



Mejora del Rendimiento de la Papa y Otros Tubérculos Andinos – Root to Food.

Producto 10 Nota Técnica: “Estrategias de conservación de papas nativas y tubérculos andinos en Bolivia y Colombia”

María del Pilar Márquez, Adriana Sáenz Aponte, Ismael Villanueva Melo, Wilson Terán (PUJ), Luis Antonio Camargo (PBA), Esther Rojas (UMSS).

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 María del Pilar Márquez Cardona, Adriana Sáenz Aponte, Ismael Villanueva, Antonio Camargo y Esther Rojas.

Copyright © 2022 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	6
Resumen EJECUTIVO	8
Palabras Clave	8
Key Words	9
Introducción	10
Objetivos	12
General	12
Específico.....	12
METODOLOGÍA	12
COLECTA DE MATERIALES DE PAPAS NATIVAS Y TUBÉRCULOS ANDINOS	12
COLECTA EN BOLIVIA.....	12
COLECTA EN COLOMBIA.....	12
SELECCIÓN DE MATERIALES DE PAPAS NATIVAS Y TUBÉRCULOS ANDINOS PARA LA CONSERVACIÓN Y MULTIPLICACIÓN.....	13
NÚCLEOS DE INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA EN COLOMBIA, COMO UNA ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN <i>IN SITU</i>	13
Resultados y discusión	14
COLECTA EN BOLIVIA.....	14
COLECTA EN COLOMBIA.....	16
NÚCLEOS DE INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA (NIP) EN COLOMBIA.....	20
REFLEXIONES SOBRE LA IMPORTANCIA DE LA AGROBIODIVERSIDAD, LA CONSERVACIÓN <i>IN SITU</i> (EN FINCAS) Y LA CONSERVACIÓN <i>EX SITU</i>	26
Conclusiones y recomendaciones	27



Referencias Bibliográficas.....	28
Instituciones participantes	29



Índice de Figuras

Figura 1. Colecta de variedades de papas nativas en el municipio de Sacaba	14
Figura 2. Algunas de las variedades de papas y tubérculos andinos identificadas en Colombia ..	17
Figura 3. Accesiones de oca (a), papa (b) y papa lisa (c) del municipio de Sacaba introducidas <i>in vitro</i>	19
Figura 4. Ubicación del Núcleo de Conservación Finca San Javier - Cogua.....	21
Figura 5. Ubicación de los NIP en los municipios de Cogua y Carmen de Carupa	21
Figura 6. Propuestas de fertilización discutidas con los agricultores	23
Figura 7. Webinar sobre nutrición y fertilización de papas	24
Figura 8. Preparación del terreno en el NIP del municipio de Soracá	24
Figura 9. Ejemplo de planillas para el monitoreo y registro de información de los NIP.....	25
Figura 10. Webinar sobre manejo del tizón tardío	26

Índice de Tablas

Tabla 1. Matriz de evaluación participativa para la selección de terrenos en la organización Coinpacol.....	14
Tabla 2. Variedades obtenidas de la colecta de tubérculos andinos en el municipio de Sacaba ..	15
Tabla 3. Segunda colecta de tubérculos andinos en el municipio de Sacaba.....	16
Tabla 4. Variedades de papas nativas y cubios colectados en Colombia	17
Tabla 5. Resultados de los análisis de suelo realizados para los NIP de los municipios de Soracá y Carmen de Carupa.....	22

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Número de variedades de papas nativas, cubios, papa lisa y oca encontradas en las colectas realizadas en Bolivia y Colombia.	18
--	----



ABSTRACT

Tubérculos andinos como la papa (*Solanum tuberosum* L.) y el cubio (*Tropaeolum tuberosum*) son esenciales para la seguridad alimentaria del agricultor andino, 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 en 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

Los núcleos de conservación contienen colecciones de recursos genéticos de especies cultivadas para conservación a largo plazo y proporcionan a investigadores, técnicos y agricultores, acceder a ellos con facilidad. Los núcleos de conservación son de tamaño reducido y representan la diversidad genética de una colección de mayor tamaño, de una especie cultivada, especie silvestre o de un grupo de especies. Idóneamente se establecen *in situ* con el fin de que puedan ser organizados y trabajados por métodos participativos, para satisfacer mejor las necesidades de los agricultores y para adaptar las tecnologías a las circunstancias propias del lugar en una etapa relativamente posterior del proceso de investigación. El proceso de investigación lo hacen los productores organizados con el acompañamiento y la asesoría de investigadores profesionales. En los casos en que sea posible, es deseable que los productores sean actores principales en todas las fases de los procesos/proyectos, con el acompañamiento de las entidades de innovación. Así las comunidades participan activamente en todas las etapas, desde el diagnóstico, formulación, montaje, diseño, seguimiento, evaluación y difusión de las innovaciones tecnológicas.

El proceso de conocimiento, fortalecimiento y generación de nuevos procesos e innovaciones se desarrolla entonces con más probabilidad de apropiación, en los Núcleos de conservación de Investigación Participativa (NIP). Estas características y procesos favorecen la construcción colectiva de conocimiento y su aplicación en respuesta a las necesidades, los problemas y las condiciones específicas de cada zona y de cada comunidad. Se generan o adaptan tecnologías de manera eficiente gracias a que los agricultores no han actuado simplemente como receptores de tecnología, sino que han formado parte activa del proceso de investigación.

