

INTENSIFICACIÓN SOSTENIBLE DE LA AGRICULTURA FAMILIAR EN PERÚ Y BOLIVIA (ATN/RF-16677-RG)

PRODUCTO **8** Informe de operación y resultados de los módulos demostrativos como soporte a la diseminación

Casazola López, José Luis
Choquehuanca Tintaya, Vicente
Torres Castillo, Francisco
Valdivia, Roberto E.
Quispe, Eustaquio
Conde, Antonio

2021





Códigos JEL: Q16

ISBN:

FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria) es un programa de cooperación administrado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), pero con su propia membresía, estructura de gobernabilidad y activos. Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, FONTAGRO, de sus directorios ejecutivos ni de los países que representan.

El presente documento ha sido preparado por: Vicente Choquehuanca, José Luis Casazola, Roberto E. Valdivia; José F. Torres, Antonio Conde; Eustaquio Quispe.

Copyright © 2020 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

Banco Interamericano de Desarrollo
1300 New York Avenue, NW, Stop W0502
Washington, D.C., 20577





Resumen

La Cooperación Técnica (CT) “**Intensificación sostenible de la agricultura familiar en Perú y Bolivia**”, con auspicio del “FONTAGRO” (ATN-RF-16677-RG), es ejecutada en el Altiplano de Perú y Bolivia por el CIRNMA¹ y ALTAGRO². Su objetivo es disseminar conocimientos e innovaciones tecnológicas que potencien la agricultura familiar frente al cambio climático y eleven la productividad y la generación de ingreso. La CT definió como beneficiarios a estudiantes secundarios (mujeres y varones) del área rural de esta zona. Con base en “Acuerdos de Trabajo” con cada una de sus instituciones educativas, se desarrolla un plan de actividades que incluye: convocar actores, estudio de línea base, talleres participativos, módulos demostrativos y réplicas de alternativas en hogares. La principal herramienta para la disseminación de conocimientos hacia los escolares es una Plataforma Virtual de Disseminación³ (PVD). En ella los estudiantes acceden, virtualmente, a Alternativas Tecnológicas Agropecuarias (ATA’s), validadas, en proyectos anteriores, por los ejecutores de la CT. El uso de la PVD, como herramienta de difusión, es novedosa para estudiantes del área rural. Al incluirse información sobre componentes agro productivos representativos de la región, los estudiantes priorizaron varias ATA’s y con ellas se estructuraron dos módulos demostrativos. Uno en el Colegio “Mariscal Andrés de Santa Cruz”, en Pillapi, Tiahuanacu (La Paz, Bolivia) y el otro en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Santa Rosa (Melgar, Puno, Perú).

Palabras Clave: Intensificación de la agricultura tradicional; Módulos demostrativos agropecuarios; Alternativas tecnológicas agropecuarias

¹ CIRNMA: Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente – ONG (Puno, Perú)

² ALTAGRO: Alternativas Agropecuarias – ONG (LA Paz, Bolivia)

³ PVD: Plataforma Virtual de Disseminación, ubicada en: www.cirnma.org

Módulos Demostrativos como soporte en la diseminación de tecnologías agropecuarias

Marco de la Cooperación Técnica (CT) “Intensificación sostenible de la agricultura familiar en Perú y Bolivia”.

Auspiciada por el FONTAGRO – BID, la CT es ejecutada en el Altiplano peruano – boliviano con la finalidad diseminar Alternativas Tecnológicas Agropecuarias (ATA’s), validadas localmente por CIRNMA (Perú) y ALTAGRO (Bolivia) e integradas en una Plataforma Virtual de Diseminación (PVD)⁴ como herramienta de escalamiento. La octava acción de la CT fue implementar módulos demostrativos en Bolivia y Perú, operados por estudiantes como beneficiarios de la CT, a partir del análisis de diferentes ATA’s y como soporte al proceso de diseminación virtual. El presente documento (Producto #8), se complementa con otros nueve (Figura 1), como entregables.



Figura 1. Objetivos, resultados y productos esperados en la Cooperación Técnica (CT) “intensificación sostenible de la agricultura familiar en Perú y Bolivia” (Producto #8 Módulos demostrativos como soporte a la diseminación). FONTAGRO/CIRNMA-ALTAGRO (ATN/RF-16677-RG). 2020.

