



## MEJORA DEL RENDIMIENTO DE LA PAPA Y OTROS TUBÉRCULOS ANDINOS – ROOT TO FOOD

### Producto 14. Diagnóstico de arreglos agroecológicos para las unidades agrícolas familiares de Bolivia y Colombia

Adriana Sáenz Aponte - PUJ  
Wilson Teran – PUJ  
María del Pilar Márquez  
Luis Antonio Camargo - PBA





Códigos JEL: Q10

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 Adriana Sáenz Aponte, Wilson Terán, Luis Antonio Camargo y Pablo Paco.

Copyright © 2021 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](mailto:fontagro@fontagro.org)

[www.fontagro.org](http://www.fontagro.org)



# Tabla de Contenidos



<b>Abstract / Resumen</b>	<b>4</b>
<b>Introducción</b>	<b>6</b>
<b>Objetivos</b>	<b>8</b>
<b>Metodología</b>	<b>9</b>
<b>Resultados</b>	<b>15</b>
<b>Discusión</b>	<b>24</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>25</b>
<b>Referencias Bibliográficas</b>	<b>26</b>



## Abstract / Resumen

Los arreglos agroecológicos son organizaciones de uno o varios cultivos principales, incluyendo sus asociaciones específicas y rotación en el territorio, teniendo en cuenta que es un sistema que busca mayor sostenibilidad ambiental y resiliencia de los sistemas productivos, al mismo tiempo que mejora el rendimiento del cultivo principal. Estos arreglos pueden ser transitorios, que corresponden a cultivos que se establecen en un área por un determinado tiempo, aportando materia orgánica al suelo y fomentando las interacciones bióticas, con el fin de implementar en esa misma área posteriormente, el cultivo permanente, facilitando así un mayor rendimiento, producción y asegurando el aporte alimenticio en el territorio. El establecimiento de un arreglo agroecológico puede generar un ambiente equilibrado, sostenible, con suelos fértiles, facilitando el potencial productivo bajo condiciones ambientales adecuadas y controlables. Además, las asociaciones bióticas pueden reducir la incidencia de insectos y enfermedades plaga, asegurar un aporte de biomasa en el suelo, mejorar la estructura y la preparación del mismo. Estas actividades biológicas se pueden estimular con la incorporación de abonos verdes y uso de bioinoculantes con microorganismos activos como enmiendas al suelo o cultivos.

De acuerdo con lo anterior, para hacer el diagnóstico en las zonas de estudio sobre presencia de arreglos agroecológicos o su conocimiento, se aplicaron con las comunidades de productores de papa y tubérculos andinos asociadas al proyecto, las herramientas de calendario estacional de cultivos y censo de problemas, que permitieran establecer el diagnóstico sobre éstos.

Los análisis de este trabajo participativo con las comunidades permitieron identificar que ellos organizan principalmente sus cultivos en monocultivo y no existen como tal, prácticas de arreglos con otros cultivos diferentes a papas nativas en un mismo cultivo. Por lo general, la organización de los cultivos de papa depende de la época, y la elección de variedades a sembrar y obedece principalmente a una lógica de demanda en el mercado, combinando diferentes variedades de papa. Algunos productores de Colombia incorporan a los lotes, tubérculos andinos (cubio/isaño, ruba /papalisa, o ibia/oca) al finalizar la producción de papa, para aprovechar los nutrientes presentes en el suelo, sin embargo, no es una práctica constante, mientras que en Bolivia se evidenció un mayor número de productores que siembran estos tubérculos andinos en asociación o rotación con el cultivo de papa. En Colombia no parece ser frecuente la rotación de cultivos en los lotes que se usan para siembra, por lo general se continua con el mismo cultivo, sin monitoreo y manejo integrado de plagas, y aunque existe la conciencia de realizar rotaciones o dejar descansar el terreno, no parece ser algo muy sistematizado. Por el contrario, en los productores de Bolivia, se evidenció que existe y se mantiene una práctica ancestral milenaria de rotación de los cultivos de papa con leguminosas, así como periodos de descanso del terreno muy claros, y también una diferenciación en cuanto a la elección de variedades a sembrar en función de la época del año (invierno o verano), evitando sembrar variedades más susceptibles a



enfermedades fúngicas en época invernal. Los diferentes problemas que presentan los cultivos son controlados a través de aplicaciones químicas constantes. Con esta monografía se brinda un diagnóstico de arreglos agroecológicos para las unidades agrícolas familiares de Colombia y Bolivia.

**Palabras Clave:** Arreglo agroecológico. Papas nativas, tubérculos andinos, diagnóstico, calendario estacional de cultivos, censo de cultivos.





## Introducción

Dentro de las estrategias para la generación y aplicación de tecnologías apropiadas y sostenibles tendientes a atender los actuales desafíos asociados con la población rural y producción de alimentos como pobreza rural, desplazamiento de las zonas rurales a la urbana, malnutrición e inseguridad alimentaria, pérdida de cultivos tradicionales y tendencia al monocultivo, impacto ambiental por manejo exclusivamente químico de los cultivos o desplazamiento de la frontera agrícola hacia bosques y áreas de conservación, entre otros, la agricultura debe conceptualizarse como parte integral de un sistema sostenible ambiental, social y económico. En él, debe primar una distribución equitativa de alimentos y recursos entre el campo y las urbes, garantizando empleo y calidad de vida en áreas rurales, con menos impacto para el medio ambiente, para lo cual se requieren mecanismos de adopción y puesta en marcha de procesos productivos orientados al autoconsumo y/o mercado de los productos con manejos adecuados (FAO 2003; Manrique et al., 2014).