Esta nota técnica describe la metodología para establecer núcleos de conservación de papas nativas y tubérculos andinos en Colombia y Bolivia. En Colombia, los núcleos fueron establecidos en los municipios de Soracá y Carmen de Carupa con la participación activa de los productores involucrados en el proyecto. En Bolivia, se empleó una estrategia diferente, en donde se privilegió la conservación *ex situ*, debido a las experiencias y antecedentes poco exitosos de conservación *in situ* en la región productora de papa del municipio de Sacaba.

PALABRAS CLAVE

Papas nativas, tubérculos andinos, núcleo de conservación, análisis de suelo, plagas, seguimiento, *in vitro*, *ex situ*, *in situ*



Conservation nuclei contain collections of genetic resources of species cultivated for long-term conservation and provide easy access for researchers, technicians and farmers. Conservation nuclei are small in size and represent the genetic diversity of a larger collection, a cultivated species, a wild species or a group of species. Ideally, they are established *in situ*, so that they can be organized and managed by participatory methods, to better meet farmers' needs and to adapt technologies to local circumstances at a relatively later stage of the research process.

The research process is done by producers organized with the accompaniment and advice of professional researchers. Where possible, it is desirable for producers to be key players at all stages of the processes/projects, with the support of innovation entities. Thus, communities participate actively in all stages, from diagnosis, formulation, assembly, design, monitoring, evaluation and dissemination of technological innovations.

The process of knowledge, strengthening and generation of new processes and innovations is then more likely to be appropriated, in the Centers for Conservation of Participatory Research (NIP). These characteristics and processes favor the collective construction of knowledge and its application in response to the needs, problems and specific conditions to each area and each community. Technologies are generated or adapted efficiently because farmers have not merely acted as recipients of technology but have been active in the research process

This technical note describes the methodology for establishing conservation nuclei of native potatoes and Andean tubers in Colombia and Bolivia. In Colombia, the nuclei were established in the municipalities of Soracá and Carmen de Carupa with the active participation of the producers involved in the project. In Bolivia, a different strategy was employed, where *ex situ* conservation was favored, due to the experiences and unsuccessful background of *in situ* conservation in the potato-producing region of the municipality of Sacaba.

KEY WORDS

Native potatoes, Andean tubers, conservation nuclei, soil analysis, pests, monitoring, *in vitro*, *ex situ*, *in situ*.



INTRODUCCIÓN

La papa es un recurso fitogenético de gran importancia para la alimentación mundial, este alimento junto con otros tubérculos andinos tiene altos rendimientos energéticos, lo cual hace que su cultivo sea estratégico en regiones en donde se dispone de escasas alternativas económicas, como es el caso los Andes. Adicionalmente su cultivo no depende directamente de los mercados internacionales, las fluctuaciones en el precio de estos tubérculos dependen generalmente de la oferta y la demanda en mercados locales; por lo tanto, en países de bajos ingresos pueden contribuir a amortiguar los efectos negativos del incremento de los precios en otros alimentos, garantizando el acceso y disponibilidad de alimentos en poblaciones con vulnerabilidad alimentaria y nutricional. Estos tubérculos, además de su importancia en la seguridad alimentaria de las comunidades andinas, son expresiones culturales tanto en Bolivia como en Colombia, evidencia de interacciones locales que han persistido por varios siglos, a pesar de contextos socioeconómicos adversos (Clavijo, 2017). La papa, el cubio, la ibia y la ruba son tubérculos esenciales en la alimentación de pobladores andinos, en su mayoría pequeños campesinos con escasos recursos. Un mayor consumo de estos tubérculos no resuelve totalmente los problemas de inseguridad alimentaria y desnutrición que padecen los pobladores de estas regiones; sin embargo, la selección de germoplasma local (variedades nativas) de algunas de estas especies, puede contribuir a la inclusión y mejor aprovechamiento de nutrientes (vitaminas, hierro, zinc, etc.) en la dieta de familias campesinas de los Andes. Así mismo, si se mejora el acceso de los agricultores a mercados con valor agregado, estos tubérculos pueden aumentar los ingresos de los productores.

En algunas zonas de los Andes, algunas de estas variedades nativas han ido desapareciendo y con ellas el arraigo cultural que por mucho tiempo tenían las comunidades campesinas e indígenas. En Colombia, en departamentos como Cundinamarca y Boyacá es donde se produce la mayor parte de papa comercial. Sin embargo, las variedades nativas son poco cultivadas y generalmente se encuentran en pequeñas cantidades en las huertas caseras de familias campesinas. Estas variedades son poco conocidas en los mercados de las ciudades, en donde generalmente los consumidores buscan tubérculos muy homogéneos y uniformes.

Las comunidades campesinas e indígenas juegan un papel importante en la conservación *in situ* de variedades locales de papas y tubérculos, permitiendo el mantenimiento continuo y la evolución del germoplasma. En este sentido, el establecimiento de Núcleos de Conservación Participativos permite la conservación a largo plazo, otorgándole a los campesinos la apropiación y soberanía sobre este germoplasma y la generación de procesos de innovación permanentes. En Colombia se llevan a cabo procesos de conservación *in situ* a través de estos núcleos y también procesos de conservación *ex situ*, a través de la introducción y multiplicación *in vitro* de las variedades colectadas en la zona de influencia del proyecto. La multiplicación *in vitro* es llevada a cabo en un laboratorio piloto de bajo costo, ubicado en el municipio de Carmen de Carupa el cual es manejado por mujeres campesinas.



