



Mejora del rendimiento de la papa y otros tubérculos andinos Root to Food

Producto 17: TALLERES DE CAPACITACIÓN SOBRE RECONOCIMIENTO DE PLAGAS, DAÑO DE INSECTOS E INCIDENCIA DE ENFERMEDADES

Ismael Villanueva Melo-Adriana Sáenz Aponte

2023



Códigos JEL: Q16

FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria) es un mecanismo único de cooperación técnica entre países de América Latina, el Caribe y España, que promueve la competitividad y la seguridad alimentaria. Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), FONTAGRO, de sus Directorios Ejecutivos ni de los países que representan.

El presente documento ha sido preparado por Ismael Villanueva Melo, Adriana Sáenz Aponte y María del Pilar Márquez Cardona.

Copyright © 2023 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial- SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional. Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Esta publicación puede solicitarse a:

FONTAGRO

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org

www.fontagro.org



Tabla de Contenidos

Abstract.....	5
Resumen EJECUTIVO	7
Introducción.....	8
Objetivos.....	10
Resultados.....	10
Taller de capacitación sobre reconocimiento de plagas, daño de insectos e incidencia de enfermedades.....	10
Insectos plaga y enfermedades detectados en las zonas de estudio en los cultivos de tubérculos andinos.....	13
Enfermedades detectadas en cultivos de papas nativas en las zonas de estudio.....	15
Insectos plaga detectados en cultivos de papas nativas en las zonas de estudio.....	19
DISCUSIÓN	24
Conclusiones y recomendaciones	25
Referencias Bibliográficas.....	26
Instituciones participantes.....	29



Índice de Fotografías

Fotografía 1. Productores identificando daños de insectos y síntomas de enfermedades en cultivos de papa nativa y otros tubérculos andinos. A. Comunidad de Kaluyo Chico (Sacaba, Bolivia). B. Soracá (Colombia). C. C de Carupa (Colombia). D. Ventaquemada (Colombia)	11
Fotografía 2. Planilla de seguimiento del estado fitosanitario y escalas de daño-serveridad empleadas en cultivos de papa nativa y cubio. A. Ficha de recolección de datos. B. Escalas de daño. C. Escalas de severidad.....	12
Fotografía 3. Reconocimiento de daños por insectos y síntomas de enfermedades en cultivos de papa nativa y tubérculos andinos. A. Kaluyo Chico (Bolivia). B. Soracá (Colombia). C. C de Carupa (Colombia). D. Ventaquemada (Colombia).....	13
Fotografía 4. Lesiones de mancha foliar (<i>Septoria lycopersici</i> var. <i>malagutii</i>) en plantas de papa. A. Lesiones en hoja. B. Lesiones en tallo (Tomado de Bucher, 2022).....	15
Fotografía 5. Lesiones por la enfermedad tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>) en papas nativas. A. En hojas, B. En tallos (Bucher, 2022).....	16
Fotografía 6. Síntomas de costra negra o rizoctoniasis (<i>Rhizoctonia solani</i>). A. Tubérculos expuestos, B. Encrespamiento de las hojas, C. Esclerocios negros en tubérculo, D. Pudrición de la base del tallo (Tomado de Bucher, 2022).	17
Fotografía 7. Síntomas de la enfermedad gota o tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>) (Tomado de Bucher, 2022).	18
Fotografía 8. Escala de severidad de tizón tardío en hojas, expresada en porcentaje.	18
Fotografía 9. Daños ocasionados por pulguilla (<i>Epitrix</i> spp.).....	20
Fotografía 10. Adulto del minador o tostón y minas presentes en follaje.	21
Fotografía 11. Trampa amarilla para el monitoreo del minador o tostón (Tomado de Valbuena et al., 2019).....	21
Fotografía 12. Daño ocasionado por la larva de la polilla guatemalteca en tubérculos de papas nativas.	22
Fotografía 13. Trampa con feromona para el monitoreo de machos de la polilla guatemalteca .	22
Fotografía 14. Adulto, larva y pupa de tominejo (<i>Phthorimaea percuella</i>) (Tomado de Bucher, 2022).....	23
Fotografía 15. Pulgones. A. <i>Myzus persicae</i> , B. <i>M. persicae</i> y <i>Rhopalosiphoninus latysiphon</i> (Tomado de Bucher, 2022).....	24



ABSTRACT

Tubérculos andinos como la papa (*Solanum tuberosum* L.) y el cubio (*Tropaeolum tuberosum*) son esenciales para la seguridad alimentaria de los agricultores andinos, quienes cultivan y mantienen la diversidad de estos tubérculos en sus parcelas, bajo esquemas de agricultura familiar. Sin embargo, los rendimientos, particularmente de las variedades tradicionales, son bajos. Una de las causas fundamentales de los bajos rendimientos y la mala calidad del producto obtenido, es la mala calidad de la semilla empleada. En efecto, los pequeños agricultores andinos tienen cada vez más dificultades para conseguir semillas de calidad, principalmente de variedades tradicionales.

Además, estos materiales de siembra de mala calidad deben enfrentar otras presiones ambientales y que son consecuencia de prácticas de manejo de monocultivo, con uso excesivo de agroquímicos, agotamiento y pérdida de fertilidad de los suelos, pérdida de diversidad en las variedades sembradas, bajos controles de plagas y enfermedades por el desconocimiento de estas. Todo lo anterior viéndose agravado por los efectos del cambio climático global.

El proyecto “Mejora en el rendimiento de la papa y otros tubérculos andinos - Root to Food” tiene como finalidad fortalecer la economía de unidades de producción agrícola familiar de Bolivia y Colombia productoras de papas nativas y tubérculos andinos, a través del desarrollo participativo de paquetes tecnológicos y encadenamientos productivos que impacten en la conservación, valorización, mejora del rendimiento y sostenibilidad ambiental de los cultivos.

El proyecto cuenta con tres componentes: 1) fortalecimiento del tejido social, organizacional y empresarial de familias productoras de papa nativa y tubérculos andinos; 2) conservación y obtención sostenible de semilla de buena calidad de papa y tubérculos andinos para la agricultura familiar; 3) innovación agroecológica para el manejo integrado de plagas de papa y tubérculos andinos en unidades de producción agrícolas familiares. Dentro de cada uno de estos componentes se realizan acciones conjuntas entre los participantes, bajo el esquema de Innovación Rural Participativa (IRP), con el fin de contribuir a mejorar la calidad de la semilla, los rendimientos en la producción, la sostenibilidad ambiental y social, de manera que redunden en la seguridad alimentaria de las comunidades.

En este proyecto participan la Pontificia Universidad Javeriana – sede Bogotá de Colombia (organismo ejecutor), la Corporación PBA de Colombia y la Universidad Mayor de San Simón de Bolivia (organismos co-ejecutores). Asociaciones de pequeños productores de papa en Colombia y el municipio de Sacaba en Bolivia en donde se encuentran los agricultores quienes son beneficiarios directos del proyecto.



