



Experimentos en el campo: agricultoras preparan las semillas recubiertas de tratamiento biológico para la siembra.  Autores

# Investigación participativa para desarrollar y aplicar **estrategias de manejo integrado de plagas**

## Experiencia en cultivo de chocho, Ecuador

DIEGO MINA, MARCO RIVERA, GUADALUPE LÓPEZ, PAOLO CAMPO, OLIVIER DANGLES

Este estudio destaca el papel de los agricultores en el desarrollo de estrategias de manejo integrado de plagas (MIP), para responder a los desafíos que enfrentan cada día y ante los efectos del cambio climático.

## Los desafíos de la producción de chocho frente al cambio climático

El chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) es un cultivo alimentario andino que se consume en zonas urbanas y rurales de la sierra ecuatoriana. En los últimos años el chocho ha ganado un importante espacio en todo el mundo por sus propiedades nutricionales (proteína, calcio), medicinales y para el mejoramiento de los suelos agrícolas, por lo que se le ha considerado un “superalimento” (Mina y otros, 2018). Sus componentes le permiten resistir a las sequías; puede ser un cultivo estratégico para fortalecer la resiliencia de los pequeños agricultores frente al cambio climático. Sin embargo, la intensificación de su cultivo en ciertas áreas ha generado un incremento de plagas y enfermedades en todas las etapas de su ciclo de producción, con efectos severos en el rendimiento (Mina y otros, 2018). Estos problemas fitosanitarios suelen “resolverse” con un uso excesivo de agroquímicos, lo que contribuye a la degradación del agua y el suelo, afecta negativamente a la salud humana y debilita la resiliencia de los sistemas agrícolas frente al cambio climático.

En general, el cambio climático puede aumentar la intensidad y la frecuencia de los daños causados por enfermedades e insectos plaga (Perez y otros, 2010), aunque los efectos locales en cuanto a su biología y los consiguientes efectos en la agricultura son mixtos y varían según la región geográfica y las especies. Los aumentos de temperatura asociados al cambio climático en el contexto andino pueden promover microclimas que alberguen a los insectos herbívoros y estimulen su reproducción, aumentando su abundancia, diversidad y resistencia (Pérez y otros, 2010). Una respuesta típica de los agricultores sería utilizar más plaguicidas. Sin embargo, los plaguicidas disminuyen su eficacia por el aumento de la temperatura y la humedad (*ibíd.*), lo que exige su mayor uso, y hay que tomar en cuenta que la producción y el uso de agroquímicos contribuyen a la emisión general de gases de efecto invernadero.

Los principios agroecológicos para el manejo de plagas incorporan sinergias a diferentes niveles, promueven una agricultura sostenible y desarrollan prácticas adaptativas frente a problemas como el cambio climático. Un componente que puede apoyar estos principios es el manejo integrado de plagas (MIP), estrategia basada en la ecología del sistema agrícola y en las condiciones socioeconómicas locales, que puede generar casos exitosos de producción sostenible de cultivos de productores de pequeña escala, esto según la FAO. Diferentes estrategias de MIP, diseñadas y acordadas proactivamente por los agricultores, pueden permitirles responder a los diferentes e impredecibles desafíos de la gestión agrícola frente al cambio climático, desafíos que pueden constituir un mayor riesgo de brotes y nuevas amenazas. Asimismo, la reducción del uso de plaguicidas químicos contribuye a la presencia sostenida de los insectos benéficos que proporcionan servicios como la polinización y el control de plagas.

Si bien los investigadores pueden ayudar a adquirir y aplicar conocimientos sobre insectos plaga, es imprescindible que los agricultores participen en la elaboración y utilización de materiales, instrumentos y estrategias sostenibles para la gestión de las plagas en sus respectivos campos, ya que cada uno de ellos y sus campos están sujetos a contextos diferentes (Dangles y otros, 2010). Es probable que las diferencias entre los contextos específicos de cada productor signifiquen que una solución de gestión de plagas para el campo de un agricultor no funcione en el de otro. Esto exige metodologías en las cuales las opciones de control estén adaptadas a los contextos ambientales y socioeconómicos de cada agricultor y región (Nelson y otros, 2019).