Para el caso de Bolivia, debido a las condiciones particulares del área de influencia del proyecto, como la escasa población en áreas rurales, la poca mano de obra y el elevado costo de los insumos, la estrategia más viable para la conservación de variedades nativas es la conservación *ex situ*. Para esto se desarrollan protocolos de introducción y multiplicación *in vitro* de las variedades nativas colectadas en la zona de estudio. Estas introducciones posteriormente serán entregadas al Instituto de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), en donde se mantienen las colecciones de papas bolivianas.



OBJETIVOS

General

El objetivo general del proyecto es 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

Específico

Establecer estrategias de conservación *in situ* y *ex situ* para el mantenimiento y propagación de semillas de papas nativas y tubérculos andinos en Bolivia y Colombia

METODOLOGÍA

COLECTA DE MATERIALES DE PAPAS NATIVAS Y TUBÉRCULOS ANDINOS


Para la conservación de los materiales colectados y caracterizados en Bolivia y Colombia se llevaron a cabo estrategias de conservación *in situ* (Colombia) y *ex situ* (Colombia y Bolivia). Previo al establecimiento de los núcleos de conservación se realizaron talleres con las comunidades productoras de papa en Bolivia (Municipio de Sacaba) y Colombia (Municipios de Soracá, Ventaquemada y Carmen de Carupa), con el fin de reconocer las variedades de papas nativas y tubérculos andinos que se cultivan en cada una de estas zonas.

COLECTA EN BOLIVIA

Para la colecta de las variedades de papas nativas y tubérculos andinos, la Universidad Mayor de San Simón realizó una convocatoria entre los campesinos del municipio de Sacaba para participar en un taller, al cual debían llevar las variedades de papas y otros tubérculos andinos (*Oxalis tuberosa* - oca, *Tropaeolum tuberosum* - isaño, y *Ullucus tuberosus* - papalisa) que normalmente producen. La colecta y reconocimiento de estos tubérculos se realizó en dos momentos.

COLECTA EN COLOMBIA

Para la colecta de las variedades de papas nativas y tubérculos andinos se realizaron talleres participativos en los municipios de Carmen de Carupa, Soracá y Ventaquemada, en estos talleres



se invitó a los agricultores a llevar las variedades que tuvieran en sus parcelas con el fin de identificarlas y conocer sus características y usos.

SELECCIÓN DE MATERIALES DE PAPAS NATIVAS Y TUBÉRCULOS ANDINOS PARA LA CONSERVACIÓN Y MULTIPLICACIÓN

Tanto en Bolivia como en Colombia, la selección de materiales para la conservación y multiplicación fue concertada entre los agricultores y los equipos técnicos de las entidades co-ejecutoras.

Así mismo fueron seleccionadas las estrategias de conservación que se llevarían a cabo en cada territorio, teniendo en cuenta las particularidades de cada comunidad y experiencias previas.

NÚCLEOS DE INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA EN COLOMBIA, COMO UNA ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN *IN SITU*

Para el establecimiento de los núcleos de conservación en Colombia, se usó la estrategia de Núcleos de Investigación Participativa (NIP), enmarcados en la estrategia de Innovación Rural Participativa de la Corporación PBA. Estos NIP constituyen un espacio de aprendizaje en el que se promueve la investigación, evaluación e implementación de métodos y/o resultados, donde los productores participan activamente en todas las fases del proceso de mejoramiento tecnológico participativo (MTP) (Corporación PBA, 2013).

La primera actividad que se llevó a cabo fue la selección participativa de las zonas y los terrenos para el establecimiento de los NIP. Inicialmente se estableció un Núcleo en la Finca San Javier (Cogua – Cundinamarca), en el cual se multiplicaron las semillas obtenidas de las colectas, con el fin de realizar una primera multiplicación controlada de las semillas.

Los terrenos fueron seleccionados teniendo en cuenta los criterios de Charmet y Balfourier (1995). Para la selección del lote en la organización Coinpacol (Soracá – Boyacá) se construyó una matriz de evaluación participativa (Tabla 1) (Corporación PBA, 2013). A través de estas matrices, los agricultores puntúan los criterios de cada lote disponible, con el fin de escoger el que más se ajuste a las necesidades del NIP.



Tabla 1. Matriz de evaluación participativa para la selección de terrenos en la organización Coinpacol.

Terrenos posibles	Criterios				
	Tamaño	Acceso fácil y carreteable	Disponibilidad de riego	Cultivos previos con rotación con maíz, cereales y leguminosas	Terrenos descansados, profundos y con suelos sueltos
Predio A					
Predio B					

En la organización Asoagroalzal (Carmen de Carupa – Cundinamarca) el lote usado para el establecimiento del NIP fue un lote de propiedad de la organización, el cual cumplía con las características deseadas.

Posterior a la selección de los lotes, se generó un mapa de campo para cada núcleo y se planificó la distribución de los materiales a sembrar. Así mismo, fueron distribuidas las responsabilidades frente a las actividades de alistamiento (análisis de suelo, preparación del terreno), establecimiento (distancia de siembra, distribución) y seguimiento (riego, plan de fertilización, monitoreo y registro de información).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

COLECTA EN BOLIVIA

Los campesinos de la zona atendieron la convocatoria de la Universidad Mayor de San Simón, a la cual llevaron una gran diversidad de los tubérculos de papas nativas y tubérculos andinos (Figura 1).



Figura 1. Colecta de variedades de papas nativas en el municipio de Sacaba

En la primera colecta se obtuvieron 56 variedades de papa, 3 de papa lisa, 7 de oca y 2 de isaño, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Variedades obtenidas de la colecta de tubérculos andinos en el municipio de Sacaba.