Andean tubers such as potato (*Solanum tuberosum* L.) and mahua (*Tropaeolum tuberosum*) are essential for the food security of the Andean farmers, who cultivate and maintain the diversity of these tubers in their plots, under family farming schemes. However, yields, particularly of traditional varieties, are low. One of the root causes of the low yields and inadequate quality of the product obtained is the poor quality of the seed used. Indeed, small Andean farmers are finding it increasingly difficult to obtain quality seeds, from traditional varieties.

In addition, these poor-quality planting materials must face other environmental pressures and are a consequence of monoculture management practices, with excessive use of agrochemicals, exhaustion and loss of soil fertility, loss of diversity in the varieties sown, low pest and disease controls due to lack of knowledge of them. All of this is compounded by the effects of global climate change.

The project "Improvement in the yield of potato and other Andean tubers - Root to Food" aims to strengthen the economy of family agricultural production units of Bolivia and Colombia producing native potatoes and Andean tubers, through the participatory development of technological packages and productive linkages that impact the conservation, valorization, improvement of yield and environmental sustainability of crops.

The project has three components: 1) strengthening the social, organizational, and business fabric of families producing native potatoes and Andean tubers; 2) conservation and sustainable production of good quality potato seed and Andean tubers for family farming; 3) agroecological innovation for the integrated management of potato pests and Andean tubers in family agricultural production units. Within each of these components joint actions are carried out among the participants, under the Participatory Rural Innovation (IRP) scheme, in order to contribute to improve seed quality, yields in production, environmental and social sustainability, so as to ensure food security for communities.

The Pontificia Universidad Javeriana - Bogota Colombia (executing agency), the PBA Corporation of Colombia and the Universidad Mayor de San Simón of Bolivia (co-executing organizations) participate in this project. Associations of small potato producers in Colombia and producers of the municipality of Sacaba, are the direct beneficiaries of the project.

RESUMEN EJECUTIVO

La papa es uno de los cultivos más importantes para los pequeños productores en las regiones altoandinas de países como Colombia y Bolivia, siendo un alimento básico en sus canastas familiares. Dentro de la amplia diversidad de este tubérculo, se encuentran las papas nativas, reconocidas por su sabor, textura, variedad de formas, colores en la piel, pulpa y adaptabilidad a diversas condiciones bióticas y abióticas. Estos tubérculos andinos suelen cultivarse en pequeñas áreas bajo sistemas de producción tradicionales o en huertas caseras cercanas a las viviendas. En la actualidad, se promueve activamente la conservación de estas especies, debido a su valor nutricional, nutracéutico y potencial uso en la agroindustria.

Los cultivos de papas nativas y tubérculos andinos son susceptibles a varias enfermedades, insectos y moluscos, que afectan la calidad y producción de los tubérculos. Algunas de las enfermedades más comunes incluyen la gota o tizón tardío (*Phytophthora infestans*), nematodos (*Meloidogyne* spp.), costra negra de la papa (*Rhizoctonia solani*) y polvillo blanco (*Oidium* spp.). En cuanto a insectos, se han identificado especies como el gusano blanco (*Premnotrypes vorax*), la polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*), chizas (*Ancognatha scarabaeoides*, *Ancognatha ustulata*, *Ancognatha vulgaris*, *Phyllophaga obsoleta*), pulguilla (*Epitrix* spp.), tostón o minador (*Lyriomyza* spp.) y pulgones (*Macrosiphum euphorbiae*). En cuanto a los moluscos, el más común, corresponde a las babosas (*Milax gagates*).

Actualmente, se desconoce la incidencia y daño de estas plagas presentes en los cultivos de papas nativas y tubérculos andinos en Bolivia y Colombia. Con el fin de conocer el daño y la incidencia de estas plagas, se desarrollaron talleres prácticos de capacitación en la comunidad de Kaluyo chico (Sacaba, Bolivia), Carmen de Carupa (Cundinamarca, Colombia), Soracá (Boyacá, Colombia) y Ventaquemada (Boyacá). Los talleres consistieron en reconocer las enfermedades e insectos, realizar el monitoreo y la toma de datos de las plagas con mayor incidencia y daño en los cultivos establecidos en las zonas de influencia del proyecto Root to Food. Para ello, se emplearon fichas de recolección de datos, escalas de severidad y daño.

Finalmente, la identificación de las enfermedades e insectos de mayor incidencia y daño en los cultivos permitió establecer de manera oportuna, las estrategias de manejo integrado de las plagas, para reducir costos e incrementar el rendimiento de producción, además de mejorar la rentabilidad del cultivo y minimizar la contaminación ambiental, debido a la disminución de aplicaciones de agroquímicos que en muchos casos son excesivas o innecesarias.

Esta nota técnica complementa las notas técnicas 15 y 16 en las que se abordan más detalladamente las temáticas desarrolladas para el manejo de plagas en el cultivo. El registro fotográfico de daños y síntomas presentes recogido durante los talleres, es el material principal para la creación del primer prototipo de la aplicación digital (APP), que será registrado en la nota 18.



PALABRAS CLAVE

Monitoreo, reconocimiento, identificación, escalas de daño, insectos plaga, enfermedades plaga, papas nativas, tubérculos andinos.

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es un producto de gran importancia para la agricultura, economía, seguridad alimentaria e industria. Se siembra en más de 100 países, lo que la convierte en uno de los principales cultivos a nivel mundial y la tercera fuente de consumo más grande después del maíz (*Zea mays*) y el trigo (*Triticum* spp.). En los Andes, es el cultivo principal sembrado por las unidades agrícolas familiares y principal producto en su canasta familiar (Moreno *et al.*, 2009; Tinjacá y Rodríguez, 2015). Las papas nativas son consideradas variedades domesticadas, seleccionadas y conservadas por las culturas precolombinas altoandinas. Son tubérculos reconocidos y usados por sus características organolépticas: agradable sabor, textura, variedad de formas, colores de la piel, la pulpa y tolerancia a distintas condiciones bióticas y abióticas (Cerón *et al.*, 2009). Las papas amarillas, por ejemplo, tienen un alto contenido de vitamina C; las papas rojas o moradas contienen antocianinas y antioxidantes, los cuales previenen enfermedades degenerativas. La producción de papas nativas es destinada principalmente para el autoconsumo y en menor proporción a pequeños mercados locales (Moreno *et al.*, 2011; Vera, 2020).