De acuerdo con la FAO, los arreglos agroecológicos comprenden un sistema holístico de gestión de la producción que fomenta y mejora la salud del agroecosistema y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo, requiriendo tecnologías más sostenibles y verificadas técnicamente, que permitan una apropiación y expansión. Por ello, los arreglos agroecológicos, visualizados como componentes coexistentes con otras formas de agricultura, están comenzando a atraer la atención de muchos países, especialmente frente a la reducción del apoyo gubernamental en los créditos a los insumos agrícolas y en la transferencia de tecnología, pero también debido a una cada vez mayor conciencia ambiental y social por parte del consumidor (Manrique et al. 2014). Para que esto se promueva, es necesario un enfoque de diversificación en los sistemas orgánicos aumentando a su vez la estabilidad de los ecosistemas, la protección del medio ambiente, la inocuidad de la salud humana y alimentos producidos, y la adaptación a las condiciones socioeconómicas que imperan en los sectores rurales de América Latina. Este proceso debe estar basado sobre lineamientos técnicos comprobados en un proceso de coexistencia con lineamientos que provienen de la agricultura sostenible, la agricultura de conservación de suelos, el manejo integrado de cultivos y plagas y las aplicaciones de la biotecnología, especialmente en el control de limitaciones abióticas y bióticas que están incidiendo sobre la productividad e inocuidad de los productos (FAO, 2020).

Los arreglos agroecológicos se basan en asociaciones de varios cultivos, así como en las interacciones bióticas que promueven y la rotación de los mismos en el terreno, teniendo en cuenta, que es un sistema que beneficia el suelo y mejora el rendimiento del cultivo principal. Se considera el cultivo principal como aquel de mayor interés para el agricultor en términos económicos, del cual se espera obtener los mejores resultados en cuanto a productividad, calidad y cantidad con fines de comercialización (Arcila et al., 2007). Los arreglos pueden tener cultivos transitorios y establecerse en un área por un determinado tiempo, aportando materia orgánica



al suelo con alto carácter rotativo, fomentando las interacciones bióticas y mitigando la incidencia de plagas. También pueden organizarse con alto grado de asociación y diversidad, cultivos permanentes en la misma área, aprovechando las posibles sinergias bióticas existentes para facilitar así un mayor rendimiento y producción y asegurando el aporte alimenticio constante en el territorio a lo largo del tiempo (Clavijo y Pérez, 2014).

Entre los principales factores asociados a tener en cuenta en la sostenibilidad de un arreglo agroecológico está el balance de los ciclos de nutrientes, agua y energía, junto con la disminución o eliminación en el uso de productos de síntesis química (Méndez et al., 2013). Así, el establecimiento de un arreglo agroecológico puede generar un ambiente equilibrado, sostenible, garantizando suelos fértiles, facilitando el potencial productivo bajo condiciones ambientales adecuadas y controlables (Altieri, 2001). Además, las asociaciones establecidas pueden reducir la incidencia de insectos plaga, asegurar un porcentaje de biomasa en el suelo, el mejoramiento de la estructura y la preparación de este con la incorporación de abonos verdes y mediante la actividad de los microorganismos (Clavijo y Pérez, 2014).

Lo anterior, puede representar no sólo una estrategia de conservación y manejo de suelos, sino también de recuperación de los mismos, que además funciona dentro del marco de desarrollo y sostenibilidad. La recuperación de suelos se vuelve prioridad en regiones donde el mal manejo de recursos naturales ha generado problemáticas por erosión, escorrentía hídrica, baja fertilidad, producción limitada, lo que a su vez genera consecuencias a nivel de la seguridad alimentaria de pobladores, que muchas veces deben abandonar esas áreas de cultivo, generando desplazamiento tanto de población rural, como de la frontera agrícola (Altieri, 2001). Por ende, las soluciones a este tipo de problemáticas deben ser analizadas desde una visión multidisciplinar y social y abarcar así a los actores principales del manejo de las actividades agrícolas en cada región.

Así, la implementación de arreglos agroecológicos plantea desafíos nuevos, especialmente en la posibilidad de contribuir a la calidad y conservación del medio ambiente, tradiciones y cultura, así como a la generación de ingresos y la seguridad alimentaria. Además, brindan una oportunidad de combinar conocimientos tradicionales con ciencia moderna biológica, genética y molecular, o tecnologías de monitoreo, producción, distribución y comercialización nuevas e innovadoras para proporcionar oportunidades comerciales que permitan la generación de ingresos y un mayor aporte al auto suministro de alimentos (Altieri, 2001; Méndez et al., 2013).

Considerando que existen actualmente muchas iniciativas en América Latina y el Caribe para desarrollar programas que involucran arreglos agroecológicos (FAO 2020), y la importancia que tienen los cultivos de papa y tubérculos andinos para los sistemas altoandinos, con este documento se pretende realizar un diagnóstico general de la situación actual en relación a este tipo de arreglos, dentro de los sistemas productivos pertenecientes a productores de Bolivia y Colombia involucrados en el proyecto “ROOT TO FOOD: Mejora del rendimiento de la papa y otros



tubérculos andinos”. En Colombia participan productores de las asociaciones: Asoagroalzal (Asociación campesina no nacional de trabajadores de la vereda Alizal, municipio de Carmen de Carupa, Colombia), Cooinpaven (Cooperativa Integral de Productores de Papa de Ventaquemada, Colombia), Coinpacol (Cooperativa Integral Agropecuaria de Colombia), y en Bolivia participan comunidades de productores del Municipio Sacaba.