	<i>Solanum spp.</i>		<i>Solanum spp.</i>		<i>Solanum spp.</i>
1	Acawiri 1	24	Militar	47	Waycha jatun
2	Amajaya	25	Misikayu	48	Yana imilla 1
3	Aqhawiri 2	26	Mono maqui	49	Yana imilla 2
4	Canastillo 1	27	Pepinillo	50	Yana mama
5	Canastillo 2	28	Pierna roja	51	Yana sutamari
6	Carlos	29	Pinta boca 1	52	Yari
7	Candelerero 1	30	Pinta boca 2	53	Yuca
8	Candelerero 2	31	Puka mama	54	Yutu runtu 1
9	Doble H	32	Puka ñawi	55	Yutu runtu 2
10	Doble H	33	Puka holandesa	56	Zapallo
11	Holandesa	34	Puka pollera		<i>Ullucus tuberosus</i> (papa lisa)
12	Imilla blanca 1	35	Pureja	1	Holandesa
12	Imilla blanca 2	36	Purika monte	2	Manzana
13	Imilla blanca 3	37	Rosita	3	Papa lisa
14	K'ara pierna	38	Sani		<i>Oxalis tuberosum</i> (oca)
15	Kachu wañuska	39	Saracaña	1	Blanca
16	Korisonqo	40	Simon	2	Camusa
17	Kumuranu	41	Sutawiri	3	Lluchu
18	Lila	42	Tanta wawa	4	Puka ñawi
19	Llust'a 1	43	Tomasina	5	Sawsiri
20	Llust'a 2	44	Waka chilena	6	Señorita
21	Luisa	45	Wallata	7	Zapalla
22	Luki azul	46	Waycha		<i>Tropaeolum tuberosum</i> (isaño)
				1	Zapallo blanco
				2	Negro

En la segunda colecta se obtuvieron 13 variedades de papa y 3 de oca, la mayoría de nombres repetidos de la primera colecta (Tabla 3). Sin embargo, se decidió mantener este material, debido a que muchas veces los agricultores utilizan un mismo nombre para variedades distintas o nombres distintos para la misma variedad. Los estudios morfológicos y moleculares permitirán discriminar las accesiones de forma más precisa.



Tabla 3. Segunda colecta de tubérculos andinos en el municipio de Sacaba

	<i>Solanum spp.</i>
1	Amajaya
2	Canastillo
3	Imilla blanca
4	Llust'a
5	Pinta boca
6	Puka holandesa
7	Qoyllu huarine
8	Tantawawa
9	Waka chilena
10	Waycha
11	Yana imilla
12	Yana mama
13	Yana q'oyllu
	<i>Oca (Oxalis tuberosum)</i>
1	Oca blanca
2	Oca puka ñawi
3	Oca camotito

COLECTA EN COLOMBIA

Los productores de las asociaciones involucradas en el proyecto atendieron la convocatoria para el reconocimiento de papas nativas y otros tubérculos andinos. En estas zonas fue difícil que los agricultores llevaran tubérculos, pues la mayoría manifestó no tenerlos en sus parcelas. Sin embargo, se logró recordar y reconocer las variedades que han existido en estas zonas (Figura 2).



Figura 2. Algunas de las variedades de papas y tubérculos andinos identificadas en Colombia

En la tabla 4 se muestran las variedades de papas nativas (11) y cubios (*Tropaeolum tuberosum*) (11) colectadas en el área de influencia del proyecto.

Tabla 4. Variedades de papas nativas y cubios colectados en Colombia

	Variedades de papa (<i>Solanum spp</i>)		Variedades de cubio (<i>Tropaeolum tuberosum</i>)
1	Uva Mora	1	Amarillo
2	Quincha	2	Amarillo claro con ojos morados
3	Ratona	3	Amarillo con bandas rojas irregulares
4	Pepina	4	Amarillo
5	Calavera	5	Morado oscuro
6	Mortaña	6	Blanco con ojos y manchas moradas
7	Arrayana	7	Morado con rosado rayas irregulares vinotinto
8	Manzana	8	Morado claro
9	Andina	9	Morado
10	Curitinga	10	Amarillo con ojos y bandas irregulares rojas

11	Chaucha	11	Bandas irregulares rojas-color secundario amarillo
----	---------	----	--

En Colombia, fue difícil conseguir tubérculos de las diferentes variedades de papas nativas y los pocos que se consiguieron, en su mayoría tenían problemas fitosanitarios como polilla guatemalteca, spongospora, rizoctonia, entre otros.

Es evidente que la diversidad de papas nativas en Colombia es mucho menor que en Bolivia (Gráfico 1). Bolivia es considerado un centro de origen y diversidad de estos tubérculos, los cuales tienen un gran arraigo cultural en comunidades indígenas y campesinas.