Los tubérculos andinos como la ruba (*Ullucus tuberosus* Caldas), la ibia (*Oxalis tuberosa* Molina) y el cubio (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav.), se distribuyen ampliamente en toda la región de los Andes. Estos cultivos se encuentran sembrados en pequeñas áreas, ya sea bajo sistemas de producción tradicionales o en huertas caseras cercanas a las viviendas (Clavijo *et al.*, 2011; Clavijo y Pérez, 2014). Se caracterizan por su manejo sostenible, con poca mecanización, reducido uso de plaguicidas y fertilizantes químicos. En su lugar, se prefiere el uso de abonos orgánicos (Clavijo, 2017; Clavijo, 2019). Estos cultivos se caracterizan por tener la capacidad de tolerar bajas temperaturas, falta de disponibilidad de agua y suelos pobres en nutrientes y resistencia a algunas plagas. Además, ofrecen un gran aporte nutricional, nutraceutico y agroindustrial (Pérez, 2009; Aguirre *et al.*, 2012; Clavijo y Pérez, 2014; Clavijo *et al.*, 2014; Jaramillo, 2016).

En cuanto a los problemas fitosanitarios de las papas nativas, se han reportado diferentes plagas. Las enfermedades más comunes son la gota o tizón tardío (*Phytophthora infestans*), roselinia (*Rosellinia* spp.), nematodos (*Meloidogyne* spp.), sarna polvorienta o roñosa polvosa (*Spongospora subterranea*) y costra negra de la papa (*Rhizoctonia solani*) (Vera, 2020). Los insectos más comunes son el gusano blanco (*Premnotrypes vorax*, Coleóptera: Curculionidae),



polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*, Lepidóptera: Gelechiidae), palomilla (*Phthorimaea operculella*, Lepidóptera: Gelechiidae), Chizas (*Ancognatha scarabaeoides*, *Ancognatha ustulata*, *Ancognatha vulgaris* *Phyllophaga obsoleta*, Coleóptera: Melolonthidae), pulguilla (*Epitrix cucumeris*, Coleóptera: Chrysomelidae), tostón o minador (*Lyriomyza quadrata*, Díptera: Agromyzidae), y algunos moluscos como la babosa (*Milax gagates*, Stylommatophora: Milacidae) (Moreno *et al.*, 2003; González, 2011).

Dentro de los problemas fitosanitarios que afectan a los tubérculos andinos, se destaca la presencia de polvillo blanco (*Oidium* spp.), como una de las enfermedades limitantes; el comedor de la raíz (*Agrotis* sp., Lepidóptera: Noctuidae), gusano de tierra (*Copitarsia turbata*, Lepidóptera: Noctuidae), pulgones (*Macrosiphum euphorbiae*, Hemíptera: Aphididae), trips (*Franklinella tuberosi*, Thysanoptera: Thripidae), pulguilla (*Epitrix subcrinita*, Coleóptera: Chrysomelidae) (Pérez, 2009; Aguirre *et al.*, 2012; Jaramillo, 2016; Mendieta, 2019).

Actualmente, en las zonas de estudio vinculadas al proyecto Root to Food, no se conoce cuáles son los problemas fitosanitarios con mayor incidencia. Por esta razón, se llevaron a cabo talleres prácticos de capacitación relacionados con el reconocimiento de insectos y su daño, enfermedades y síntomas, con el fin de establecer un monitoreo que permita desarrollar e implementar estrategias de manejo que promuevan la conservación de la agrobiodiversidad, y el cuidado del medio ambiente.



OBJETIVOS

El objetivo general del proyecto Root to Food es fortalecer la economía de unidades de producción agrícola familiar de Bolivia y Colombia, que se dedican a la producción de papas nativas y tubérculos andinos. Esto se realiza a través del desarrollo participativo de paquetes tecnológicos y encadenamientos productivos, con el propósito de impactar positivamente en la conservación, valorización, mejora del rendimiento y sostenibilidad ambiental de los cultivos.

Entre los objetivos específicos planteados para lograr este propósito, se estableció desarrollar innovaciones agroecológicas, para el manejo integrado de plagas en los cultivos de papa y tubérculos andinos. Para ello, se realizaron talleres de capacitación a los pequeños productores de Bolivia y Colombia, sobre identificación de plagas, daños causados por insectos, síntomas de enfermedades y monitoreo, que les permita implementar herramientas para la toma de decisiones en el manejo de los cultivos.

RESULTADOS

Taller de capacitación sobre reconocimiento de plagas, daño de insectos e incidencia de enfermedades.

Este taller se llevó a cabo con pequeños productores de la comunidad de Kaluyo Chico en el distrito de Palca (municipio de Sacaba, Bolivia), Asoagroalzal (Carmen de Carupa, Cundinamarca, Colombia), Coinpacol (Soracá, Boyacá, Colombia) y Junta de acción comunal de la vereda Supatá (Ventaquemada, Boyacá). Inicialmente se realizó un recorrido dentro de los lotes de papa nativa y tubérculos andinos, establecidos en cada zona de estudio (Fotografía 1). Se explicó cómo hacer un monitoreo de plagas, su importancia y cómo esta práctica, al ser implementada contribuye en mejorar los rendimientos, reduce el uso de agroquímicos y minimiza los costos de producción. Cada participante identificó las plagas con mayor incidencia, los daños/síntomas que se observaron en las plantas.



Fotografía 1. Productores identificando daños de insectos y síntomas de enfermedades en cultivos de papa nativa y otros tubérculos andinos. A. Comunidad de Kaluyo Chico (Sacaba, Bolivia). B. Soracá (Colombia). C. C de Carupa (Colombia). D. Ventaquemada (Colombia)

Durante las jornadas se hizo énfasis en que el monitoreo en los cultivos de papas nativas y otros tubérculos andinos se debe realizar durante todo el crecimiento y desarrollo del cultivo. Desde la obtención de la semilla, hasta la postcosecha, cada semana o 15 días, evaluando un número de plantas por área, para definir los problemas fitosanitarios más limitantes. Igualmente, para esto, se deben emplear escalas de daño o severidad en la hoja y/o en la planta. Las escalas dependen del insecto o la enfermedad que este afectando al cultivo (Fotografía 2) (Moreno *et al.*, 2003; DANE y MADR, 2013; CCB, 2015; Vera, 2020).