Con esto en mente desarrollamos diferentes experimentos participativos sobre estrategias biológicas de MIP con varios

agricultores de la sierra ecuatoriana. Este esfuerzo forma parte de las actividades de investigación y creación de capacidades del proyecto LEGUMIP (Estrategias de MIP en chocho), para responder a los desafíos de la producción de esta leguminosa. El proyecto LEGUMIP, con el apoyo del Programa Colaborativo de Investigación de Cultivos (CCRP) de la Fundación McKnight, ha trabajado con los agricultores de esta región desde 2016. Dentro de este proyecto se identificaron dos de los insectos fitófagos más dañinos para el cultivo de chocho: *Delia platura*, mosca que ataca la semilla, y una mosca conocida como barrenadora del tallo (posiblemente *Lasiomma* sp.), ambas de la familia Anthomyiidae (Mina y otros, 2018). Los agricultores han tenido dificultades para controlar estas plagas, por lo que recurren al uso de insecticidas de síntesis química como única opción.

## De agricultores a agricultores-investigadores

Con base en estudios anteriores, el proyecto decidió desarrollar una serie de experimentos para probar diferentes estrategias de manejo de plagas: 1. peletización o cobertura de la semilla con tratamientos biológicos como medida de control contra la mosca de la semilla *Delia platura*; 2. utilización de trampas pegajosas colocadas en los campos de los agricultores para controlar las poblaciones adultas de mosca barrenadora del ápice. Las actividades fueron ejecutadas entre agosto y noviembre de 2019. Las estrategias se inspiraron en experimentos llevados a cabo en la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC) como parte del proyecto de Granos Andinos y en las experiencias de algunos de los agricultores. Colaboramos con 17 agricultores de cuatro comunidades de la provincia de Cotopaxi, Ecuador: Yusgsiloma, Aláquez, Chan y Cachipata. Los agricultores participaron directamente en el diseño, ejecución, recolección y análisis de datos. Los experimentos pueden enmarcarse en las tres fases que se describen a continuación.

### Fase 1: Socialización e introducción a los experimentos

En esta sesión los extensionistas presentaron datos sobre las plagas. Se plantearon dos maneras para involucrar a los agricultores en el proceso investigativo:

- Participantes activos: agricultores que participarían activamente en el experimento, autodesignados según su interés y participación en actividades previas.
- Participantes pasivos: agricultores interesados en el tema pero que, con poca disponibilidad de tiempo y campos, no podían llevar a cabo los experimentos.

El objetivo de la primera estrategia fue el control de la mosca de la semilla. Se evaluó el conocimiento de la plaga por parte de los agricultores, fomentando un diálogo sobre su biología y ecología. Se logró una lista de opciones de tratamientos biológicos y ningún participante eligió la opción de tratamiento químico. Las opciones se eligieron como más viables según la facilidad para encontrar los insumos, el costo y experiencias positivas anteriores (tabla 1). Además, los extensionistas destacaron la necesidad de tener al menos un control para permitir la comparación, en este caso, semillas sin ningún tratamiento. El experimento se realizó durante la estación seca y los agricultores se encargaron de proporcionar suficiente humedad a las semillas para asegurar que las condiciones fueran óptimas.

La segunda estrategia buscaba controlar el barrenador del tallo mediante el uso de trampas pegajosas para atrapar adultos voladores. Algunos de los agricultores ya habían usado este tipo de control anteriormente. Se describió el procedimiento para evaluar la eficacia de los diferentes colores de las trampas.



Experimentos en el campo: se colocan las trampas pegajosas de diferentes colores. ■ Autores

Tabla 1. Lista de tratamientos elegidos

N	Tratamiento	Nombre científico (Familia)
1	Harina de semillas de molle	<i>Schinus molle</i> (Anacardeaceae)
2	Jengibre + ají	<i>Zingiber officinale</i> (Zingiberaceae) + <i>Capsicum annum</i> (Solanácea)
3	Ajo + cebolla paiteña	<i>Allium sativum</i> (Liliacea) + <i>Allium cepa</i> (Amaryllidaceae)
4	Marco + ortiga + santa maría	<i>Artemisa vulgaris</i> (Corimbiferaceae) + <i>Urtica dioica</i> (Urticaceae) + <i>Tanacetum parthenium</i> (Asteraceae)
5	Ruda + hierba mora + Pullillí	<i>Ruta graveolens</i> (Rutaceae) + <i>Solanum nigrum</i> (Solanácea) + <i>Solanum</i> sp. (Solanácea)
6	Semillas sin tratar (control)	

Para el experimento los tratamientos fueron preparados a manera de infusión, macerando hojas, tallos y frutos de las plantas en mención. Elaboración propia

La participación en los experimentos estuvo abierta a los agricultores y se les pidió elegir qué estrategias les gustaría probar (era posible que eligieran ambas). Al final, 10 agricultores eligieron la estrategia 1 y siete la 2. Si bien es cierto que estos experimentos se realizaron con chocho, esto formó parte de una visión integral para el control de plagas que posteriormente puede aplicarse para diversos cultivos. Ambos montajes experimentales se colocaron en el campo durante 15 días, período en el que las plagas objetivo llevan a cabo su ataque, y duración efectiva de las trampas pegajosas.