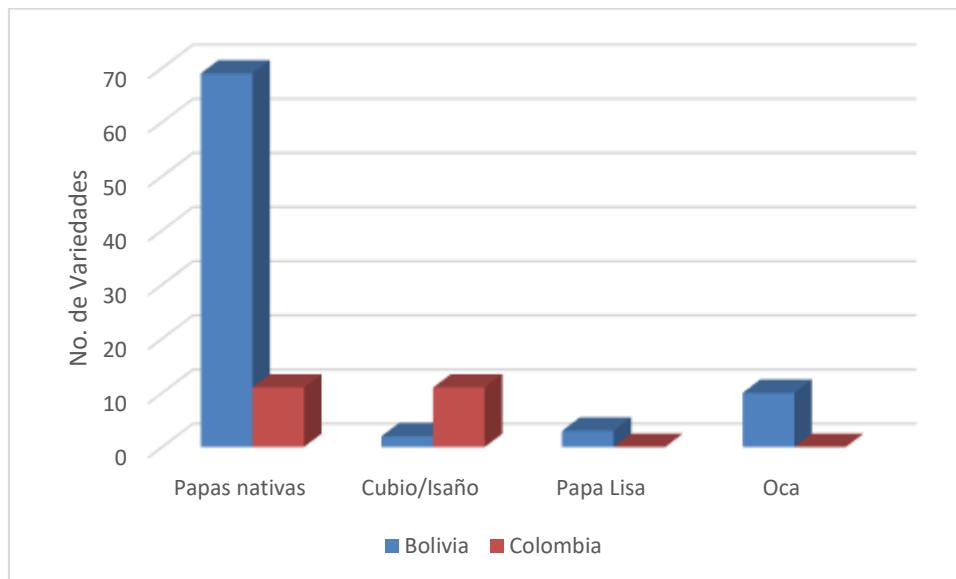


Gráfico 1. Número de variedades de papas nativas, cubios, papa lisa y oca encontradas en las colectas realizadas en Bolivia y Colombia.

En Colombia, los agricultores que participaron en los talleres manifestaron que décadas atrás en las parcelas de sus padres y abuelos podían encontrar una mayor variedad de estas papas y tubérculos andinos. Sin embargo, debido a las presiones ejercidas por la demanda de variedades comerciales, al cambio de uso de la tierra (cultivos por pasturas para ganadería) y la transición demográfica que han sufrido las zonas rurales en Colombia (López *et al*, 2018), la diversidad se ha ido perdiendo y cada vez son menos los agricultores que cuentan con algunas de ellas en sus huertas familiares.

SELECCIÓN DE MATERIALES Y ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN Y MULTIPLICACIÓN

BOLIVIA

Como se mencionó anteriormente, en Bolivia se decidió conservar y multiplicar *ex situ* todas las variedades de papas (56) y tubérculos andinos colectados (12). Estas variedades están siendo evaluadas por la Universidad Mayor de San Simón para ser caracterizadas a través de marcadores morfológicos y algunas de ellas a través de marcadores moleculares.

En Bolivia, todas las variedades de papas nativas y tubérculos andinos fueron introducidas *in vitro* para ser propagadas y mantenidas en un banco de germoplasma (Figura 3).

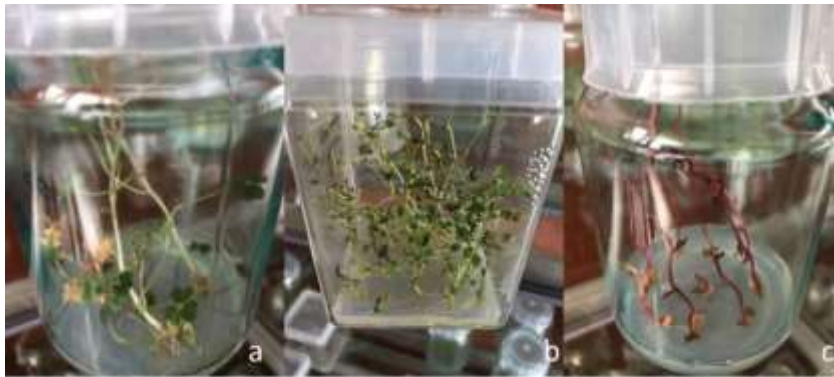


Figura 3. Accesiones de oca (a), papa (b) y papa lisa (c) del municipio de Sacaba introducidas *in vitro*.

A raíz de los talleres iniciales realizados participativamente con las comunidades para el levantamiento de línea base, se definió que no se establecerían núcleos de conservación de papas nativas y tubérculos andinos *in situ*. Si bien la estrategia de conservación *in situ* es la ideal ya que permite la apropiación y generación permanente de procesos de innovación por parte de las comunidades de productores, incentiva la soberanía que les otorga sobre la conservación de sus recursos biológicos y semillas, y porque las especies siguen evolucionando en condiciones naturales idénticas o similares al sitio de producción, en Bolivia y la región de acción del presente proyecto, los diferentes intentos de utilizar esta estrategia de conservación han fracasado.

Diversos testimonios coinciden en el hecho de que mientras el proyecto de conservación estaba en curso, y los técnicos del proyecto se ocupaban de mantener las parcelas, los núcleos de conservación *in situ* funcionaban. Sin embargo, una vez que el proyecto terminaba, gradualmente las parcelas de conservación se iban perdiendo, o dejando en abandono, a pesar de que podía existir un interés de los agricultores o un compromiso en mantenerlos. Una de las posibles causas de este fenómeno es que, en Bolivia, las áreas rurales no cuentan con agricultores. Hasta la década del 50, más del 70% de la población boliviana vivía en áreas rurales, siendo esta relación



invertida en la actualidad, y la migración campo ciudad continua. La mano de obra en el campo se ha vuelto muy escasa, principalmente joven, y a los agricultores les falta tiempo para atender sus parcelas, y no por falta de interés, no priorizan, por ejemplo, atender las parcelas de conservación *in situ*, que requieren dedicación, además de insumos agrícolas, pero estas no generan ingresos directos como las parcelas productivas.

COLOMBIA

En Colombia también fueron mantenidas todas la variedades de papa (11) y cubio (11) para su caracterización morfológica y algunas de ellas para la caracterización molecular.