⁴ www.cirnma.org

Los beneficiarios directos de la CT son escolares del área rural de la zona considerando, que esta población joven (mujeres y varones), será la responsable de la conducción de la agricultura familiar (AF), en un futuro cercano. Tendrán como reto enfrentar el cambio climático e intensificar la agricultura andina, para hacerla sostenible. La CT ha implementado un mecanismo de diseminación virtual de tecnologías, que considera los desafíos a los que se enfrentan los agricultores tales como el cambio climático y la creciente demanda global por alimentos. Se analizó como la innovación puede incluirse en un proceso de diseminación virtual de ATA's, en respuesta a la problemática agropecuaria local. Las ATA's son experiencias agropecuarias locales, validadas previamente en función de su capacidad de mejorar la productividad, seguridad alimentaria, generación de ingreso familiar, conservar los servicios ecosistémicos y la biodiversidad. Las condiciones ambientales variables del Altiplano peruano – boliviano y su relación con la agricultura, ganadería y transformación tradicional, junto con los tipos de instituciones educativas de cada lugar define a los principales actores⁵ y los roles que ellos pueden cumplir en el fortalecimiento de la agricultura practicada por sus familias. Los módulos demostrativos se implementaron entre abril 2019 y diciembre 2020. Para obtener el Producto #8 se ha seguido la secuencia que se presenta en la figura 2.



Figura 2. Secuencia al implementar Módulos Demostrativos como soporte a la diseminación virtual de Alternativas Tecnológicas Agropecuarias (ATA's) conducidos por escolares del ámbito rural donde opera la CT: FONTAGRO/CIRNMA-ALTAGRO (ATN-RF-16677-RG). 2019 – 2021.

⁵ Ver: Producto #1: Convocar actores para operar la CT



El marco conceptual de los Módulos Demostrativos Agropecuarios como soporte a la diseminación.

Los módulos demostrativos son una estrategia para incrementar la cobertura de la extensión agrícola (Roldán-Suárez, et al, 2016) y la diseminación de tecnologías. De Luca, et al (2015) discutieron la conveniencia de iniciar una transición, desde una agricultura convencional hacia otra agroecológica, a partir de un módulo extensivo agrícola ganadero de dimensiones acordes con la agricultura familiar y dentro de una chacra de referencia, en la Estación Experimental del INTA (Buenos Aires, Argentina). Ellos notaron la necesidad de tener un sistema “vivo” no solo para debatir con los productores acerca del modelo agroecológico, sino también para verificar propuestas de transición agroecológica y estimular preguntas de investigación, que puedan recrear esta trama de múltiples caminos que es la transición. Según FAO (2016), un Centro Demostrativo de Capacitación (CDC), con enfoque agroecológico, es un espacio donde se realizan encuentros entre la comunidad y los técnicos. Se abordan temáticas específicas, se comparten opiniones y se toman decisiones con respecto al manejo del sistema de producción. Desde el punto de vista social, en los CDC se construyen acuerdos y se tejen lazos de fraternidad y convivencia (FAO, 2016). El proceso de implementar un CDC incluye la selección y capacitación del equipo; la socialización del proyecto; la selección de beneficiarios; la elaboración de protocolos; réplicas; visitas técnicas, entre otros. Luego de desarrollar un módulo, los participantes están capacitados para implementar una réplica de la experiencia en sus predios. Arias, et al (2006) mencionan que el módulo demostrativo o unidad de producción es una estrategia en la formación de recursos humanos que permite a los estudiantes dominar los conocimientos que corresponde a una formación integral, y logren asociar dinámicamente la teoría y la práctica, para el desarrollo de competencias profesionales. Por otra parte, INIA (2010), señala que las parcelas demostrativas, como parte de un módulo, deben ser de fácil acceso y ser un punto de contacto en los diferentes eslabones de las cadenas productivas para que, a través de las interacciones en las demostraciones del problema y su posible solución, todos participen en la definición de la tecnología efectiva. De acuerdo a De Miguel (2019), el “aprender – haciendo”, es una metodología que aporta valor más profundo al conocimiento, además de favorecer la creatividad, el espíritu crítico y la motivación del alumno.

Concordante con estas premisas, la finalidad de los Módulos Demostrativos implementados por la presente CT es que los jóvenes (que constituyen la población objetivo inmediata de la CT) luego de revisar diferentes ATA's en la PVD, seleccionen alguna de ellas, o varias, y las pongan en práctica en un proceso de “aprender – haciendo”. Es decir, la presente CT, busca fortalecer las capacidades de los estudiantes (beneficiarios) y ampliar sus conocimientos a través de la socialización de ATA's⁶, agrupadas en componentes y disponibles en una PVD⁷.