### Fases 2 y 3: Instalación de los experimentos y recolección de datos

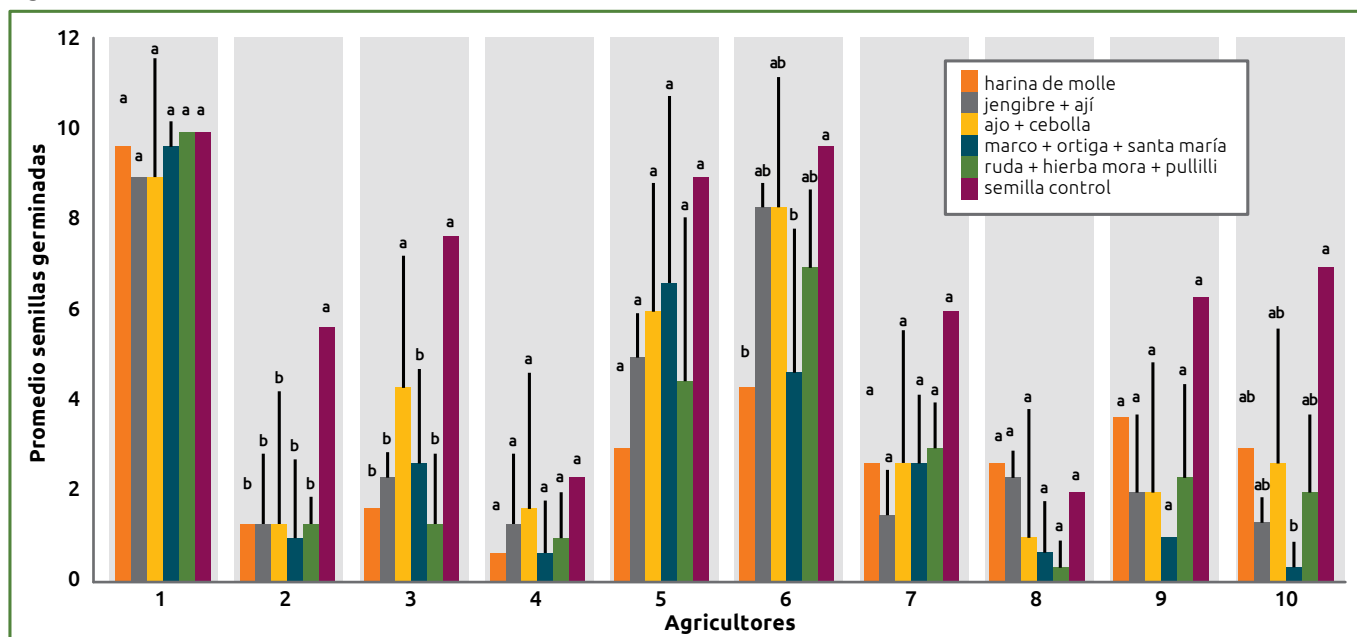
Dependiendo de la estrategia elegida, se proporcionaron insumos de investigación a cada agricultor. Los campos de estudio fueron elegidos al azar.

### Estrategia 1, semillas peletizadas

Cada tratamiento se mezcló con estiércol de cuy para formar una capa alrededor de las semillas. Se usaron cajas de huevos para separar y organizar las semillas tratadas. Cada hilera contenía semillas con un tratamiento particular y cada tratamiento tenía su propia codificación para facilitar la recopilación de datos con los agricultores. El montaje experimental de esta estrategia consistió en 10 semillas por caja para cada uno de los seis tratamientos, que se replicaron tres veces (foto p. 16). Para la recolección de datos se elaboró una hoja de registro. En la evaluación de semillas germinadas se consideraron solo las semillas libres de todo rastro de ataque de plagas. Se hizo la evaluación previa de resultados con cada agricultor y se llevaron muestras al laboratorio para confirmar los resultados de campo.