## Objetivos

Esta monografía de diagnóstico de arreglos agroecológicos para las unidades agrícolas familiares de Bolivia y Colombia busca:

1. Aplicar la herramienta calendario estacional de cultivos y censo de problemas con productores de papas nativas y tubérculos andinos.
2. Analizar la información para establecer la presencia de arreglos agroecológicos con productores de papas nativas y tubérculos andinos.



## Metodología

### Calendarios estacionales de cultivos

El calendario estacional de cultivos es una herramienta que le permite al agricultor realizar una planeación anual de su cultivo, proporcionándole información oportuna sobre la fenología y crecimiento de la planta, las actividades culturales, las condiciones climáticas, las plagas y enfermedades, así como las condiciones socioeconómicas que le permitan una buena producción.

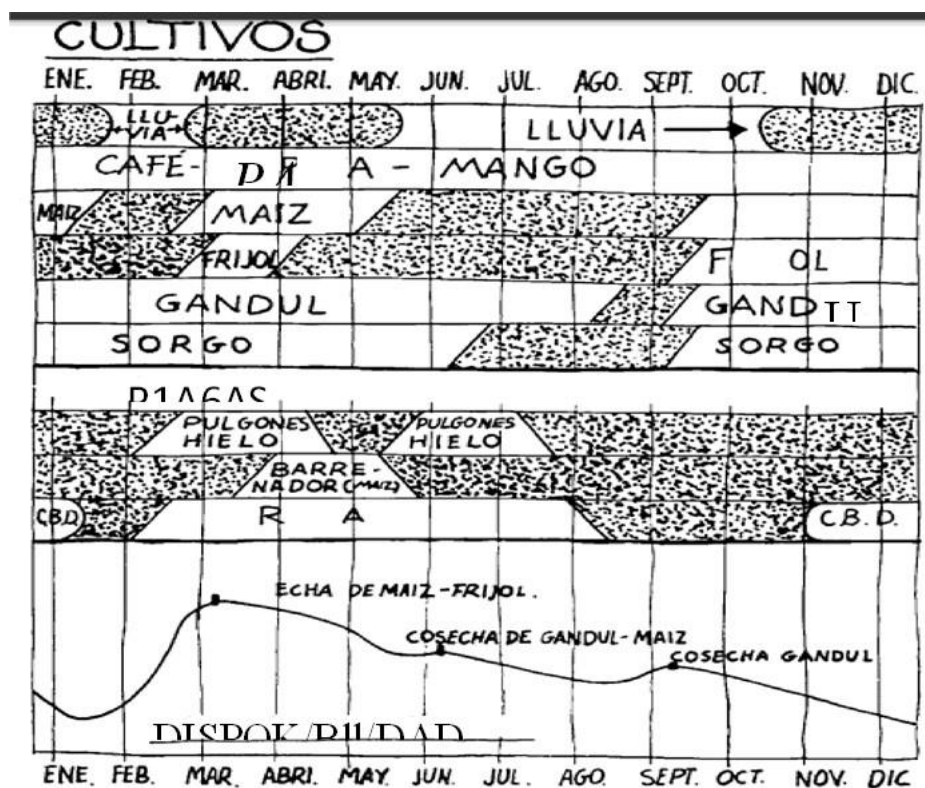
En cada una de las zonas de influencia del proyecto, se representó el calendario de actividades productivas que normalmente se realizan en los cultivos de papas nativas y tubérculos andinos, con el fin de ilustrar relaciones entre diferentes actividades y cambios estacionales, teniendo en cuenta parámetros como lluvias, cultivos que se siembran, fechas de cultivos, actividades relacionadas con el desarrollo del cultivo, disponibilidad y demanda de mano de obra, incidencia de plagas, costos de producción. Esta metodología se basa en las experiencias y desarrollos obtenidos por la Corporación para el Desarrollo participativo y sostenible de los pequeños productores rurales (PBA).

Para el Desarrollo de la actividad, se requirió de dos horas y materiales como pizarra, papel y marcadores de diferentes colores, llevando a cabo los siguientes pasos:

**Paso 1.** Reunión con los productores. En este espacio se explica la función del calendario estacional y se discuten los aspectos que se van a incluir. Para ello se seleccionan: cultivos presentes, ciclo productivo, insectos, enfermedades, fertilizantes.

**Paso 2:** Los productores establecen una escala de tiempo, usando el calendario anual (Figura 1).

**Paso 3:** Para cada uno de los parámetros, se describen las variaciones estacionales mediante líneas o bloques. Esto se inicia de acuerdo con el periodo con el mes de siembra, de acuerdo a la zona. Se organiza mes a mes, hasta completar el año para cada parámetro (Figura 1)



**Figura 1.** Ejemplo de Calendario de cultivos explicado a productores de papas nativas y tubérculos andinos.

**Paso 4:** Se lleva a cabo una discusión final del resultado obtenido, en términos de las variables analizadas, la cual es presentada a todos los productores participantes, para consolidar y revisar con los resultados de otros grupos de trabajo de productores (Figura 2). Al finalizar esta actividad, se deja una copia del calendario a los productores, con ello los participantes podrán emplearlo y tener en cuenta para el desarrollo de sus cultivos.



**Figura 2.** Productores de Carmen de Carmen Carupa (Colombia), organizando en un calendario, las diferentes actividades desarrolladas dentro de los cultivos de papas nativas.