A

FONTAGRO

Mejora del rendimiento de la papa y otros tubérculos andinos (Root to Food)

SENA DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y MUESTREO CAPAS MEXICA Y TUBERCULOS MEXICO

Fecha de recolección: _____ Nombre del monitor de datos: _____ Municipio: _____

Nombre de la finca: _____ Departamento: _____ Parcela: _____

Número o nombre del monitor	Área de la planta (m ²)	GOTA O TIZÓN TARDÍO		SABAZA		PULGUILLA		TIZÓN O MALLÓN		OBSERVACIONES
		No. de tallos afectados	Porcentaje de tallos en el total (%)	No. de tallos afectados	Porcentaje de tallos en el total (%)	No. de plantas afectadas	Porcentaje de tallos en la parcela	No. de plantas afectadas	Porcentaje de tallos en la parcela	

B

Nivel de daño	Característica	Nivel de daño	Característica	Nivel de daño	Característica
0	Sin daño	0	Sin daño	0	Sin daño
1	Muy poco daño	1	Muy poco daño	1	Muy poco daño
2	Poco daño	2	Poco daño	2	Poco daño
3	Daño común	3	Daño común	3	Daño común
4	Daño fuerte	4	Daño fuerte	4	Daño fuerte

C

Grado	Observaciones	TIZÓN TEMPRANO O ALTERANCIA	GOTA O TIZÓN TARDÍO
0	0 % todas las hojas sanas		
1	10 % manchas en hojas inferiores		
2	20 % manchas en la mayoría de las hojas inferiores y algunas del centro		
3	30 % manchas en todas las hojas inferiores y algunas del centro		
4	40 % atizamiento en hojas inferiores		
5	50 % tizón en hojas inferiores y atizamiento en la mayoría de las del centro		
6	60 % tizón en hojas inferiores y la mayoría del centro		
7	70 % tizón en hojas inferiores y en todas las del centro		
8	80 % tizón en hojas inferiores, todas las del centro y atizamiento superior		
9	100 % tizón en todas las hojas		

Fotografía 2. Planilla de seguimiento del estado fitosanitario y escalas de daño-serveridad empleadas en cultivos de papa nativa y cubio. A. Ficha de recolección de datos. B. Escalas de daño. C. Escalas de severidad

Asimismo, con el objeto de crear el primer prototipo de la aplicación digital (APP) como apoyo para el manejo integrado de insectos y enfermedades plaga, se tomaron 390 fotografías de plantas-tubérculos sanos y afectados por gota, pulguilla, minador y polilla guatemalteca, seleccionados por los productores en el monitoreo. Estas imágenes fueron utilizadas para crear una base de datos, la cual permitió el desarrollo de un algoritmo para identificar y diagnosticar de manera precisa, síntomas y daños en los lotes de producción.

En los núcleos de investigación participativa de papas nativas y otros tubérculos andinos establecidos en Colombia, los productores trabajaron durante el desarrollo del cultivo con las escalas de daño y severidad, llevando a cabo una comparación visual entre la afectación de las plantas (Fotografía 3). Los datos obtenidos, se registraron en la planilla o ficha (Fotografía 2), lo que permitió realizar un análisis fitosanitario preciso de los cultivos.




Fotografía 3. Reconocimiento de daños por insectos y síntomas de enfermedades en cultivos de papa nativa y tubérculos andinos. A. Kaluyo Chico (Bolivia). B. Soracá (Colombia). C. C de Carupa (Colombia). D. Ventaquemada (Colombia).

Insectos plaga y enfermedades detectados en las zonas de estudio en los cultivos de tubérculos andinos.

Durante las jornadas los productores en Bolivia y Colombia no evidenciaron daños por insectos o enfermedades en las plantas y semilla de tubérculos andinos (cubios), (Fotografía 3D). Sin embargo, se hizo énfasis en algunas plagas que pueden presentarse y las recomendaciones para su manejo:

- **Babosa (*Milax gagates*).** Conocidas por ser plagas de los jardines, plantas ornamentales, frutales, leguminosas, musáceas, viveros y de hortalizas sembradas en exteriores o en invernaderos, por lo cual, su rango de hospederos es amplio. Es una plaga de los cultivos de papa nativa y cubios (ICA, 2011; Rodríguez y Villamizar, 2018). Se alimentan de brotes nuevos, hojas y en algunas ocasiones de los tubérculos. Los daños de las babosas se evidencian como orificios, raspados o cortes. Esto provoca una reducción del área fotosintética y afecta el crecimiento de la planta (Porras y Herrera, 2015; Valbuena *et al.*, 2019). Para el monitoreo de esta plaga, se emplean trampas para atraer a las babosas, recolectarlas y eliminarlas. Se pueden utilizar cebos con lechuga, ahuyama con melaza o envases de plástico con cerveza. Las trampas y/o cebos se colocan en los bordes y dentro del cultivo. Luego de dos a tres días, se levantan las trampas, se eliminan las babosas y se colocan nuevas trampas o cebos. Se recomienda colocar un mínimo de



cinco trampas en los bordes del campo, cerca de las zonas de mayor humedad. El monitoreo, generalmente debe realizarse en horas de la mañana (ICA, 2011).

- **Chizas, gallina ciega (*Ancognatha scarabaeoides*, *Ancognatha ustulata*, *Ancognatha vulgaris*, *Phyllophaga obsoleta*).** Plaga de amplia distribución y polífaga (pastos, flores, hortalizas, cereales, leguminosas, papa). Los daños son ocasionados por las larvas. Estas cortan y consumen las raíces de las plantas. En los tubérculos, las larvas forman agujeros grandes e irregulares. En consecuencia, los tubérculos pierden su calidad y se vuelven susceptibles a la incidencia de hongos y bacterias del suelo (Herrera *et al.*, 2000; Román y Hurtado, 2002; Porras y Herrera, 2015; Valbuena *et al.*, 2019).

El monitoreo se realiza antes de la siembra, observando directamente el suelo y captura manual, en la etapa de tuberización y durante la madurez fisiológica. En la cosecha, se emplea una escala para conocer el daño ocasionado por la plaga en los tubérculos (Herrera *et al.*, 2000; Valbuena *et al.*, 2019).

- **Comedor de la raíz, gusano trozador (*Agrotis spp.*, *Copitarsia turbata*).** Insectos polípagos que atacan en los primeros estados de desarrollo del cultivo. Las larvas se alimentan de las hojas, ramas y tallos de las plantas recién emergidas. Los daños se evidencian por la caída de plántulas, alimentación en la base de los tallos y hoja. Este insecto ocasiona retraso en el crecimiento y marchitamientos (ICA, 2011). Para el monitoreo, se evalúan en un metro lineal las plantas cortadas o con daños característicos por la plaga. Los daños se expresan en porcentaje, su cálculo se estima y promedia con el número de plantas sanas y dañadas. El manejo se inicia con daños mayores al 5 % (ICA, 2011).
- **Oídio, cenizo, cenicilla, polvillo blanco, mal blanco o mildew polvoso (*Oidium spp.*).** Enfermedad distribuida a nivel mundial, con amplio rango de hospederos y condiciones térmicas e hídricas. Produce daños directos en las hojas, disminuyendo la capacidad fotosintética y destrucción del follaje. Los síntomas inician con pequeñas manchas de color blanco pulverulentas en el haz de las hojas, hasta cubrirla de polvo o ceniza. El tejido afectado desarrolla una coloración amarilla y finalmente una necrosis bajo las manchas; la hoja muere y cae. También puede invadir los tallos y pecíolos (Herrera *et al.*, 2000; Moreno *et al.*, 2003). El monitoreo se realiza en las plantas que muestren síntomas de la enfermedad. Para establecer la incidencia, se monitorea un mínimo de 10 plantas/parcela y se calcula el porcentaje de incidencia. Así mismo, se recomienda aplicar una escala de grado de afectación siguiendo las recomendaciones de ICA y la Cámara Procultivos (ANDI, 2015).