Como resultado se obtuvo gran variedad en el número de semillas germinadas entre las que fueron tratadas. Muchas tuvieron un rendimiento estadísticamente igual o incluso más bajo que el control (Prueba ANOVA y Tukey,  $P > 0,05$ ; figura 1). La alta variedad de los resultados pudo deberse a diferentes factores de los contextos de los agricultores y sus campos, como ubicación y altitud, calidad de las parcelas, distribución local de las plagas entre parcelas y prácticas de manejo. Atribuimos el bajo rendimiento de los tratamientos biológicos a la descomposición de la materia orgánica utilizada para cubrir las semillas, que habría anulado las propiedades repelentes del recubrimiento y, en cambio, habría atraído a *Delia* y otras plagas (como elatéridos) para que ovipositen en las semillas debido al olor de los recubrimientos. La atracción de plagas debido a la presencia de materia orgánica puede limitar los efectos de algunas prácticas agroecológicas (Nyamwasa y otros, 2020). Estos resultados no desalentaron a los agricultores; por el contrario, reflexionaron sobre los resultados e intentaron identificar las posibles razones que los originaron. Este proceso de reflexión colectiva condujo a la reorientación de la investigación por parte de los agricultores, en la que

Figura 1. Eficacia de los diferentes tratamientos



La eficacia de los diferentes tratamientos se midió tomando el promedio del número de germinaciones exitosas de cada tratamiento y la repetición de cada uno de los 10 agricultores participantes. Los valores más altos significan que es más efectivo. También se incluyen las barras de desviación estándar (líneas negras) para cada medición (prueba Tukey 5%). Elaboración propia.

acordaron rediseñar y volver a realizar el experimento de peletización de semillas, lo que dio lugar a la estrategia 3.

#### Estrategia 2, trampas pegajosas

Se probaron cinco colores diferentes de plásticos: rojo, amarillo, blanco, verde, azul. Cada trampa plástica tenía una dimensión de 20 x 100 cm y 0,05 mm de espesor (foto p. 18). A cada agricultor se le proporcionaron 350 ml de pegamento agrícola para untarlos en las placas). El experimento consistió en cinco tratamientos, cinco colores, cada uno replicado tres veces. Los agricultores hicieron una observación de todas las trampas en sus campos y eligieron las que, según su color, tenían más insectos. La identificación y conteo de insectos de estas trampas se realizaron en laboratorio. Paralelamente se realizó una encuesta sobre la percepción del uso y efectividad de las trampas, identificando: facilidad de preparación y colocación; color más efectivo para atrapar insectos en general y color más efectivo para atrapar insectos benéficos.

Según la encuesta, el 85% de los agricultores-investigadores piensa que es relativamente fácil preparar las trampas pegajosas. El 57% escogió la trampa amarilla como la más efectiva para atrapar insectos, y el 28,6% eligió la blanca. Paradójicamente, el 71,45% de ellos asoció las trampas amarillas como atrayentes de insectos benéficos (específicamente abejas). Comparamos estos resultados con los análisis de laboratorio, sobre todo para responder a la percepción de los agricultores sobre el daño a insectos benéficos. Determinamos que la abundancia de insectos plaga en su conjunto, comparada con los insectos benéficos, era significativamente mayor (relación de 10 a 1, figura 2). Como experiencia específica obtuvimos que, por una parte, los agricultores perciben que la trampa pegajosa puede ser particularmente perjudicial para los insectos benéficos, en particular para las abejas. Por otra parte, los efectos negativos de las trampas pegajosas en la población de insectos benéficos pueden ser menores en comparación con el uso de agroquímicos.

#### Fases 4 y 5: implementación de una nueva estrategia, seguimiento y evaluaciones finales

Durante estas últimas sesiones, se fomentó el intercambio de experiencias, resultados y lecciones aprendidas. Se concluyó

que los resultados de la estrategia 1 no habían sido favorables y se planteó un nuevo experimento como estrategia 3 (foto p. 5), en la cual se recogieron los tratamientos con los mejores resultados de la estrategia 1 (2 y 3 en la tabla 1), más el control. El montaje y recolección de datos se realizaron de la misma manera que para la estrategia 1. Encontramos que el tratamiento 2 (jengibre + ají) incrementó aproximadamente en 52% el control de la plaga, en comparación con los otros tratamientos (prueba ANOVA y Tukey,  $P < 0,001$ ).