## **Censo de problemas en cultivos y otras actividades estacionales**

Con esta actividad, se identifican los principales problemas alrededor de los cultivos que tienen los productores. La actividad se desarrolla en aproximadamente una hora, usando diagramas de flujo organizados a través de tarjetas de cartulina para su ejecución (Figura 3)





**Figura 3.** Desarrollo de la actividad censo de problemas, por productores de Carmen de Carupa (Colombia).

Utilizando el diagrama como guía y escribiendo los problemas mencionados sobre tarjetas individuales, se desarrollan preguntas a los participantes para cada etapa de la actividad identificada en el diagrama. Las preguntas se relacionan como se muestra en la tabla 1. Posterior a esto, se revisan los problemas que se repiten, analizándolos con los productores, e identificando los más importantes para la comunidad. Un aspecto a destacar en las actividades realizadas dentro del proyecto es que, a pesar de existir algunas diferencias, se identificaron limitaciones y problemas comunes a los sistemas de producción en Colombia y Bolivia.

**Tabla 1.** Problemas analizados con productores de papas nativas y tubérculos andinos de Cundinamarca y Boyacá (Colombia) y Sacaba (Bolivia)

ETAPAS	PROBLEMAS
Semilla	No se conoce bien el mercado de las variedades a sembrar Incertidumbre en la fecha de siembra
Preparación de la parcela	Escasez de tierra Erosión Arrendatarios no pueden escoger a satisfacción. Falta mano de obra Altos costos de alquiler de maquinaria Escasez de maquinaria
Siembra, Fertilización, deshierba, aporque	Mala selección de variedad Inseguridad de Lluvia Gorgojos. Costos mano de obra Costos abonos
Control de plagas	Costos pesticidas Costos mano de obra No se hace monitoreo
Comercialización	Escasez mano de obra Pérdida por robo Costo de transporte Falta de sitios adecuados Pudrición del producto. Precios bajos al momento de la cosecha Baja demanda del producto

## Análisis de la Información

Luego de las dos actividades desarrolladas con los productores, como se explicó anteriormente, y a partir del registro fotográfico de los diferentes esquemas elaborados por los participantes, se digitan en Excel los datos obtenidos, permitiendo realizar figuras y análisis de la información en relación a la presencia de cultivos acompañantes-arreglos agroecológicos y problemas presentes en lotes con papas nativas y tubérculos andinos (Figura 4).



**Figura 4.** Información base para el análisis de Calendario de cultivos de la cooperativa Coinpacol (Ventaquemada, Boyacá, Colombia)





## Resultados

De acuerdo con la herramienta utilizada con los productores en Colombia, se pudo establecer que en la asociación Asoagrizal (Carmen de Carupa, Cundinamarca, Colombia), los productores reconocen dos morfotipos de ibias (las rosadas y las rojas). En cuanto a las rubas, los participantes indicaron dos morfotipos: las amarillas y las rojas. También, se identifican ocho morfotipos de cubios. Se distinguen 11 morfotipos de papas nativas por parte de los participantes. Se mencionan las papas nativas tucarreña, espaldona, tocana colorada, tucarreña negra, española negra, colombiana, tocana blanca, tocana negra, tota, ketina y rubí. Siendo los morfotipos tucarreña, espaldona y tocana colorada los más conocidos y manejados por los productores de la zona. Por el contrario, tocana blanca, tocana negra, tota, ketina y rubí son los menos distinguidos por los participantes. Por otra parte, se pudo establecer que es poca la diversidad de morfotipos de tubérculos andinos que se conocen y siembran en la zona. Igualmente, los lotes que han establecido son pocos y la superficie sembrada es baja comparada con la destinada a variedades comerciales. Además, no siembran las papas nativas y tubérculos andinos en asocio con otros cultivos diferentes, rotan poco o no suelen cambiar de cultivo en el terreno.

De acuerdo con el calendario de cultivos, se identifica que trabajan el cultivo de papa sin combinar con otros cultivos u organizar algún tipo de arreglo agroecológico. Además, la siembra está condicionada por la pluviosidad que se pueda presentar en la zona y permita la disponibilidad de agua para los cultivos únicamente. Es decir que se manejan los cultivos, de acuerdo al calendario de lluvias, pero sin tener en cuenta un manejo agronómico del mismo, no llevan a cabo monitoreo de plagas, por lo tanto, la elección de variedades sembradas obedece únicamente a un criterio de demanda en el mercado en donde la mayor / menor susceptibilidad de las variedades no entra a ser tenida en cuenta como variable. Por ende, el manejo de enfermedades y plagas es exclusivamente químico, independiente de la presencia o dinámica de las mismas (Tabla 2).

**Tabla 2.** Calendario de cultivos desarrollado por productores de Asoagroalzal (Carmen de Carupa, Cundinamarca, Colombia)

Parámetro	MESES											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Papas Nativas Siembra	X					X						
Lluvias			X	X	X				X	X		
Insectos y enfermedades	X	X					X	X				X
Fertilización	X		X	X			X	X		X		
1. Deshierbe												
2. Aporque			1	2		3		1	2		3	
3. Cosecha												
Control de plagas y enfermedades	<p>Control de plagas y enfermedades. Aplicación cada 8 días.</p> <p>Preparación terrena; siembra; fertilización</p>											

En cuanto a los problemas identificados por los productores en Carmen de Carupa (Cundinamarca, Colombia), se resumen en la tabla 3, donde se destaca la baja disponibilidad de semilla para incorporar en los lotes disponibles, su calidad y poca diversidad en semillas.