En un encuentro llevado a cabo entre las organizaciones participantes en el proyecto se decidió cuáles variedades de papa serían introducidas *in vitro*, como una estrategia de obtención de semilla de buena calidad. Para Colombia, el interés de los productores es poder contar con material de siembra para el establecimiento de cultivos y obtención de papas nativas para la comercialización.

Las variedades seleccionadas para la multiplicación *in vitro* fueron: uva mora, chaucha, jardinera, manzana y andina. Estas variedades fueron seleccionadas, pues los agricultores consideraron que pueden tener las características apropiadas para la comercialización. Estas variedades están siendo multiplicadas en un laboratorio piloto de bajo costo (FAO, 2012), el cual es manejado por la organización Asoagroalzal (Carmen de Carupa) que cuenta con experiencia previa en la producción de minitubérculos.

Así mismo, todas las variedades de papas nativas fueron introducidas *in vitro*, como una estrategia para la conservación *ex situ* de estos materiales.

NÚCLEOS DE INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA (NIP) EN COLOMBIA

En Colombia se escogieron 3 zonas para trabajar los NIP iniciales. Estas fueron: Finca San Javier (Cogua- Cundinamarca), este es un predio de la Universidad Javeriana en el que se decidió establecer el primer NIP, con el fin de recuperar y multiplicar el poco material con que se contaba al inicio (Figura 4).



**LOTE DE CONSERVACIÓN
FINCA SAN JAVIER**

Ubicada en la vía Zipaquirá
- Nemocón
(Cundinamarca).

En el municipio de Cogua,
Cundinamarca.

Latitud:
5,057435796485739

Longitud:
73,93950044512964

Lote de conservación
Área = 495 m²
Perímetro= 92,36 m

Figura 4. Ubicación del Núcleo de Conservación Finca San Javier - Cogua

Las otras dos zonas para el establecimiento de los NIP fueron Soracá (predio de uno de los agricultores pertenecientes a Coinpacol, ubicado en la vereda Chaine) y Carmen de Carupa (predio de la asociación Asoagroalzal) (Figura 5).



**NÚCLEO DE INVESTIGACIÓN
PARTICIPATIVA (NIP)
LAG ALBERCAS**

En la vereda Chaine,
municipio de Soracá, Boyacá.

Latitud: N 5° 31' 38,53\"

Longitud: O 73° 17' 56,86\"

Lote de conservación:
Área = 1420 m²
Perímetro= 126 m



**NÚCLEO DE CONSERVACIÓN
LOTE ASOAGROALZAL**

Vereda Alisal
Carmen de Carupa
Cundinamarca

LATITUD:
3°19'54.11470\"

LONGITUD:
73°51'56.3274\"

ÁREA:
500 m²

Figura 5. Ubicación de los NIP en los municipios de Cogua y Carmen de Carupa

Posterior a la selección de los terrenos, se llevó a cabo la toma de muestras de suelo para los análisis fisicoquímicos.

A partir de los resultados de los análisis de suelos (Tabla 5) se formularon diferentes planes de fertilización edáficos y foliares, teniendo en cuenta la experiencia de los productores y técnicos en la utilización de fuentes de fertilización sólidas, líquidas y las marcas más usadas por ellos.



Tabla 5. Resultados de los análisis de suelo realizados para los NIP de los municipios de Soracá y Carmen de Carupa

Variable	Unidad	Soracá 1	Soracá 2	Carupa-2022	Carupa-2023
pH	-	5,5	4,94	4,82	5,05
Conductividad eléctrica	dS/m	0,24	0,39	0,24	0,25
Capacidad de Intercambio Catiónica Efectiva	meq/100 g	6,87	6,8	10,1	7,15
Materia orgánica	%	2,57	4,74	9,02	10,6
Nitrógeno total	%	0,13	0,229	0,436	0,514
Textura	-	Arcilloso	Franco Arcilloso	Franco	Franco
Potasio intercambiable	meq/100 g	0,96	0,833	0,812	0,42
Calcio intercambiable	meq/100 g	4,46	4,7	4,44	3,41
Magnesio intercambiable	meq/100 g	1,34	0,778	1,28	0,951
Sodio intercambiable	meq/100 g	0,14	0,213	0,22	0,093
Fósforo	mg/kg	54,7	164	222	96,1

Para las propuestas de planes de fertilización, se tuvieron también en cuenta los requerimientos nutricionales de los materiales y estados fenológicos de las plantas (Herrera et al., 2000; Muñoz y Lucero, 2008; Vera, 2020) (Figura 6).

PROPUESTA DE FERTILIZACIÓN				
PLAN DE FERTILIZACIÓN EDAFICO Y FOLIAR PARA PAPAS NATIVAS Y TUBÉRCULOS ANDINOS				
SEMBRA Y EMERGENCIA	DESARROLLO DE ESTRUCTURA	FORMACIÓN DE TUBÉRCULO	FLORACIÓN	DESARROLLO DE TUBÉRCULO Y COSECHA
OPCIÓN 1				
Abonzo + Rallo + Agrioso + Calcio	10-20-10 Fertilizante foliar: AquaPlant	ACTIFYL COMPLET	Sulfato de Potasio	Fertifera X
OPCIÓN 2				
Fertisol + 10-30-10 + Agrioso + Sulfato	NITRASOL Fertilizante foliar: Topik Hoja	CalcifolZinc	Fertifera P	Ovein mic.
OPCIÓN 3				
Abonzo + Rallo + Agrioso + Calcio	13-25-6 Fertilizante foliar: Oxcar 500			Sulfato de Potasio
Fertisol + Nitrato de amonio + Agrioso	10-30-10 Fertilizante foliar: Borazono	Fosfolinos	Sulfato de potasio	
OPCIÓN 4				
Abonzo + Urea + Agrioso	13-25-6 Fertilizante foliar: Oxcar 500	Borazono	Sulfato de potasio	
OPCIÓN 5				
Abonzo (5 ton/ha) + 13-25-6 (75%) + Agrioso	13-25-6 Fertilizante foliar: Borazono		Sulfato de potasio	Sulfato de potasio