Aunque para este experimento específico se trata de un resultado prometedor, se necesitan más pruebas que permitan reconfirmar estos resultados. No obstante, el proceso participativo de este experimento y la gran variedad de resultados entre agricultores ponen de relieve la importancia del concepto de “opciones por contexto” (Nelson y otros, 2019), en el que se demuestra la necesidad de facultar a cada agricultor para que encuentre el método de control que mejor funcione.

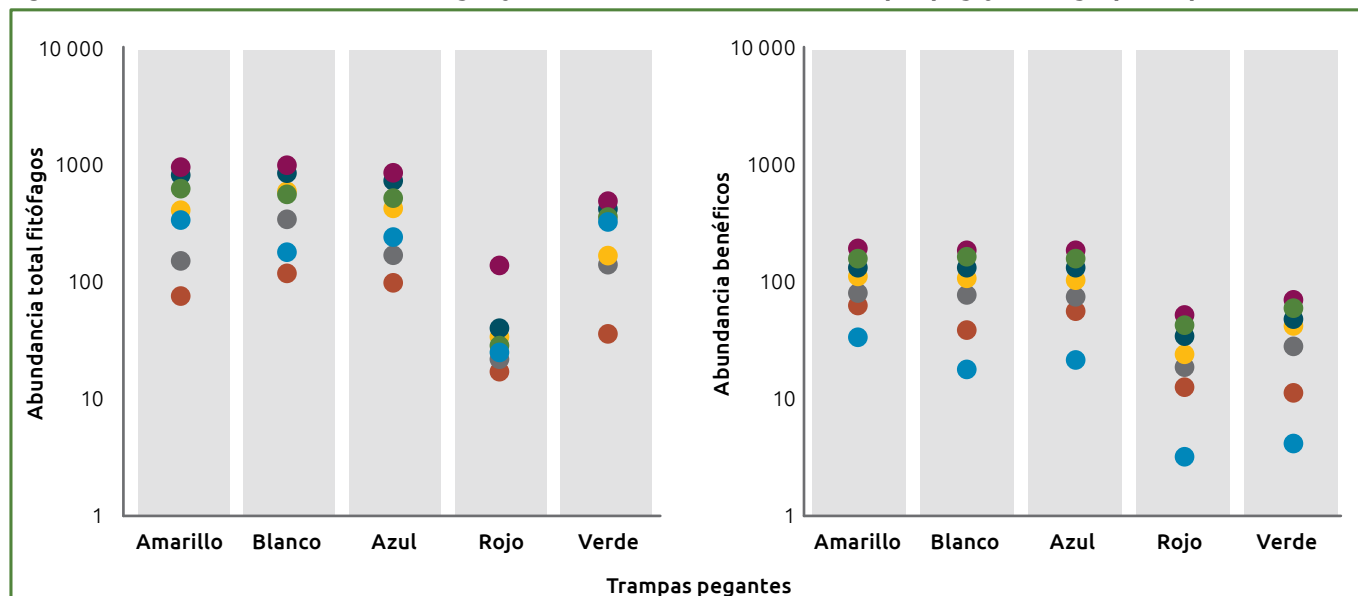
Después de reunir los datos del experimento de seguimiento se llevó a cabo una sesión final de evaluación en la que los agricultores tuvieron la oportunidad de presentar y socializar sus resultados y experiencias como agricultores investigadores.

#### Aprendiendo de una nueva experiencia

Para muchos de los agricultores este proceso resultó ser una novedad. Aunque han estado participando en el proyecto LE-GUMIP durante los tres últimos años, no habían participado en todo un proceso de investigación y menos como tomadores de decisiones. Este proceso les proporcionó un espacio cómodo para compartir sus conocimientos, ofrecer testimonios de sus experiencias y analizar juntos los resultados, lo que ha sido crucial especialmente con los resultados de la peletización de semillas que no fueron satisfactorios en campo, pero que fortalecieron el intercambio de conocimientos frente al “fracaso”. Este experimento muestra que hay que tener cuidado al recomendar o emplear soluciones biológicas o agroecológicas que no que no están adaptadas a las condiciones del lugar.