**Tabla 3.** Censo de Cultivos en Asoagroalzal (Carmen de Carupa, Colombia)

ACTIVIDADES	PROBLEMÁTICAS
<b>Semilla</b>	No hay semillas Las semillas se obtienen del vecino Calidad de las semillas (Semillas con enfermedades) Pocas variedades de semillas nativas
<b>Preparación del terreno</b>	Exceso de maquinaria
<b>Siembra, fertilización, deshierba y aporque</b>	Demasiados fertilizantes
<b>Control de plagas</b>	Plagas: insectos, polillas ( <i>Tecia solanivora</i> ), pulguilla ( <i>Epitrix spp.</i> ), gusano blanco ( <i>Premnotrypes vorax</i> ), troceador. Enfermedades: nematodos, virus y hongos No se realiza monitoreo Demasiados plaguicidas. Control con insecticidas, nematicidas y fungicidas Aplicación de plaguicidas por sospecha
<b>Cosecha y poscosecha</b>	Oportuna venta a los intermediarios
<b>Comercialización</b>	Punto de equilibrio Variedades son poco conocidas Poco interés en el consumo

En la asociación Cooinpaven (Ventaquemada, Boyacá, Colombia), los productores no siembran combinando tubérculos andinos y papa, con otros cultivos ni realizan rotación. Los productores reconocen cuatro morfotipos de ibias: blancas, rojas, rosadas y amarillas. En cuanto a las rubas, se identifican seis morfotipos. Se distinguen las rubas blancas, rosadas, rojas, verdes, amarillas y moradas. Así mismo, los productores identifican nueve morfotipos de cubios. Se reconocen los cubios amarillos, morados, blancos, negros, blancos con morado, rojos, blancos con rayas moradas, picantes y blancos con negro. Se identifica una gran variedad de morfotipos de papas nativas, aunque no todos los participantes las distinguen. Se identifican 21 morfotipos de papas nativas. Se menciona las papas cornetas, tocana, andina, criolla manzana, tucarreña, morada, roja, alargada, bandera, papa amarilla, quinchá, leona, mortiña, sangre de todo, corazón negro, mora, alcarros, quiringuinga, calabera, botona blanca y pacha negra. Los morfotipos corneta, tocana, andina, criolla manzana, tucarreña y morada son los más conocidos por los participantes. Por el contrario, los demás morfotipos son poco reconocidos por las personas. Generalmente siembran todos los morfotipos en el mismo lote, pero no en asocio con otros cultivos. Siembran poco o alternan con tubérculos andinos, a pesar de que reconocen su función como barrera para plagas.



De acuerdo con el calendario de cultivos, desarrollan todas las actividades del cultivo de papa. Esto lo manejan durante el año (Tabla 4). El manejo está relacionado con control químico principalmente, no llevan monitoreo. Además, la fertilización se basa en la experiencia y nunca se realiza soportada en un análisis de suelos (Tabla 4).

**Tabla 4.** Calendario de cultivos desarrollado por productores de COOINPAVEN (Ventaquemada, Boyacá, Colombia)

Parámetro	MESES											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Juni	Juli	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
<b>Siembra</b>	X		X	X			X	X	X	X		X
<b>Fertilización</b>	Orgánico en siembra. Químico	Al mes. Químico (mes y medio)	Aplicación foliar a los dos meses. Orgánico									
<b>Plagas y enfermedades</b>	Enfermedades: gota, <u>rizoctoniasis</u> , alternaria, <u>roselinia</u> . Plagas: polilla, <u>trozador</u> , <u>pulgilla</u> , gusano blanco, minador		<u>Trichoderma</u> - siembra Trivia-fungicida <u>Forgot-control</u> plagas	Aplicaciones según condiciones fitosanitarias								
<b>Clima: Lluvias</b>					X	X	X	X				
<b>Clima: Verano</b>	X	X										X
<b>Cosecha</b>	X			X	X			X	X			X
<b>Semillas</b>	Del cultivo anterior y vecinos											
<b>Demanda</b>	Bajo, pero es constante											

Igualmente se evidenció en el censo de cultivos que el manejo se centra en los cultivos de papa, pero no se trabaja con otros cultivos de posible interés en la zona, que permita un mejor manejo como aporte en fertilización e inclusive como barreras para plagas (Tabla 5). Además, se observa que independiente de la actividad llevada dentro de los lotes, uno de los problemas reiterativos es la poca mano de obra y sus altos costos, lo cual lleva a continuar con las mismas actividades en el cultivo que más conocen, a pesar de tener problemas en la comercialización.



**Tabla 5.** Censo de Cultivos en Cooinpaven (Ventaquemada, Boyacá, Colombia)

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>PROBLEMÁTICAS</b>
<b>Semilla</b>	Calidad de la semilla
<b>Preparación del terreno</b>	Tamaño del terreno (costos elevados)
	Mano de obra escasa y costosa
	Análisis de suelo (tiempo de entrega) Desinfección del suelo
<b>Siembra</b>	Mano de obra escasa y costosa Clima y Plagas
<b>Deshierba (fertilización)</b>	Aplicación de herbicida (costosa) Mano de obra escasa y costosa
<b>Aporque</b>	Mano de obra escasa y costosa
<b>Control de plagas</b>	Plagas y enfermedades: sarna polvosa de la papa ( <i>Spongospora subterranea</i> ), rizoctoniasis ( <i>Rhizoctonia solani</i> ), gota ( <i>Phytophthora infestans</i> ), tiroteador ( <i>Epitrix</i> spp., <i>Naupactus</i> spp.), polilla ( <i>Tecia solanivora</i> ). Falta de monitoreo. No MIPE
<b>Cosecha</b>	Mano de obra escasa y costosa
<b>Poscosecha</b>	Mano de obra escasa y costosa Selección de semilla (tiempo y cantidad)
<b>Comercialización</b>	Empacado e intermediarios

En cuanto a los productores de COINPACOL del municipio de Soracá, producen papa de manera comercial, papas nativas (algunos productores) y tubérculos andinos y cultivos de pancoger para el autoconsumo familiar. Los productores en la actualidad establecen áreas muy pequeñas. Además, el consumo familiar ha disminuido principalmente por la baja aceptación de los jóvenes y porque comercialmente no tienen buena salida a nivel local, ni regional. Los productores identifican 3 morfotipos de cubios, 3 de rubas, 2 de lbias y 3 de papas nativas (Alpargatona y Palinegra). Sin embargo, no lo hacen de forma combinada entre estos o con otras especies vegetales, lo cual se evidencia con las problemáticas abordadas con la herramienta censo de cultivos (Tabla 6).