⁶ ATA's: Alternativas Tecnológicas Agropecuarias

⁷ PVD= Plataforma Virtual de Diseminación, de la presente Cooperación Técnica en: www.cirnma.org



Metodología, organización y operatividad de un Módulo Demostrativo (MD)

La actividad se inició con la realización de talleres participativos para estudiantes y docentes. En cada taller se revisaron y priorizaron ATA's, disponibles en la PVD. A continuación, los estudiantes, reflexionaron sobre: ¿Qué entendí? ¿Qué debo hacer? ¿Puedo hacerlo diferente? ¿Tengo información? Como tarea se propuso: ¿En qué centro mi atención?, ¿Cuál es el paso dado y cuál el siguiente? Producto de esa reflexión y siguientes talleres, se identifican ATA's⁸, para ser descargadas y analizadas.

En cada taller, después del desarrollo teórico, la práctica incluyó navegar por la PVD y seleccionar ATA's de alta relación con los sistemas de producción de los participantes y con las potencialidades de la región. En la PVD se dispone de 60 ATA's⁹ en forma de fichas técnicas, fáciles de analizar y de ser descargadas, de acuerdo al interés del usuario. La socialización y revisión de ATA's, por parte del alumnado y docentes, ha permitido desarrollar una alta interacción entre el usuario y el equipo de la CT. Se construyó una relación fluida, expresada en requerir mayor información y discusión sobre la forma y posibilidades de réplica en campo. Asimismo, se respondió a lo señalado en el Marco Lógico de la CT donde se considera ejecutar Módulos Demostrativos, en apoyo a la diseminación virtual de ATA's.

Módulos Demostrativos implementados

El Módulo Demostrativo de Pillapi, La Paz, Bolivia

Luego de los talleres de socialización de la PVD en los municipios de Laja, Tiahuanacu y Taraco, la comunidad educativa del colegio "Mariscal Andrés de Santa Cruz" (Pillapi – Tiahuanacu, La Paz, Bolivia), integrada por 116 estudiantes y 11 profesores implementó el Módulo Demostrativo Pillapi (MDP) que aprovechó la organización interna del colegio, el apoyo de los padres de familia y la disponibilidad de medios de producción (carpas solares, terrenos de cultivo, infraestructura, etc.). En este Módulo Demostrativo, cada actor cumple una función específica: los **estudiantes**, son los beneficiarios de la CT y como usuarios de la PVD revisan, analizan y descargan diferentes ATA's y deciden cuales trabajar en campo para complementar de manera práctica el aprendizaje de las tecnologías. Los **profesores** son los responsables de la educación formal de los estudiantes y uno de ellos es designado para dirigir el MDP, acompañado de otros cuatro profesores (2 hombres y 2 mujeres). El **director** y **Consejo Educativo**¹⁰, apoyan la gestión del acceso a la PVD y del MDP. La sinergia entre los miembros de la comunidad educativa, se refleja al final del calendario escolar, cuando se rinde un informe de gestión. En esta instancia se propuso la creación de un Fondo Rotatorio de Semilla de papa, como eje del MDP.

⁸ De acuerdo a la ubicación del Módulo en Bolivia o en Perú, las ATA's incluidas varían. Ver Tablas 1 y 4.

⁹ [2_ATN-RF-16677-RG_Producto_8.1.2_MDP.xlsx](#)

¹⁰Ex - Junta Escolar, formado por 4 a 6 padres y/o madres de familia, elegidos en reunión general.



Luego de las charlas en los diferentes talleres, las prácticas de campo evidenciaron que en el componente agrícola, las ATA's relacionadas al cultivo de papa fueron las más revisadas, descargadas y comentadas. Asimismo, ATA's relacionadas con la producción de hortalizas en carpas solares y cría de lombrices para mejorar la fertilidad del suelo, también tuvieron alta atención. Ello evidencia la necesidad de fortalecer el cultivo de la papa como uno de los más importantes para la seguridad alimentaria en la agricultura familiar. Los responsables del MDP, decidieron que el módulo demostrativo incluya un fondo rotatorio solidario para semilla de papa y la inclusión de otras ATA's para una buena conducción del cultivo. El MDP se complementó con la implementación de un ambiente¹¹ para transformar la leche de vacuno, cuya disponibilidad en la zona es alta, en derivados lácteos. En resumen, las ATA's del MDP son las siguientes (Tabla 1):

Tabla 1. Componentes del Módulo Demostrativo de Pillapi (MDP). FONTAGRO/CIRNMA-ALTAGRO (ATN/RF-16677-RG). La Paz, Bolivia. 2020.