Enfermedades detectadas en cultivos de papas nativas en las zonas de estudio.

En Bolivia se identificaron varias enfermedades en el cultivo de papa nativa. La mancha foliar de *Septoria* (*Septoria lycopersici* var. *malagutii*) presentó una incidencia entre el 82% y 100%, con severidad en la planta que osciló entre el 3% y 27%. El tizón temprano (*Alternaria solani*) mostró una incidencia entre el 13% y 33%, con severidad menor al 2%. También se detectó la costra negra o rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*) con una incidencia superior al 13% y severidad del 10%. Por otra parte, los productores de Bolivia y Colombia identificaron la enfermedad de gota o tizón tardío (*Phytophthora infestans*). En Bolivia, la incidencia de esta enfermedad superó el 4% y alcanzó una severidad máxima del 15%, mientras en Colombia, la incidencia fue 100 %, con severidad en la planta entre 30% y 45%.

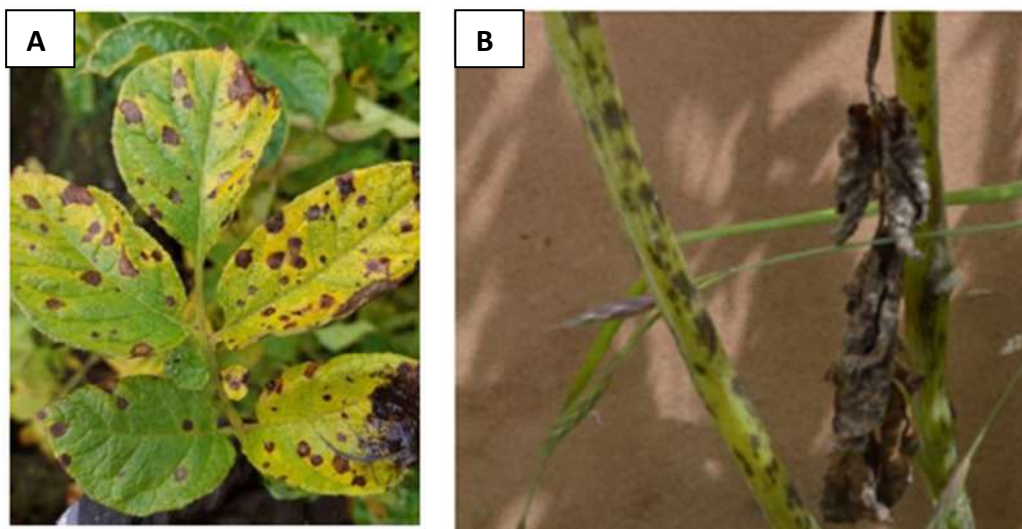
A continuación, se describe la sintomatología que permiten el monitoreo de estas enfermedades:

- **Mancha foliar de *Septoria* (*Septoria lycopersici* var. *malagutii*).** La mancha foliar por *Septoria* es de importancia en las regiones altoandinas. Puede ocasionar hasta un 60 % de pérdida del área foliar de la planta (Coca *et al.*, 2014). Los principales síntomas son pequeñas manchas redondas con un centro grisáceo a marrón claro y un margen oscuro (Fotografía 4). En estados avanzados de la enfermedad produce la muerte prematura del follaje (Bucher, 2022). El monitoreo se realiza en 10 plantas/parcela. Se calcula el porcentaje de incidencia y se determina la severidad con una escala de afectación en la hoja (Coca y colaboradores 2014).



Fotografía 4. Lesiones de mancha foliar (*Septoria lycopersici* var. *malagutii*) en plantas de papa. A. Lesiones en hoja. B. Lesiones en tallo (Tomado de Bucher, 2022).

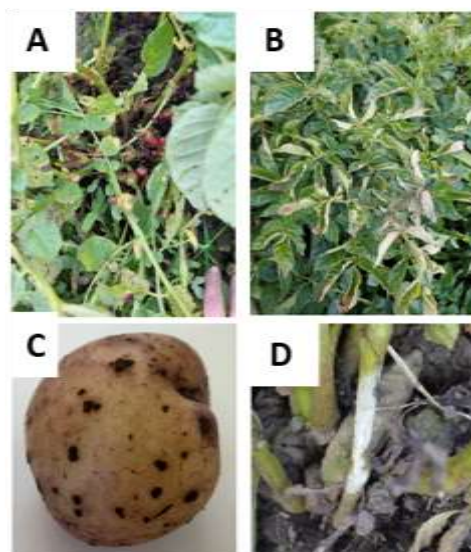
- **Tizón temprano (*Alternaria solani*)**. Es una enfermedad de distribución mundial, especialmente en zonas de climas fríos y con periodos secos (Castro y Contreras, 2011; ICA, 2011). Esta enfermedad afecta principalmente hojas y los primeros síntomas se presentan con la formación de los tubérculos. El síntoma característico es la aparición de manchas circulares a irregulares de color café oscuras, en forma de anillos concéntricos, rodeadas con un halo verde pálido a amarillento o clorótico (Fotografía 5) (Herrera *et al.*, 2000; Acuña y Cádiz, 2011; Bucher, 2022). El monitoreo se realiza evaluando 15 plantas/parcela y se calcula el porcentaje de incidencia. Así mismo, se recomienda aplicar una escala de afectación en la planta (ICA y Cámara Procultivos ANDI, 2015; EPPO 2008).



Fotografía 5. Lesiones por la enfermedad tizón temprano (*Alternaria solani*) en papas nativas. A. En hojas, B. En tallos (Bucher, 2022).

- **Costra Negra o rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*)**. Es una enfermedad del suelo y es considerada típica en los cultivos de papa, especialmente bajo condiciones de alta humedad y bajas temperaturas (Castro y Contreras, 2011; Porras y Herrera, 2015). En los brotes, tallos y estolones, se observa necrosis café-rojizo y estrangulamiento en los tejidos nuevos (Fotografía 6). Se presenta en plantas débiles y con problemas de crecimiento (Valbuena *et al.*, 2019). En los tubérculos maduros, se forman esclerocios de color castaño oscuro a negro, con apariencia de terrones, tubérculos con grietas en su superficie, malformaciones y necrosis en el extremo de unión con el estolón (Herrera *et al.*, 2000;

ICA, 2011; Bucher, 2022). El monitoreo se realiza en las plantas que muestren síntomas de la enfermedad. Para establecer la incidencia, se evalúan 10 plantas/parcela y se calcula el porcentaje de incidencia. Así mismo, se recomienda aplicar una escala de grados de afectación en las plantas y sobre los tubérculos al final de la cosecha (ICA y Cámara Procultivos ANDI, 2015; Brewer y Larkin, 2005).