**Tabla 6.** Censo de Cultivos en Coinpacol (Soracá, Boyacá, Colombia)

CENSO DE CULTIVOS	
ACTIVIDAD	Problemática
SEMILLA	Insuficiente, falta de semilla de calidad
PREPARACIÓN DEL TERRENO	Falta de conocimiento
SIEMBRA	Se desconoce algunos manejos
DESHIERBE	
CONTROL DE PLAGAS	Alta afectación de Palomilla y Pulgilla, Gusano Blanco
COSECHA	
POSCOSECHA Y COMERCIALIZACIÓN	Falta estandarizar y conocer más de esta etapa

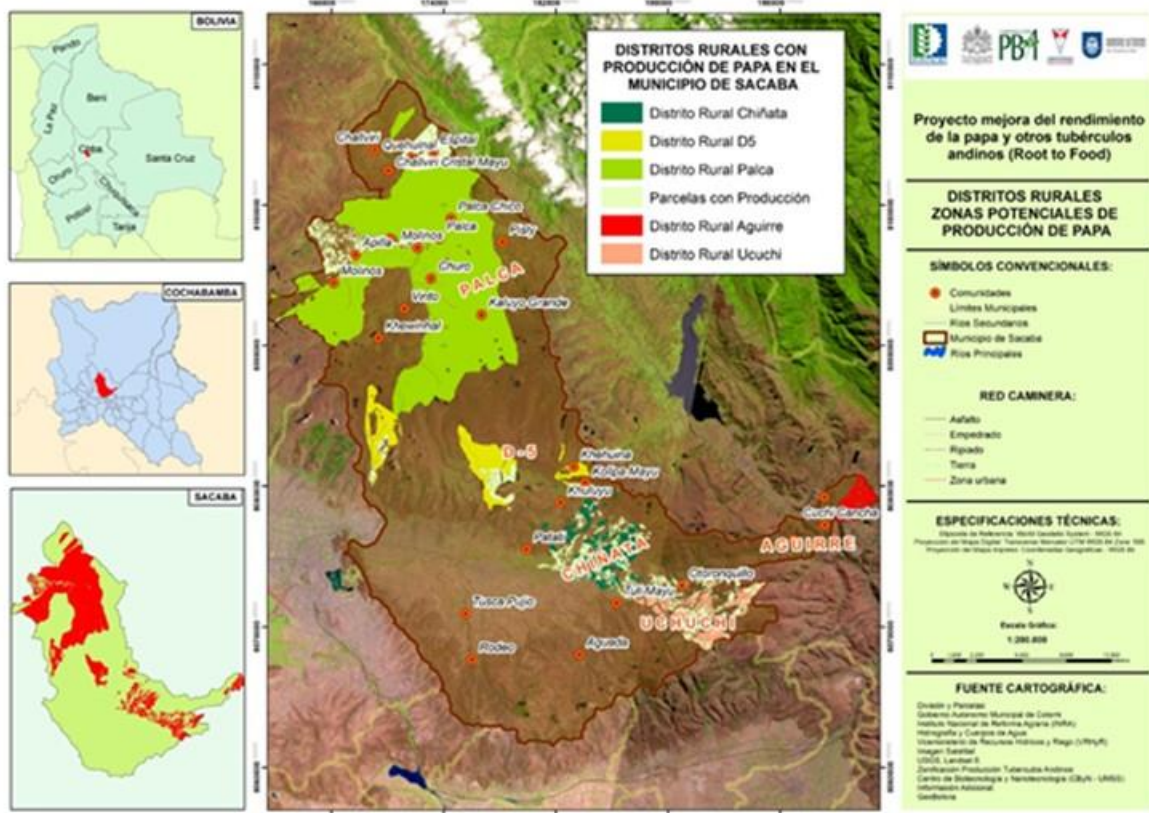
En relación con la herramienta Calendario de cultivos, los productores participantes plantearon desde su experiencia, los momentos más importantes en el manejo agronómico de los cultivos, pero haciendo énfasis sólo en cultivos de papa, sin tener en cuenta cultivos acompañantes u otras especies vegetales (Tabla 7).

**Tabla 7.** Calendario de cultivos desarrollados por productores de Coinpacol (Soracá, Boyacá, Colombia).

Parámetro	MESES											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Juni	Juli	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Siembra	X		X	X			X	X	X	X		X
Fertilización	Orgánico en siembra. Químico	Al mes. Químico (mes y medio)	Aplicación foliar a los dos meses. Orgánico									
Plagas y enfermedades	Enfermedades: gota, <u>rizoctoniasis</u> , <u>alternaria</u> , <u>roselinia</u> . Plagas: polilla, <u>trozador</u> , <u>pulgilla</u> , gusano blanco, minador		<u>Trichoderma</u> - siembra. Trivia-fungicida. <u>Forgot</u> -control plagas	Aplicaciones según condiciones fitosanitarias								
Clima: Lluvias					X	X	X	X				
Clima: Verano	X	X										X
Cosecha	X			X	X			X	X			X
Semillas	Del cultivo anterior y vecinos											
Demanda	Bajo, pero es constante											



En el municipio de Sacaba (Bolivia) en la producción de papa (Figura 5), se utilizan dos sistemas agroecológicos de producción, uno es denominado “Mishka” o siembra tempranera y el otro “Jatun Tarpuy” o siembra grande.