Alternativa Tecnológica Agropecuaria (ATA's)	Aplicación en el módulo demostrativo (MDP)
Cultivo de variedades de papa nativa (Fondo Rotatorio).	Reflexión interna para disponer de semilla de papa, sana y de calidad, cada año.
Producción de hortalizas en carpas solares.	Orientada a producir, durante el año, alimentos como fuente vitamínica y de minerales para la nutrición humana
Cría de lombrices y producción de humus.	Mecanismo para mejorar la fertilidad del suelo y favorecer la calidad y rendimiento de los cultivos
Transformación de alimentos (derivados lácteos).	Opción micro empresarial para los estudiantes, al disponer de materia prima en la zona.

Fuente: compilación de resultados de talleres participativos con estudiantes de Pillapi. 2019.

La Alternativa Tecnológica del **cultivo de variedades de papa nativa**, como componente del MDP, surgió a partir de la interacción de los estudiantes con la PVD y la discusión con la Junta Escolar. Como problema, se identificó la falta de semilla de papa¹². Por ello se gestionó un préstamo de 275 kg del Banco Municipal de Semillas de Papa Nativa de Tiahuanacu (La Paz, Bolivia) y se creó un Fondo Rotatorio Solidario de Semilla. Se nombró una representante de la Junta Escolar, profesores asesores (2 mujeres y 2 varones) y participan¹³ 27 estudiantes mujeres y 26 varones con acompañamiento de la CT. Ellos seleccionaron el tipo de terreno y área (0.25 ha) a sembrar. Las variedades o ecotipos de papa cuyas características se describen en la PVD, fueron: Saq'ampaya, Janco phiño e Imilla negra (Fotografía 1). Estas papas nativas tienen alto contenido de hierro, zinc, potasio y vitamina C. Con las orientaciones de la ATA "cultivo de papa", se ejecutaron las labores agrícolas. Se hizo énfasis en: selección positiva, cosecha, almacenamiento y obtención de brotes para multiplicación de nueva semilla. En reuniones se revisaron los

¹¹ A costo (100%) de los padres de familia (Junta Escolar) y Unidad Educativas

¹² Por su "propagación vegetativa", debe ser "tubérculo-semilla de papa". En este trabajo, para efectos de presentación denominamos "semilla", al "tubérculo-semilla" de papa.

¹³ [2_ATN-RF-16677-RG_Producto_8.1.2_MDP.xlsx](#)



fundamentos de la “selección positiva de papa”, cuya técnica puede ser aplicada en los cultivos familiares. Los resultados de rendimiento, para la primera campaña agrícola, se presentan en el Gráfico 1.