En el proceso de reflexión que han realizado los agricultores participantes, algunos comentarios mencionaron aspectos

Figura 2. **Abundancia de insectos fitófagos y benéficos contados en las trampas pegajosas, agrupados por color**



Log base 10. Cada punto representa un agricultor. Elaboración propia.

como: “Mi esposo usa algunas plantas amargas para el control de plagas en hortalizas y funcionan bien”; “Sería bueno probar nuevas mezclas de plantas amargas”; “He visto esta mezcla de plaguicidas caseros en la TV”. Esto sugiere que asumen su papel de investigadores agrícolas. Durante las sesiones de evaluación han empezado a formular ideas para posibles nuevos experimentos. Algunos de ellos se mostraron entusiastas de volver a probar los tratamientos con mejores resultados, y mencionaron que: “Sería bueno fumigar nuestras plantas con los extractos, sobre todo cuando las plantas estén grandes, para controlar las otras plagas”.

Respecto al uso de trampas los agricultores comentaron la presencia de abejas en las trampas amarillas. Sin embargo, muy pocos agricultores perciben los servicios ecosistémicos que las abejas y otros insectos benéficos proveen para los rendimientos de sus cultivos y mucho menos el daño causado al aplicar pesticidas. Incluso cuando se aplica un plan de MIP, es necesario hacer adaptaciones que consideren la conservación de los polinizadores, facilitando sinergias entre la polinización de los cultivos, las prácticas de control de plagas y los servicios ecosistémicos (concepto de manejo integrado de plagas y polinizadores (MIPP) propuesto por Egan y otros, 2020).

Resultados como este resaltan la necesidad de un proceso de codiseño de la investigación, no solo para el MIP, sino también para otros desafíos en la finca, con el objetivo de atraer e involucrar a los agricultores en el proceso investigativo. En esta experiencia puntual, la reducción o sustitución de insecticidas químicos por alternativas biológicas, es un paso en la dirección correcta para construir sistemas agrícolas más sostenibles. Esto fortalece la capacidad de los agricultores para analizar y responder a los desafíos de la agricultura, de manera que puedan ser más resilientes de cara a los efectos del cambio climático a corto y largo plazo. ●

**Diego Mina**  
dfmch.777@gmail.com

**Olivier Dangles**  
olivier.dangles@ird.fr

Laboratorio de Entomología, Museo QCAZ, Escuela de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Institut de Recherche pour le Développement, Centre d'Ecologie

Fonctionnelle et Evolutive, UMR 5175, CNRS, Université de Montpellier, Université Paul Valéry Montpellier, EPHE, IRD, Francia.

**Paolo Campo**  
paolo.campo@ird.fr

Institut de Recherche pour le Développement, Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, UMR 5175, CNRS, Université de Montpellier, Université Paul Valéry Montpellier, EPHE, IRD, Montpellier, France.

**Marco Rivera**  
marco.rivera@utc.edu.ec

**Guadalupe López**  
guadalupe.lopez@utc.edu.ec

Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.

## Referencias

- Dangles, O., Carpio, C., Villares, M., Yumisaca, F., Liger, B., Rebaudo, F. y Silvain, F. (2010). **Community-based participatory research helps farmers and scientists to manage invasive pests in the Ecuadorian Andes**. *Ambio* 39(4), pp. 325-335.
- Egan, A., Dicks, V., Hokkanen, T. y Stenberg, A. (2020). **Delivering Integrated Pest and Pollinator Management (IPPM)**. *Trends in Plant Science*, 25(6), pp. 577-589. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2020.01.006>
- Mina, D., Struelens, Q., Barragán, A. y Dangles, O. (2018). **El chocho. Un superalimento que podría convertirse en una amenaza**. *Revista Nuestra Ciencia* 20, pp. 19-21.
- Nelson, R., Coe, R. y Haussmann, B. (2019). **Farmer research networks as a strategy for matching diverse options and contexts in smallholder agriculture**. *Experimental Agriculture* 55(S1), pp. 125-144.
- Nyamwasa, I., Li, K., Zhang, S., Yin, J., Li, X., Liu, J., ... y Sun, X. (2020). **Overlooked side effects of organic farming inputs attract soil insect crop pests**. *Ecological Applications*, e02084.
- Perez, C., Nicklin, C., Dangles, O., Vanek, S., Sherwood, S., Halloy, S., ... y Forbes, G. A. (2010). **Climate change in the high Andes: Implications and adaptation strategies for small-scale farmers**. *The International Journal of Environmental, Cultural, Economic and Social Sustainability* 6, pp. 71-88.