**Figura 5.** Zonas productoras en el municipio de Sacaba (Bolivia)

La “Mishka” o siembra tempranera, se realiza desde mayo hasta junio, es decir en la época invernal de Bolivia. Las parcelas para este tipo de siembra necesitan riego porque durante el ciclo vegetativo casi no hay precipitaciones pluviales. Actualmente, con los programas del gobierno de Bolivia para mejorar el riego, especialmente del tipo presurizado, las siembras tempraneras se han incrementado. El objetivo principal de este tipo de siembra es aprovechar los precios altos que tiene la papa entre los meses de noviembre a enero. El principal riesgo para este tipo de cultivo son las heladas.

El sistema de rotación en la siembra Mishka es el siguiente: 1er año después del descanso del suelo: papa (invierno); 2do año: avena y/o cebada (verano); 3er año: papa (invierno); 4to año: avena y/o cebada (verano); 5to año: descanso.

Como se puede apreciar en el sistema de rotación de la siembra tempranera, el uso del suelo en este sistema es intensivo debido a que se obtienen dos cosechas “al año”.

Es importante resaltar la producción de forraje en las zonas productoras de papa en Sacaba. En



efecto, en Sacaba suele utilizarse con regularidad la tracción animal para las labores agrícolas (bovino y equino). Además, también se crían otros animales de granja como las ovejas, conejos etc. Por lo tanto, la producción de forraje es muy importante en esta zona, eso explica por qué entran en el sistema de rotación. Además, las gramíneas reducen la cantidad de plagas, como los nematodos, que atacan a la papa. Algunos agricultores consultados sobre las ventajas de siembra de forrajeras en las parcelas utilizadas para producción Mishka afirman lo siguiente “una forrajera como la avena o la cebada, mantiene el suelo suelto para la siguiente campaña, además que los residuos de cosecha se incorporan al suelo como materia orgánica”.

El principal riesgo de la siembra tempranera son las heladas, muy frecuentes en el municipio de Sacaba, como muestra la figura 6.



**Figura 6.** Heladas en cultivos en el municipio de Sacaba (Bolivia)

En las siembras tempraneras, no se cultivan todas las variedades, solo las muy susceptibles a la gota “T’ojtu” (*Phytophthora infestans*), tales como la Huaycha, Imilla Blanca, Goyllu, Pintaboca, etc., que son muy apreciadas en el mercado. Estas variedades tienen muchos problemas de T’ojtu



en la siembra grande por la abundante lluvia que existe. Para la siembra grande se utilizan variedades tolerantes a la gota como la Doble H, Puca Ñawi, Desiree, etc., o se aplican grandes cantidades de fungicidas a las variedades susceptibles.

La siembra grande “Jatun Tarpuy”, en el municipio de Sacaba comienza a fines de invierno (agosto) y se extiende hasta mediados de octubre. En este periodo no solo se siembra papa, sino todas las especies con que cuenta el agricultor. En Sacaba destacan la papa, el haba, la papalisa, la oca, el isaño, etc. El sistema de rotación en la siembra grande es el siguiente: 1er año después del descanso del suelo: papa/oca/papalisa (oca y papalisa en menor extensión); 2do año: Haba/arveja/tarwi; 3er año: papa/oca/papalisa (oca y papalisa en menor extensión); 4to papa. Haba/arveja/tarwi; 5to año: avena/cebada; 6to año: descanso.

Las leguminosas mejoran considerablemente la fertilidad del suelo por su asociación con bacterias del género *Rhizobium* para transformar el nitrógeno en un catión intercambiable para las plantas. El agricultor desconoce esta explicación científica, pero bajo la noción de “después del tarwi, arveja y haba, siempre se debe sembrar la papa, porque produce bien” es una práctica tradicional milenaria que se practicaba con el tarwi, y que ha sido reforzada por otras leguminosas introducidas durante la colonia como haba o arveja.

Una vez que termina un círculo completo en la rotación de cultivos, se siembran las forrajeras que normalmente son avena y/o cebada que finalizan un periodo de uso de suelo. Después de este tiempo, la parcela entra en descanso o barbecho por un periodo de tiempo que depende de muchos factores, como el clima, la tenencia de la tierra y presencia o ausencia de ganado menor. Las siembras grandes son las destinadas para dos fines: venta y semilla. En las comunidades suelen adoptar una metodología de rotación de semilla de papa muy interesante. Las semillas producidas en planicies suelen llevarse a parcelas con pendientes y viceversa. Incluso esta rotación “geográfica” se realiza entre comunidades, por ejemplo, los agricultores de Colomi adquieren semilla producida en laderas de las comunidades de Palca o Tiraque, y agricultores de estas comunidades llevan semilla de Colomi producidas en planicie. No se tiene una explicación científica sobre la eficacia de esta rotación, pero la práctica es muy común en las zonas productoras de papa. Es posible que esté relacionada con una diferencia entre los insectos y enfermedades plaga, presentes en las zonas.

Las mayores ventas de papa en los mercados son las de siembra grande, la cosecha se prolonga hasta marzo de cada año, pero no debe pasar de esta época, dado que los tubérculos pueden ser dañados por *Rhizoctonia solani* o por insectos como el gorgojo de los Andes (*Premnotrypes* spp.) y las polillas (*Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*). Para controlar estas plagas, los agricultores utilizan como control cultural la planta nativa conocida como la Muña (*Clinopodium bolivianum*). La Muña es puesta en el suelo, luego se ponen los tubérculos y la semilla, se tapa con la Muña, permitiendo una protección.