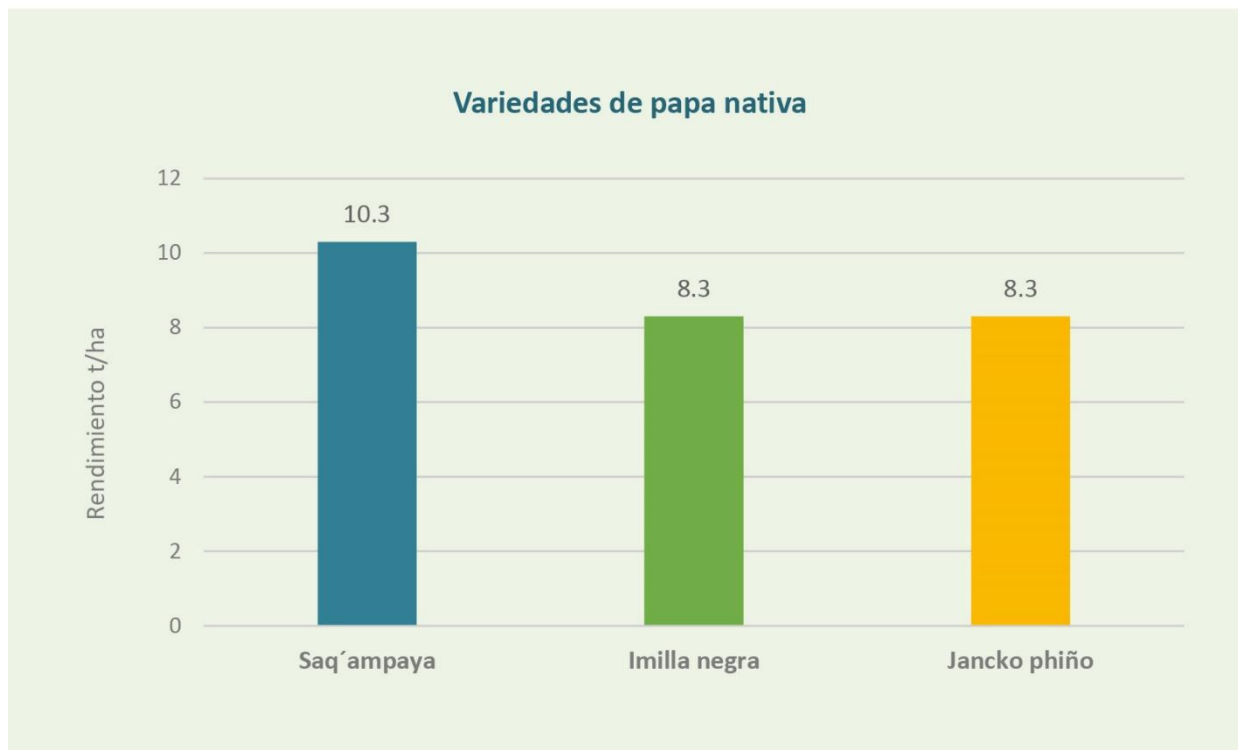


Gráfico 1. Rendimiento de papa por variedad (t/ha), en el Módulo Demostrativo de Pillapi. 2020. La Paz, Bolivia 2020. Proyecto ATN/RF-16677-RG. FONTAGRO/CIRNMA - ALTAGRO.

Fuente: Archivos del MDP – Pillapi, Tiahuanacu (La Paz, Bolivia)

Durante el desarrollo del cultivo, se aplicó la ATA “selección positiva” que es un método de mejoramiento probado en investigación y validado en campos de agricultores. Panchi, et al (2015) y Mamani, P. (s/f) mencionan que la "selección positiva" promueve la conservación de muchas variedades de papa nativa que están en proceso de erosión por causa de su degeneración fitosanitaria. Por esto, el valor de esta práctica no solo es productivo, sino también ayuda a conservar los recursos genéticos. En el presente caso, se marcaron plantas de papa durante el ciclo del cultivo, por su vigor y sanidad. Las plantas de papa marcadas, fueron cosechadas, seleccionadas y almacenadas de manera independiente del resto de la producción. El producto obtenido fue semilla de alta calidad. Los volúmenes se presentan en el Gráfico 2.