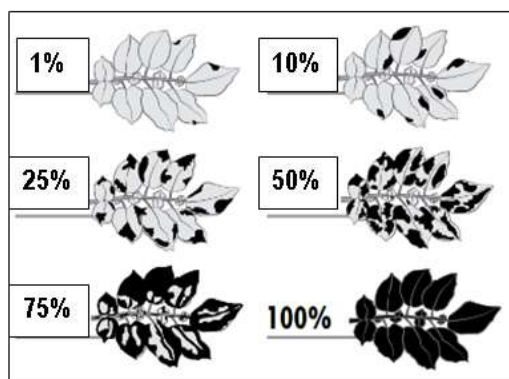
Fotografía 6. Síntomas de costra negra o rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*). A. Tubérculos expuestos, B. Encrespamiento de las hojas, C. Esclerocios negros en tubérculo, D. Pudrición de la base del tallo (Tomado de Bucher, 2022).

- **Gota o tizón tardío (*Phytophthora infestans*)** Es una de las principales enfermedades del cultivo de papa en muchas regiones del mundo (Fry, 2008; Pérez y Forbes, 2008). Afecta hojas, tallos y tubérculos. En hojas y tallos, los primeros síntomas aparecen como lesiones pequeñas de color verde claro a oscuro, de forma circular a irregular de aspecto húmedo o aceitoso. Estos síntomas aparecen primero en las hojas inferiores y puede presentarse en las hojas superiores, si las condiciones climáticas son favorables (Fotografía 7) (Tsedaley, 2014; Porras y Herrera, 2015; Valbuena et al., 2019).



Fotografía 7. Síntomas de la enfermedad gota o tizón tardío (*Phytophthora infestans*) (Tomado de Bucher, 2022).

Para el monitoreo, se realiza un muestreo de 15 a 20 plantas/parcela, evaluando hojas y/o planta. Se calcula el porcentaje de incidencia, es decir, la relación entre el número de hojas o plantas afectadas y el número total de hojas o plantas (enfermas y sanas). Así mismo, se recomienda aplicar una escala de grado de afectación. En esta se evalúa el porcentaje del área foliar afectada en una hoja (Fotografía 8) y en la planta (Cruickshank et al., 1982; ICA y Cámara Procultivos ANDI, 2015).



Fotografía 8. Escala de severidad de tizón tardío en hojas, expresada en porcentaje.



Insectos plaga detectados en cultivos de papas nativas en las zonas de estudio.

En cuanto a insectos plaga, en Bolivia se observó que *Phthorimaea operculella* fue la especie con mayor daño, con un rango de uno a nueve individuos durante el ciclo del cultivo. Además, se identificaron dos especies de pulgones presentes: *Myzus persicae* y *Rhopalosiphoninus latysiphon*. En Colombia, se registraron daños ocasionados por tres plagas: pulguilla (*Epitrix* spp.), minador o tostón (*Liriomyza* spp.) y la polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*). La incidencia de la pulguilla fue del 100%, con daños que oscilaron entre el 5% y 45%. En cuanto al minador o tostón, se reportó una incidencia del 100%, con daños inferiores al 25%. Por otro lado, la polilla guatemalteca afectó al 100% de los cultivos, con porcentajes de daños entre el 10% y el 25%.

A continuación, se describen los daños identificados con los productores en campo, al realizar el monitoreo en los cultivos:

- **Pulguilla (*Epitrix* spp.).** Cucarrones de color negro a café brillante. El adulto ocasiona orificios de diferente tamaño o cicatrices redondas y claras en el haz de las hojas por su alimentación en brotes y hojas expandidas (fotografía 9) (ICA, 2011; Porras y Herrera, 2015; Valbuena *et al.*, 2019). El monitoreo se realiza desde la emergencia del cultivo, observando la presencia de orificios por foliolo y planta. La evaluación se realiza en las partes intermedias y más jóvenes de la planta, teniendo en cuenta el nivel de daño (0: sin daño; 1: muy poco daño; 2: poco daño; 3: daño común; 4: daño fuerte).



Fotografía 9. Daños ocasionados por pulguilla (*Epitrix* spp.)

- **Tostón o minador (*Liriomyza* spp.).** Sus plantas hospederas son papa, tomate, ají, apio, habichuela, arveja, cebolla, cilantro, espinaca, haba, lechuga, pimentón, remolacha, repollo, entre otras. Las larvas realizan pequeñas perforaciones en ambas superficies de la hoja al alimentarse, observándose minas en forma de serpentina (Fotografía 10). Los daños forman parches grandes que dan un aspecto clorótico al follaje hasta secarse. Esto ocasiona pérdida de área foliar y reducción de la capacidad fotosintética de la planta, reduciendo rendimientos (Castro y Contreras, 2011; Porras y Herrera, 2015; Valbuena *et al.*, 2019).



Fotografía 10. Adulto del minador o tostón y minas presentes en follaje.

Para el monitoreo, se recomienda el uso de trampas de pegante amarillas (50 x 50 cm) (Fotografía 11), ubicando 23 trampas/10 m/ha, posterior al aporque. La superficie de la trampa debe estar orientada en la dirección del viento (Román y Hurtado, 2002; Moreno *et al.*, 2003; Valbuena *et al.*, 2019).



Fotografía 11. Trampa amarilla para el monitoreo del minador o tostón (Tomado de Valbuena *et al.*, 2019).

- **Polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*).** Es una plaga de gran impacto agronómico en el cultivo de papa. La larva se alimenta del tubérculo ocasionando galerías, lo cual lleva a un deterioro y daños secundarios por patógenos (Fotografía 12). Los daños se presentan en

campo y almacenamiento (Herrera *et al.*, 2000; DANE y MADR, 2014; Porras y Herrera, 2015; Valbuena *et al.*, 2019).



Fotografía 12. Daño ocasionado por la larva de la polilla guatemalteca en tubérculos de papas nativas.

Para el monitoreo, se recomienda el uso de trampas con feromonas sexuales como atrayente, instalando cuatro trampas alrededor del lote, previamente a la preparación del terreno. Con este método, se detectan focos de la plaga y se hace un manejo de la población de machos mediante su captura. Las trampas se construyen utilizando frascos plásticos en los que se deposita la feromona (Fotografía 13) (Herrera *et al.*, 2000; ICA, 2011; Argüello *et al.*, 2012; DANE y MADR, 2014; CCB, 2015; Porras y Herrera, 2015; Valbuena *et al.*, 2019). Si el promedio del número de individuos machos durante las primeras semanas del cultivo es superior a 50, se incrementa el número de trampas a ocho. Estas nuevas trampas deben ser instaladas y distribuidas dentro del cultivo (Herrera *et al.*, 2000; ICA, 2011; Argüello *et al.*, 2012; DANE y MADR, 2014; CCB, 2015; Porras y Herrera, 2015; Valbuena *et al.*, 2019).