## Discusión

El diagnóstico a través de las herramientas de censo de cultivos y calendario de cultivos, evidencia que no se desarrollan arreglos agroecológicos por los productores en Colombia. Se evidenció que los productores reconocen algunos morfotipos de papas nativas, ruba, ibia y cubios que se encuentran en las fincas de los productores participantes y que pueden ser usados como barreras naturales frente a plagas, sin embargo, no las siembran sistemáticamente en los mismos lotes y tampoco incorporan otras especies vegetales. Especialmente para los tubérculos andinos, los productores atribuyen esta problemática al bajo consumo en las ciudades y en núcleos familiares, lo cual lleva a su poca comercialización e interés de producir.

Otro factor adicional en la disminución de áreas de producción destinadas a papa, tubérculos y otras especies vegetales, es el efecto del cambio climático a nivel de la pequeña producción, lo cual se traduce en la mayoría de las fincas en la reducción de la producción por área establecida y dedicada a la agricultura en beneficio de la ganadería lechera, además de baja disponibilidad hídrica a nivel del suelo y fuentes aprovechables para riego en épocas críticas.

Con respecto a los productores de Bolivia (municipio de Sacaba), se identificaron problemáticas similares con respecto al poco uso de arreglos agroecológicos, si bien se identificó la existencia de prácticas ancestrales de rotación y descanso de los terrenos destinados al cultivo de papa, así como cierta claridad en la elección de variedades a sembrar según la estación de lluvia, al mismo tiempo que se identificó una mayor diversidad de tubérculos andinos sembrados y volumen de producción, dando cuenta de la importancia cultural de estos en la alimentación y consumo tradicional por parte de estas comunidades.

Los arreglos de varios cultivos permiten incrementar la diversidad y benefician las interacciones bióticas del sistema productivo, al incluir especies que sirven como estructura para las posibles plantas trepadoras o crecer en distintos niveles del suelo, permitiendo generar sombra o actuando como cortinas rompevientos o escudo protector, especies como las leguminosas que establecen interacción bióticas para la fijación del nitrógeno atmosférico en el suelo y actuando como fertilizantes naturales para las otras, o especies que atraen polinizadores y depredadores, u otras como los tubérculos andinos o crucíferas que producen metabolitos con efecto repelente de insectos plaga o ciertos grupos de herbívoros.

De acuerdo con lo anterior, es necesario recuperar los pequeños arreglos que se tenían en las diferentes zonas como base de su alimentación, combinados con papas nativas, tubérculos andinos y otros cultivos, así como su rotación sistemática, haciendo énfasis en su importancia para la seguridad alimentaria en Colombia y Bolivia, así como para la sostenibilidad ambiental y resiliencia de los suelos destinados a estos u otros cultivos.



## Conclusiones

Los arreglos agroecológicos son muy escasos en los sistemas productivos de las regiones de influencia del proyecto en ambos países. En Colombia algunos productores asocian ruba con papa, para el control del trozador *Agrotis sp.* Ruba ibia y cubio, son sembrados en los lotes, luego de un corte de papa, como alternativa para que los tubérculos puedan aprovechar la residualidad de algunos fertilizantes disponibles en el suelo. En Bolivia, esta tendencia es similar, sin embargo, se destaca el uso de una práctica ancestral de rotación del cultivo de papa con forrajeras y leguminosas, y de selección de variedades a sembrar en las diferentes estaciones que podría ser interesante emplear como base para diseñar arreglos agroecológicos combinados en las etapas correspondientes a siembra de papa, e implementar esto y nuevos modelos tanto en los sistemas productivos de Bolivia como de Colombia.

Bajo los ejercicios de diagnóstico productivo de papas y otros tubérculos, la mayoría de los productores los siembran en áreas muy pequeñas, bajo sistemas de producción tradicionales, caracterizados por un volumen de uso de agroquímicos importantes y sometidos, en muchos de los casos, a condiciones edafoclimáticas extremas, pero son imprescindibles para asegurar la diversificación alimentaria y el sustento de las poblaciones que viven en mayor riesgo. Por ende, se evidencia la pertinencia de implementar las herramientas y beneficios de los arreglos agroecológicos en núcleos de investigación participativa que beneficien la sostenibilidad ambiental, social, y económica asociada a estos sistemas productivos andinos.



## Referencias Bibliográficas

- Arcila, P., Farfán, V., Moreno, B., Salazar, G. & Hincapié, G. (2007). Sistemas de producción de café en Colombia. Chinchiná, Cenicafe. Cap 11. Pp. 255-275.
- Altieri, M. (2001). Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. Pp 130.
- Clavijo, N. y Pérez, M. (2014). Tubérculos andinos y conocimiento agrícola local en comunidades rurales de Ecuador y Colombia. Cuadernos de Desarrollo Rural, 2 (74), 149-166.
- FAO (2003). Los Mercados Mundiales de Frutas y Hortalizas de Origen Orgánico. Pág. 5-7.
- FAO (2020). Plan departamental de extensión agropecuaria (PDEA) 2020-2023.
- Manrique, J., Martínez y Ojeda, E., Méndez, G., Munguía, A. y Martínez, A. (2014). La agroecología como propuesta de modelo de producción aplicado al cultivo de chile habanero en peto, yucatán. 35: 969-978.
- Méndez, E., Bacon, C. y Cohen, R. (2013). La agroecología como un enfoque transdisciplinar, participativo y orientado a la acción. 8(2):9-18.



## Instituciones participantes



Secretaría Técnica Administrativa



Con el apoyo de:



[www.fontagro.org](http://www.fontagro.org)

Correo electrónico: [fontagro@fontagro.org](mailto:fontagro@fontagro.org)