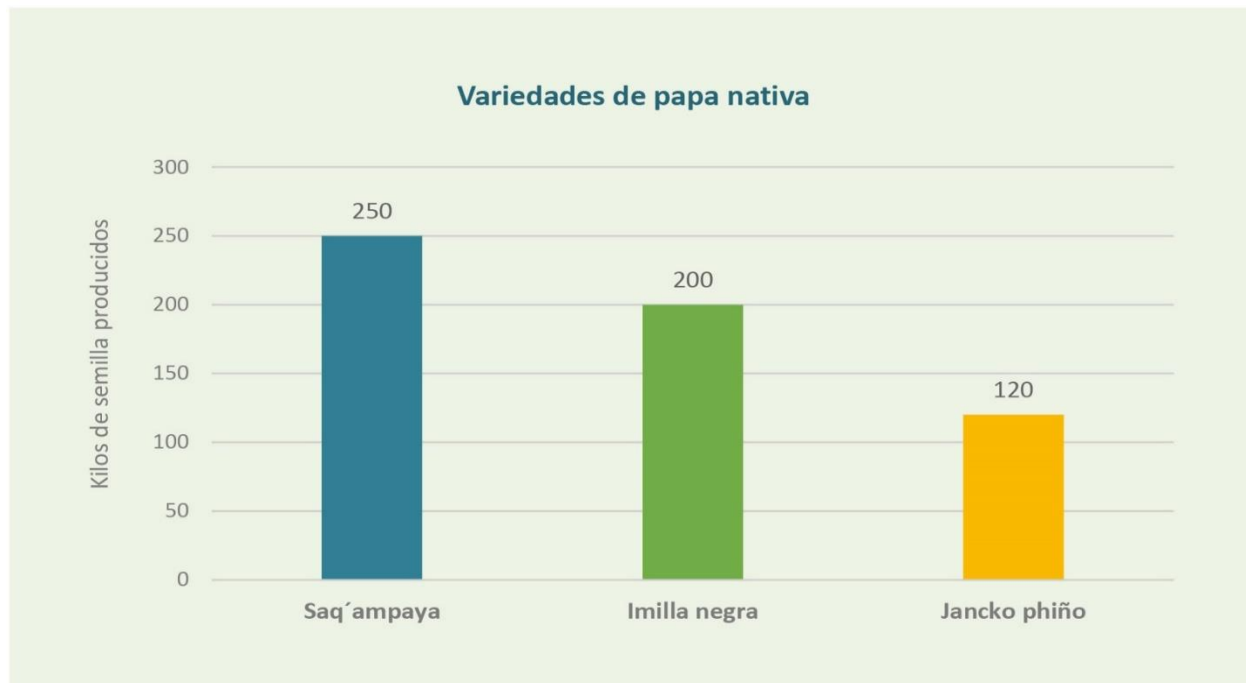


Gráfico 2. Producción de semilla de papa (kg), obtenida por “selección positiva”, en el Módulo Demostrativo Pillapi. La Paz, Bolivia. 2020. ATN/RF-16677-RG. FONTAGRO/CIRNMA - ALTAGRO.

Con la producción total se devolvió la semilla prestada. A partir de la semilla por selección positiva (ahora propia del Fondo) se planificó nueva siembra para la gestión 2020-21 (Tabla 2). En consecuencia, el Fondo Rotatorio Solidario de Papa ha mostrado su eficiencia de gobernanza, así como la efectividad de la ATA “selección positiva”. La práctica ha sido dada a conocer a los estudiantes y profesores, quienes la pueden aplicar en sus propias parcelas de cultivo.

Tabla 2. Producción de variedades de papa nativa producción total, producción de semilla obtenida por “selección positiva” y nueva área a sembrar. FONTAGRO-CIRNMA-ALTAGRO. 2020.

Variedades de papa nativa	Semilla prestada (Kg.)	Área sembrada (m2)	Producción total (Kg)	Planificación a partir de la producción de semilla por selección positiva (2020)		
				Producción (Kg.)	N° tubérculos producidos (1)	Área a cubrir (m2) (2)
Sak'ampaya	150	1080	1100	250	3500	1167
Imilla Negra	100	720	600	200	2800	933
Jancko phiño	25	120	100	100	1400	467
Total	275	1920	1800	550	7700	2567

(1) = se estima papas de 70 a 80 gramos en semilla primera (± 14 papas/kg). (2) = En siembra se usa 3 a 4 papas/m²

Fuente: información a partir de los archivos de cosecha. Pillapi (La, Paz; Bolivia). 2020



Un segundo componente del MDP es la “**producción de hortalizas en carpas solares**”. Durante la época seca, en los Andes, no hay cultivos en campo y en la época lluviosa, se presentan granizadas, heladas y sequías que elevan el riesgo productivo (Estrada, 2012; Valdivia, 2018). Por otro lado, los cultivos tradicionales presentan buena combinación de proteínas y carbohidratos, pero adolecen de vitaminas. Para superar esta restricción, se implementó la producción de hortalizas en carpas solares. Existen diferentes tipos de carpas solares. Lo importante, es ubicarla cerca de una fuente de agua, sin sombra, y adecuada orientación. Estrada (2012), Zanabria-Pacheco (2015) y Chino, et al (2011), consideran que un buen manejo de la carpa solar, debe mantener temperaturas entre 17 a 27°C (día) y no menores a 5°C en la noche para producir cultivos todo el año. En los talleres de socialización de la PVD y basados en la ATA “producción de hortalizas”, los estudiantes se organizaron y decidieron refaccionar¹⁴ las dos carpas solares (de 5x15 m c/u), del Colegio “Mariscal Andrés de Santa Cruz” y destinarlas a la producción de hortalizas (Tabla 3 y Fotografía 2). El proyecto proporcionó semillas y herramientas hortícolas.