Fotografía 13. Trampa con feromona para el monitoreo de machos de la polilla guatemalteca

- **Tominejo (*Phthorimaea percuella*)**. Es una plaga ampliamente distribuida y afecta varias especies de solanáceas. El adulto es una polilla de siete a nueve milímetros de longitud. Sus alas son de color gris con manchas negras y terminan en flecos. Las larvas tienen 12 mm de longitud. Su cabeza es de color marrón oscuro y su cuerpo de color blanco a amarillo con manchas rosadas o verdosas en el dorso. Al inicio, sus pupas son de color verdoso, posteriormente, cambian a una coloración marrón (Fotografía 14) (Castro y Contreras, 2011; Porras y Herrera, 2015).

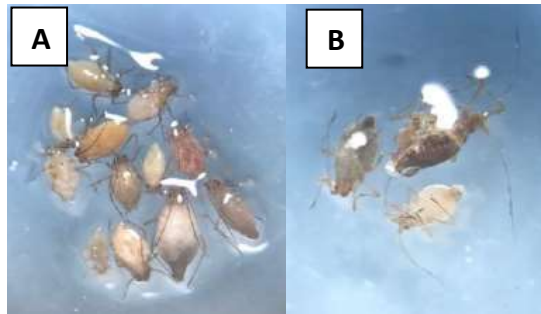


Fotografía 14. Adulto, larva y pupa de tominejo (*Phthorimaea percuella*) (Tomado de Bucher, 2022).

Las larvas se alimentan de tallos, hojas, brotes y tubérculos, causando daño directo a los tejidos, lo cual debilita y quiebra los tallos, pérdida en el tejido foliar y muerte de los puntos de crecimiento. En los tubérculos forman galerías que generan infecciones secundarias por patógenos causando la pudrición de la papa (Moreno *et al.*, 2003; Castro y Contreras, 2011; Porras y Herrera, 2015). Para detectar la presencia de la plaga, se emplean trampas con feromonas, similares a la de la polilla guatemalteca (*T. solanivora*) (Porras y Herrera, 2015).

- **Pulgones o áfidos (*Myzus persicae* y *Rhopalosiphoninus latysiphon*).**

Los insectos de este grupo tienen un amplio rango de hospederos y se caracterizan por succionar savia (Castro y Contreras, 2011; Salas *et al.*, 2016). En el campo, la forma áptera (sin alas) es fácilmente reconocible y se mantiene en el cultivo la mayor parte del tiempo. Por otro lado, los adultos alados son las formas migratorias o invasoras. Estos pequeños insectos miden entre 1 y 2 mm, tienen un cuerpo redondeado y pueden presentar colores verde o negro (Fotografía 15) (Román y Hurtado, 2002; Moreno *et al.*, 2003).



Fotografía 15. Pulgones. A. *Myzus persicae*, B. *M. persicae* y *Rhopalosiphoninus latysiphon* (Tomado de Bucher, 2022).

Los insectos causan daño directo al alimentarse de los tejidos y romper células mediante su aparato bucal picador, deformando los tejidos, enrollamiento hacia abajo de las hojas jóvenes, pérdida de turgencia en las plantas y exudación de savia. Además, pueden causar daño indirecto al transmitir virus a las plantas. Asimismo, su excreción de savia genera la producción de fumagina, disminuyendo la superficie fotosintética de la planta (Castro y Contreras, 2011).

DISCUSIÓN

Cada uno de los pequeños productores participantes de la comunidad de Kaluyo chico en el distrito de Palca (municipio de Sacaba, Bolivia), Asoagroalzal (Carmen de Carupa, Cundinamarca, Colombia), Coinpacol (Soracá, Boyacá, Colombia) y Junta de acción comunal de la vereda Supatá (Ventaquemada, Boyacá), definieron directamente en campo la forma de realizar el monitoreo de acuerdo con la forma del lote, desarrollo de las plantas de papas nativas y tubérculos andinos. Los productores, en conjunto con el equipo técnico del proyecto pudieron establecer que revisar mínimo 10 plantas por cada punto de observación, permite identificar fácilmente los insectos o enfermedades presentes en el cultivo. Llevar los registros de daño o sintomatología en las planillas, permite establecer el nivel de la población de los insectos plaga en el cultivo. Con esto último, los productores tienen herramientas para aplicar estrategias de manejo alternativas a la aplicación de productos de síntesis química, que en muchos casos puede ser innecesaria, puesto que se desconocen los porcentajes de daño o incidencia presentes en las plantas, especialmente asociados con las plagas y enfermedades limitantes como la gota, alternaria, polilla guatemalteca o áfidos, las cuales pueden disminuir los rendimientos del cultivo, afectando la economía familiar.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES


- El monitoreo es una estrategia esencial que debe ser constante en los cultivos de papas nativas y tubérculos andinos. Esta estrategia permite reconocer de forma temprana y rápidamente los problemas fitosanitarios que afectan los cultivos.
- El registro de los monitoreos permite conocer el estado y/o control de los daños del cultivo para realizar un manejo integrado eficiente.
- La identificación del daño o síntoma del problema fitosanitario asociado a los cultivos de papa nativa y tubérculos andinos, permite implementar diferentes estrategias de manejo oportunas, con el fin de reducir costos, obtener un mayor rendimiento de producción, rentabilidad del cultivo y al mismo tiempo, reducir las aplicaciones de agroquímicos que llevan a la contaminación del medio ambiente y resistencia de los insectos y enfermedades asociados a las plantas en las zonas de influencia del proyecto.

Recomendaciones para tener un buen reconocimiento de plagas y monitoreo:

- Hacer recorridos en todo el lote para revisar mínimo el 30% de las plantas cultivadas.
- Registrar todos los daños y síntomas que identifica en las plantas.
- Revisar mínimo 10 plantas en cada punto de observación.
- Iniciar el monitoreo desde la emergencia de las plantas.
- Establecer los porcentajes de daño e incidencia, que le permiten tomar decisiones para el manejo de gota, polilla guatemalteca, alternaria, áfidos, entre otras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña B., Ivette y Cádiz M., Fabiola (2011) Reconocimiento y manejo del tizón temprano de la papa [en línea]. Osorno: Informativo INIA Remehue. no. 82. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/4735>
- Aguirre, S., Piraneque, N. y Pérez, I. (2012). Sistema de producción de tubérculos andinos en Boyacá, Colombia. *Cuadernos de desarrollo rural*, 9 (69), 257-273.
- Argüelles, J., Pérez, M., Barreto, N. y Espitia, E. (2012). La vigilancia de las poblaciones de gusano blanco *Premnotrypes vorax* y polilla guatemalteca *Tecia solanivora*: una herramienta útil para su manejo en el cultivo de la papa. Mosquera (Cundinamarca): CORPOICA.
- Brewer, M. T., & Larkin, R. P. (2005). Efficacy of several potential biocontrol organisms against *Rhizoctonia solani* on potato. *Crop Protection*, 24(11), 939-950.
- Bucher, L. (2022). Identification of insect pests and diseases of potato cultivated in family farming in the Sacaba municipality, Bolivia.
- Cámara de Comercio de Bogotá-CCB. (2015). Manual papa. Cámara de Comercio de Bogotá-CCB.
- Castro, I. y Contreras, A. (2011). Manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de la papa. Imprenta Austral, Valdivia-Chile. 72 páginas.
- Cerón, M., Valbuena, R. y Moreno, J. (2009) Papas nativas de Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA)-AGROSAVIA.
- Clavijo, N. (2017). Cultura y conservación in situ de tubérculos andinos marginados en agroecosistemas de Boyacá: un análisis de su persistencia desde la época prehispánica hasta el año 2016. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 14(80), 1-19
- Clavijo, N. (2019). Tubérculos Andinos en agroecosistemas tradicionales de tres municipios del departamento de Boyacá. Un análisis de su conservación in situ, desde las dimensiones ecosistémicas y cultural de la agroecología [Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional-Universidad Nacional de Colombia.
- Clavijo, N. y Pérez, M. (2014). Tubérculos andinos y conocimiento agrícola local en comunidades rurales de Ecuador y Colombia. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, II (74), 149-166.
- Clavijo, N., Barón, M. y Combariza, J. (2014). Tubérculos andinos: Conservación y uso desde una perspectiva agroecológica. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Clavijo, N., Combariza, J. y Barón, M. (2011). Recognizing rural territorial heritage: characterization of Andean tuber production systems in Boyacá. *Agronomía Colombiana*, 29(2), 315-322.
- Coca-Morante, M., Castillo-Plata, W., & Méndez, Á. (2014). Control químico de septoriosis (*Septoria lycopersici* Speg.) de la papa (*Solanum tuberosum* subsp. *andigena*) en zonas altoandinas de altura de Bolivia. *Revista latinoamericana de la papa*, 18(1), 104-121.
- Cruickshank, G., Stewart, H. y Wastie, R. (1982). An illustrated assessment key for foliage blight of potatoes. *Potato Res.* 25, 213-214.

- 
- Departamento Administrativo Nacional de estadística-DANE y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural -MADR. (2013). EL cultivo de la papa, *Solanum tuberosum*. Alimento de gran valor nutritivo, clave en la seguridad alimentaria mundial. Boletín mensual, Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria. Núm. 15 Departamento Administrativo Nacional de estadística (DANE) y *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR)*.
- Departamento Administrativo Nacional de estadística-DANE y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural -MADR. (2014). Polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*), plaga de gran impacto económico en el cultivo de la papa. Boletín mensual, Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria. Núm. 25. Departamento Administrativo Nacional de estadística (DANE) y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR).
- European and Mediterranean Plant Protection Organization EPPO. (2008). *Alternaria solani* and *Alternaria alternata* on potato and outdoor production of tomato. EPPO Bulletin. 38(3), 319–321. doi:10.1111/j.1365-2338.2008.01237.
- Fry, W. (2008), *Phytophthora infestans*: the plant (and R gene) destroyer. *Molecular Plant Pathology*, 9: 385-402. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2007.00465.x>.
- González, M. (2011). Aproximación a un manejo integrado de *Rosellinia* spp. en papa (*Solanum tuberosum* L.). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA)-AGROSAVIA.
- Herrera, C., Fierro, L. y Moreno, J. (2000). Manejo Integrado del cultivo de la papa. Manual Técnico. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). Mosquera, Colombia.
- Instituto Colombiano Agropecuario-ICA y Cámara Procultivos ANDI. (2015). Manual para la elaboración de protocolos para ensayos de eficacia con PQUA. Instituto Colombiano Agropecuario-ICA y Cámara Procultivos ANDI. Bogotá.
- Instituto Colombiano Agropecuario-ICA. (2011). Manejo fitosanitario del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* subsp. *andigena* y *S. phureja*): medidas para la temporada invernal. Instituto Colombiano Agropecuario, Bogotá (Colombia).
- Jaramillo, M. (2016). Factores agroecológicos que han incidido en la conservación de tubérculos andinos en agroecosistemas tradicionales de Turmequé y Ventaquemada, Departamento de Boyacá. Período de estudio 1970-2015 [*Tesis de pregrado*, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio institucional-Pontificia Universidad Javeriana.
- Mendieta, L. (2019). Uso, manejo y conservación in situ de tres especies de tubérculos andinos (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón; *Oxalis tuberosa* Molina y *Ullucus tuberosus* Caldas) desde una perspectiva de género en los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa (Departamento de Boyacá) [*Tesis de maestría*-Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional-Universidad Nacional de Colombia.
- Moreno, J., Cerón, M. y Valbuena, R. (2009). Papas nativas colombianas: catálogo de 60 variedades. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA)-AGROSAVIA.
- Moreno, J., Cerón, M. y Valbuena, R. (2011). Caracterización morfológica de germoplasma de papa nativa de Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA)-AGROSAVIA.

- 
- Moreno, J., Franco, B., Fierro, L. y Corzo, P. (2003). Manual de papa para productores. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA)-AGROSAVIA.
- Pérez, I. (2009). Estado del arte de Tubérculos Andinos (*Oxalis tuberosa*, *Ullucus tuberosus*, *Tropaeolum tuberosum*) en la provincia Sugamuxi [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio institucional- Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Pérez, W. y Forbes, G. (2008). Manual Técnico: El tizón tardío de la papa. Lima, CIP. 39 p.
- Porras, D. y Herrera, C. (2015). Modelo productivo de la papa variedad Corpoica-Mary para los departamentos de Cundinamarca y Boyacá. Mosquera, Colombia: [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- Rodríguez, P. y Villamizar, C. (2018). Controle las babosas en su cultivo de hortalizas. ICA.
- Román, M. y Hurtado, G. (2002). Guía técnica. Cultivo de la Papa. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. El Salvador.
- Tinjacá, S. y Rodríguez, L. (2015). Catálogo de papas nativas de Nariño. Colombia, 1a ed., Bogotá, D.C., Universidad Nacional de Colombia, 5-10.
- Tsedaley, B. (2014). Late blight of potato (*Phytophthora infestans*) biology, economic importance, and its management approaches. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 4(25), 215-225.
- Valbuena, R., Lasso, Z., Terán, C., Silva, E., Martínez, E., Sánchez, G., Preciado, I. (2019). Modelo productivo para el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*), variedad Perla Negra, en el altiplano cundiboyacense. Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).
- Vera, D. (2020). Análisis sobre el proceso de conservación in situ de papas nativas en agroecosistemas familiares del municipio de Ventaquemada, departamento de Boyacá. [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio institucional-Pontificia Universidad Javeriana.

INSTITUCIONES PARTICIPANTES



COOPERATIVA AGROPECUARIA INTEGRAL EL OLIVO
NIT. 900,147,287-3

Secretaría Técnica Administrativa



Con el apoyo de:



www.fontagro.org

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org