Figura 6. Propuestas de fertilización discutidas con los agricultores

Una vez armados las propuestas para los planes de fertilización, se realizó un webinar con la participación de los productores de las organizaciones, en el cual se hizo un ejercicio de interpretación de los resultados de los análisis de los suelos y se enfatizó en la importancia y función de la nutrición de las plantas en cada uno de los estados fenológicos (<https://youtu.be/66w7xS4PLII>) (Figura 7).



Figura 7. Webinar sobre nutrición y fertilización de papas

A partir de este ejercicio, se realizó un sondeo con los productores participantes para la elección de la propuesta de fertilización que más se ajustara a cada terreno. Los productores de las dos zonas escogieron la opción 2, la cual combina productos orgánicos y de síntesis química, con el fin de mejorar la calidad de los suelos y brindar a las plantas los nutrientes requeridos.

Establecimiento del NIP en Soracá

Para el establecimiento del NIP de conservación en Soracá, se contó con la participación de 15 productores, además de técnicos de la Corporación PBA y profesores de la PUJ. Con la participación de los asistentes se estableció el NIP en el área destinada y priorizada por la cooperativa. El surcado se realizó en contra de la pendiente, con arado de vertedera con tracción de caballo (Figura 8). Se sembraron todos los materiales de cubio y de papas nativas previamente colectados, y se aplicó el plan de fertilización definido con anterioridad con los productores.



Figura 8. Preparación del terreno en el NIP del municipio de Soracá



Establecimiento del NIP en Carmen de Carupa

Para el establecimiento del NIP de conservación en Carmen de Carupa, se contó con la participación de 13 productores, además de técnicos de la Corporación PBA y profesores de la PUJ. Con la participación de los asistentes se estableció el NIP en el área destinada y priorizada por la asociación. El surcado se realizó en contra de la pendiente y con arado de vertedera con tracción de caballo. Se sembraron todos los materiales de cubio y de papas nativas previamente colectados, y se aplicó el plan de fertilización definido con anterioridad con los productores.

Monitoreo y registro de información

Posterior a la siembra, se realizó el seguimiento del cultivo cada 15 días para determinar emergencia, estado de las plantas y monitoreo y manejo de posibles patógenos e insectos que pudieran afectar las plantas de papas nativas y tubérculos andinos. Para esto se tuvo en cuenta escalas de daño y la información se consignó en plantillas como la que se muestra en la Figura 9.

Manejo del establecimiento de la papa y otros tubérculos andinos (Umas la tierra)

Escala de emergencia											
Emergencia		Emergencia									
Nombre del cultivo/fecha de siembra											
Resistencia a plagas	Altera el ciclo de vida	Alta de plantas en campo	Alta de plantas en campo	Alta de plantas en campo	Alta de plantas en campo	Alta de plantas en campo	Alta de plantas en campo	Alta de plantas en campo	Alta de plantas en campo	Alta de plantas en campo	Alta de plantas en campo

GOFIA O TIJÓN TARDÍO		PUNQUILLA		SOSTÓN O MINADOR		BARBOSA	
1%	50%	Nivel de daño	Características	Nivel de daño	Características	Nivel de daño	Características
10%	75%	0 Sin daño	Sin daño	0 Sin daño	Sin daño	0 Sin daño	Sin daño
25%	100%	1 Muy poco daño	Muy poco daño	1 Muy poco daño	Muy poco daño	1 Muy poco daño	Muy poco daño
		2 Poco daño	Poco daño	2 Poco daño	Poco daño	2 Poco daño	Poco daño
		3 Daño común	Daño común	3 Daño común	Daño común	3 Daño común	Daño común
		4 Daño fuerte	Daño fuerte	4 Daño fuerte	Daño fuerte	4 Daño fuerte	Daño fuerte
Escala de longitud de longitud de la enfermedad de tizón tardío en hojas, expresada en porcentaje (James, 1972).		Escala visual del daño ocasionado por resaca de la papa en las plantas.		Escala visual del daño ocasionado por resaca de la papa en las plantas.		Escala visual del daño ocasionado por resaca de la papa en las plantas.	

Mildes por virus, patógeno latente	Viruses	Tizón temprano o Chikmaría
Nivel de observación	Nivel de observación	Nivel de observación
0 0%	0 0% áreas o sus síntomas	0 0% todas las hojas sanas
1 1 - 25%	1 1 - 5% de área foliar afectada (AFA)	1 10% marchitas en hojas inferiores
2 26 - 50%	2 6 - 20% de AFA	2 20% marchitas en la mayoría de las hojas inferiores y algunas del centro
3 51 - 75%	3 21 - 50% de AFA	3 30% marchitas en todas las hojas inferiores y algunas del centro
4 76 - 100%	4 51 - 100% de AFA	4 40% tizón en hojas inferiores y amarillamiento en la mayoría de las del centro
		5 50% tizón en hojas inferiores y amarillamiento en la mayoría del centro
		6 60% tizón en hojas inferiores y en todas las del centro
		7 70% tizón en hojas inferiores, todas las del centro y amarillamiento superior
		8 80% tizón en hojas inferiores, todas las del centro y amarillamiento superior
		9 90% tizón en todas las hojas
Escala de grados para el porcentaje de área foliar afectada por mildes por virus.	Escala de grados para el porcentaje de área foliar afectada por virus.	Escala de daño en plantas por la enfermedad del tizón temprano.