Tabla 3. Producción de hortalizas en carpas solares en el Módulo Demostrativo de Pillapi (MDP) y su aporte nutricional. La Paz, Bolivia. 2020. FONTAGRO-CIRNMA-ALTAGRO

Especies hortícolas	Variables productivas				Ciclo vegetativo	Aporte nutricional (mg/100grs)				
	(1)	(2)	(3)	(4)		Calcio mg.	Fósforo mg.	Hierro mg.	Retinol mcg. (*)	Vit. C mg.
Acelga	20	8	4.5	90	Bi Anual	902	461	24.1	1764	141.3
Perejil	20	8	1.6	32	Anual	245.4	92.3	10.6	549.2	131.6
Apio	20	8	3.2	64	Anual	141.6	56.7	3	0	16.8
Rábano	25	10	3.7	93	28 días	191.8	154.5	5.3	0	99.1
Lechuga	15	6	4.8	72	55 días	346.8	361.6	7.4	464.9	54.6
Pepino	5	2	2.5	13	4 meses	200.2	220.2	3	10	958.8
Espinaca	5	2	4	20	4 meses	263.7	131.9	15.2	626.3	54.1
Vainita	5	2	3	15	4 meses	285.9	159.2	4.5	91	31.2
Remolacha	5	2	3	15	4 meses	122.5	332.4	7	0	43.7
Total	120	48		414						

(1) = Área cosechada (m²), en 2019; (2) = cosechas/año; (3) = Rendimiento promedio (kg/m²); (4) = Producción anual obtenida en el MDP; (*) = Expresada en Vitamina A.

Fuente: Registros de producción del MDP (2019-2020); Tablas Peruanas de Composición de Alimentos (Reyes et al, 2013); Proyecto ALTAGRO, Informe final 2011 (CIDA-CIP/CIRNMA).

¹⁴ Por cuenta y costo de la Junta Escolar y Unidad Educativa



La Tabla 3 muestra que durante 2019 e inicios de 2020, se logró producir un total de 413 kilos de diferentes hortalizas (Fotografía 4). Es importante observar el aporte nutricional. Así, la vitamina C ayuda a asimilar hierro, actúa como antioxidante, previene enfermedades respiratorias, cicatriza heridas; mientras que el retinol ayuda al crecimiento y desarrollo de los niños, previene enfermedades de la visión y el hierro previene la anemia infantil.

Una tercera actividad productiva del MDP es la **cría de lombrices para la producción de humus**. La ATA, socializada en las prácticas con la PVD, propone el uso de la lombriz californiana (*Eisenia foétida*). Este anélido tiene un ciclo reproductivo corto (4 veces/año), elevada frecuencia de apareamiento y su longevidad va de 4 a 15 años. Son dóciles para vivir en cautiverio (Schuldt, et al, 2009). De acuerdo a INFOCAMPO (2020) e INIA (2008), un criadero de lombrices perfecciona la producción al transformar los residuos orgánicos en humus, el cual es un abono orgánico con nutrientes disponibles para la planta y beneficioso para la flora y fauna del suelo (INIA, 2008). El humus es de color marrón a negruzco, granulado, sin olor. Las plantas desarrollan más robustas al haberse recuperado la fertilidad del suelo.

El equipo del MDP realizó el taller “Cría de lombrices y producción de humus”. En paralelo, la Junta Escolar y estudiantes, acondicionaron un criadero de tres camas (1.5 m x 0.8 c/u) ubicado en el colegio (Fotografía 3). Los estudiantes responsables, tuvieron el acompañamiento de una profesora y la CT proporcionó 500 gramos de lombriz roja californiana. Dos hermanas estudiantes Andrea y Judith Mayta, usuarias de la PVD, iniciaron la aplicación de esta ATA en su hogar. Con esfuerzo propio, habilitaron una cama donde comenzaron a realizar la cría de lombrices. La CT les entregó información técnica y material escolar y el MDP les proporcionó 100 gramos de lombrices.

En experiencias previas, en los Municipios de Laja, Tiahuanacu y Taraco, se logró sustituir el estiércol con humus de lombriz, con un ahorro hasta del 70%, manteniendo e incrementando los volúmenes de producción de papa. Un kilo de humus puede sustituir hasta 10 kilos de estiércol. También se usó un kilo de humus, disuelto en 10 litros de agua y reposado por 48 horas, que se filtra y se aplica con una mochila fumigadora directamente al follaje. Como conclusión los estudiantes consideran esta alternativa como una innovación tecnológica de bajo costo, sencilla y fácil de realizar.

