Ligas de trabajo de Fraile Muerto y de Guichón Intervenciones Territoriales Específicas (ITE-Garrapata) liderada por DGDR-MGAP y en el marco del SNIDER Participación de Servicios Ganaderos-DILAVE de MGAP en Comités de seguimiento Escuelas Técnicas de UTU Productores que integran grupos CREA (FUCREA) Banco Interamericano de Desarrollo (BID) / Comisión Plan Nacional de Agroecología
CONTROVERSIAS	Agroecología como modelo alternativo. Utilización de bioproductos.	Eficiencia del biogarrapaticida en la lucha contra las garrapatas.	Capacidad de las organizaciones de producir y utilizar bioinsumos para control de garrapatas.	Protocolos para el registro de bioinsumos en producción animal. Direcciones MGAP se retiran de los Comités de Seguimiento; primero los Servicios Ganaderos y luego retiro total de las ITE-Garrapata.
ACCIONES	Capacitaciones en terreno - Investigación y seguimiento de agroecosistemas en diferentes localidades - Elaboración de proyectos, convenios y búsqueda de apoyos financieros, organizativos e institucionales.			
	Creación Asociación Batoví Productivo.	Experimentación en sistemas ganaderos: producción y uso «a campo» de biogarrapaticida en BIO Uruguay - Ajuste y desarrollo de la infraestructura del Centro de Reproducción de Entomopatógenos - Elaboración de materiales de difusión, entrevistas en prensa, presentaciones en congresos, publicación de resultados en revistas científicas.		
		Identificación de hongos entomopatógenos nativos eficaces para el control de la garrapata (Convenio Zurich University).	Experiencias territoriales de coinnovación para escalamiento de la experiencia: (a) de producción y uso (10 productores); (b) de uso (1 experiencia asociativa y 15 productores), y (c) uso «comercial» (170 productores) Integración de actores territoriales a los Comités de Seguimiento.	
			Aplicación al suelo (productora CREA). Contribución a la formulación del Plan Nacional de Agroecología.	Rediseño de CREBIO a escala comercial. Curso de ganadería agroecológica con BID y PNA. Se presenta la solicitud para el registro frente a autoridades sanitarias. Se obtiene aval de Ministerio de Ambiente y se logra un número de expediente de inicio de trámite de registro comercial del CREBIO 7.

Tabla S3. Problematización de los resultados, dispositivos e instrumentos utilizados en cada fase del proceso de coinnovación del biogarrapaticida

FASES	***1: FUNDACIONAL (2003-2007)***	***2: AISLAMIENTOS (2008-2014)***	***3: AJUSTE Y VALIDACIÓN (2015-2019)***	***4: CONSOLIDACIÓN Y ESCALAMIENTO (2020-2024)***
RESULTADOS	Creación de Centro de Reproducción de Entomopatógenos (CREBIO). Identificación de los primeros hongos nativos. Desarrollo de prácticas de control biológico (mosca blanca, hormiga…).	CREBIO: Aislamiento *on-farm* de hongos patogénicos nativos y su multiplicación para su uso en el control de la garrapata bovina (en suelo y en garrapatas). Primer garrapaticida (prototipo). Levantamiento de muestras de suelo para evaluar evolución de calidad microbiológica y ampliar colección de hongos, estrategias de conservación de aislamientos. Diseño y fabricación de equipamiento para la aplicación de hongos. Primeros resultados positivos.	Infraestructura y equipamiento para producción y para uso de hongos de control biológico. Reconocimiento de la herramienta biológica por parte de actores e instituciones. CREBIO: Se ajustan y validan técnicas de producción de hongos patogénicos nativos a nivel de organizaciones de productores y su uso a campo en el control de garrapata.	CREBIO: Productos comerciales con especificaciones técnicas (*dossier* entregado a MGAP). Experimentación de la utilización del biogarrapaticida en el suelo. Manual de uso del biogarrapaticida sobre el suelo y sobre el vacuno.
DISPOSITIVOS E INSTRUMENTOS	Reuniones de Comisión Directiva de BIO-Uruguay - Cursos, charlas y talleres - Experimentación en condiciones reales de prácticas y sistemas agroecológicos.	Participación en las Mesas de Desarrollo Rural - Protocolos de producción *on-farm.* Seguimiento (datos) de la producción de biogarrapaticida. Seguimiento (datos) de los efectos, diagramas, curvas, evolución…	Comités de Seguimiento (técnicos oficiales, técnicos independientes y productores ganaderos). Actas de las reuniones de los Comités de Seguimiento que llegan a toda la institucionalidad. Informes finales de las experiencias de ITE coescritos por toda la institucionalidad participante. Planilla de monitoreo de carga parasítica en ganado vacuno para evaluar producción/uso «a campo» del biogarrapaticida. Ajuste de frecuencia de aplicación, momentos del día, monitoreo de la garrapata.	Ajuste de frecuencia de monitoreo (agrega la importancia del uso en el suelo) y protocolos de limpieza de equipos.