Figura 9. Ejemplo de planillas para el monitoreo y registro de información de los NIP

Para complementar las estrategias de monitoreo de los NIP, se realizó un webinar para dar a conocer herramientas para el manejo de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) a través de las experiencias del proyecto “Implementación de un sistema de alerta temprana para un manejo

preventivo sustentable del Tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*), como medida de adaptación frente a la variabilidad del cambio climático en Latinoamérica”, financiado por Fontagro (https://youtu.be/Y7KwA_NM85U9) (Figura 10).




Figura 10. Webinar sobre manejo del tizón tardío

REFLEXIONES SOBRE LA IMPORTANCIA DE LA AGROBIODIVERSIDAD, LA CONSERVACIÓN *IN SITU* (EN FINCAS) Y LA CONSERVACIÓN *EX SITU*

En diferentes talleres llevados a cabo, tanto en las organizaciones participantes en el proyecto, como en otras comunidades del área de influencia del proyecto, se han realizado reflexiones sobre la importancia de la agrobiodiversidad y las estrategias con las que se puede conservar la agrobiodiversidad de papas y tubérculos andinos.

La agrobiodiversidad es entendida como la variedad y variabilidad de animales y plantas y microorganismos, en la genética, de especies y de ecosistemas, que son necesarios para mantener las funciones clave del agro-ecosistema, la estructura y los procesos (FAO, 2022). La papa y los tubérculos andinos hacen parte de la agrobiodiversidad de las zonas altoandinas, siendo uno de los cultivos en los cuales, las variedades nativas o criollas siguen siendo mantenidas por comunidades campesinas e indígenas. Múltiples presiones como el cambio climático, estrés biótico, los mercados fluctuantes, la migración, entre otras, ponen en riesgo la variabilidad genética de estos tubérculos (Dawson *et al*, 2023). Todos los esfuerzos que se logren realizar para la conservación de este germoplasma son de gran importancia.

En este sentido, estrategias de conservación *in situ* combinadas con estrategias de conservación



ex situ, son una buena alternativa. Los Núcleos de Investigación Participativa, implementados en este proyecto han permitido a los agricultores en Colombia, recuperar varias de las semillas que décadas atrás se habían perdido, evaluando su comportamiento en campo y aplicando estrategias de manejo integrado del cultivo, que redundan en la sostenibilidad económica y ambiental.

Por su parte, las técnicas de cultivo de tejidos *in vitro*, han permitido no solo conservar estas variedades, sino también la multiplicación de estos materiales para que haya semilla de buena calidad disponible para los agricultores, tanto en Bolivia como en Colombia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En Colombia se pudieron establecer Núcleos de Investigación Participativa (NIP) en dos municipios (Soracá y Carmen de Carupa), como una estrategia de conservación *in situ*.

En los NIP se establecieron todas las variedades de papa nativa (11) y cubio (11) que se colectaron en las zonas de influencia del proyecto.

En Bolivia, dadas las particularidades de la zona, no se implementaron estrategias de conservación *in situ*.

El cultivo de tejidos vegetales *in vitro* es una estrategia efectiva para la conservación *ex situ* de variedades nativas de papa y tubérculos andinos.

Para la conservación efectiva de variedades nativas es importante combinar estrategias de conservación *in situ* y *ex situ*, que permitan la evolución continua junto con los procesos de la selección que hacen los agricultores y las continuas presiones a las que se ven sometidas estas especies.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Charmet, G. and Balfourier, F. (1995). The use of geostatistics for sampling a core collection of perennial ryegrass populations. *Genet Resour Crop Evol* 42, 303–309 (1995). <https://doi.org/10.1007/BF02432134>
- 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
- Corporación PBA. (2013). Innovación Rural Participativa – IRP. Manual para facilitadores. Tercera Edición. 125pp.
- Dawson T., Juarez, H., Maxted, N. and de Hann, S. (2023). Identifying priority sites for the on-farm conservation of landraces and systematic diversity monitoring through an integrates multi-level hotspot analysis: the case of potatoes in Peru. *Frontiers in conservation science*. <https://doi.org/10.3389/fcosc.2023.1130138>
- Food and Agricultural Organization - FAO. (1996). Global plan of action for the conservation and sustainable utilization of plant genetic resources for food and agriculture. FAO, Roma.
- Food and Agricultural Organization - FAO. (2012). Experiencias y enfoques de procesos participativos de innovación en agricultura. El caso de la Corporación PBA en Colombia. 56p.
- Food and Agricultural Organization - FAO (2022). Agrovoc. Concepto de Agrobiodiversidad. Recuperado de <https://www.fao.org/agrovoc/es/concepts-of-the-month/agrobiodiversidad>
- 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.
- López, E. Martínez, L. M., Martínez-Cañas, C. A., Vargas-Prieto, A. (2018). Desarrollo rural y envejecimiento: caso de estudio municipio de Chinavita, Boyacá, Colombia. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*. DOI: 10.19053/20278306.v8.n2.2018.7959
- Muñoz, L. y Lucero, A. (2008). Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de papa criolla *Solanum phureja*. *Agronomía Colombiana* 26(2), 340-346.
- Tovar, P., Dodds, J.H. (1986) Tissue culture propagation of Potato. International Potato Center (CIP). Slide training series 1-5, 12 p.
- 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