La cuarta actividad del MDP es la **transformación de derivados lácteos**. Una mayoría de estudiantes del Colegio Mariscal Andrés de Santa Cruz (Pillapi), provienen de familias dedicadas a la actividad ganadera. La zona es parte del cordón lechero del Altiplano norte de Bolivia donde el mayor ingreso familiar proviene de la producción de leche de bovinos. Una parte de la leche



producida es acopiada y entregada a la industria lechera. Otra es transformada en queso fresco artesanal, de manera individual o asociada. Como parte de prácticas con la PVD e información de alternativas tecnológicas probadas y validadas sobre alimentación de la vaca, higiene del ordeño y elaboración de productos lácteos, los estudiantes decidieron instalar¹⁵ una pequeña planta de procesamiento lácteo. Con recursos propios del MDP, refaccionaron un ambiente para realizar prácticas de producción de quesos a partir de la producción local de leche. El primer paso consistió en estudiar detalladamente las ATA's mencionadas. Luego se inició la refacción del ambiente del colegio, a cargo del profesor responsable de Técnica y Tecnología (Prof. Leonardo Mamani Osco¹⁶). El aporte de materiales y la mano de obra corresponde en 100% a la Junta Escolar y padres de familia. La CT proporcionó utensilios mínimos para el control de leche (termómetro, pistola de acidez, cocina, ollas, garrafa y paleta). Las líneas de producción son: leche fresca y queso fresco. Se empezó a trabajar con 50 litros/día para luego llegar a 120 litros/día

El Módulo Demostrativo de Santa Rosa, Puno, Perú (MDSR)

La implementación del módulo se inició en coordinación con el director y docentes del IESTP¹⁷ Santa Rosa (Melgar, Puno, Perú), a 4100 m.s.n.m. La propuesta de los docentes, para insertar el módulo en su Plan Curricular, fue el desarrollo de una "Ruta Educativa" que considera talleres presenciales con sesiones prácticas y grupos de debate. Se considera que esta metodología facilita el aprendizaje autónomo de los alumnos, favorece un estilo docente flexible, personalizado, participativo y mejora el rendimiento del alumnado (Sancho, 2001; Mac Clintock, 2002; Chiecher et al., 2005; Monereo, 2005; Alonso et al., 2008 y Boza et al., 2010). En talleres participativos y presenciales, se desarrollaron cinco temas técnicos relacionados con ATA's, antes de implementar el MDSR. El 30% de los participantes fueron mujeres (Tabla 4).

¹⁵ Sin cargo monetario para la CT.

¹⁶ Los responsables por área son:

Cultivo de papa Junta Escolar (Padres de familia)

Lombricultura: Profesora Soledad Choque (soledadchoquechambi@gmail.com)

Carpas solares: Profesora Rosely Mamani (mamanitroncosorosely@gmail.com)

Transformación: Profesor Leonardo Mamani Osco (leonardo.matemat@gmail.com)

¹⁷ IESTP: Instituto de Educación Superior Tecnológico Público. Tiene un nivel intermedio entre la educación secundaria y la universidad.



Tabla 4. Temas desarrollados en diferentes talleres en el Instituto Superior Tecnológico de Santa Rosa, Melgar, Puno, Perú. Cooperación Técnica FONTAGRO/CIRNMA-ALTAGRO. 2019.

N°	Alternativas Tecnológicas Agropecuarias (ATA's)	Participantes		Fechas
		Varones	Mujeres	
1	Importancia de la quinua de colores	59	23	Del 4 de julio al 12 de diciembre 2019
2	Multiplicación de papa por brotes	31	12	
3	Producción de hortalizas orgánicas en invernadero	26	12	
4	Huertas familiares	22	12	
5	Siembra asociada de trebol + rye grass, bajo riego	30	15	
	Total	168	74	

Fuente: archivos de la CT (FONTAGRO: ATN-RF-16677-RG).

En el desarrollo de cada taller participativo¹⁸ se expuso a los estudiantes y docentes, el enfoque, objetivos, finalidad de la CT, el proceso de disseminación de tecnología y elementos para su adopción. Así mismo, se enfocó el tema de la importancia de los jóvenes de ambos sexos para la agricultura familiar presente y el reto futuro. En la parte técnica se explicó la importancia de la PVD, como herramienta de disseminación y se revisaron diferentes ATA's. Después del desarrollo teórico, las prácticas incluyeron navegar por la PVD y revisar ATA's de alta relación con la agricultura andina. En la PVD se dispone de 60¹⁹ ATA's como fichas técnicas, fáciles de ser descargadas, analizarlas y ponerlas en práctica de acuerdo al interés del usuario (Tabla 5).

Tabla 5. Alternativas Tecnológicas Agropecuarias (ATA's), por rubro productivo, ubicadas en la Plataforma Virtual de Disseminación (PVD). FONTAGRO/CIRNMA-ALTAGRO (ATN/RF-16677-RG). 2021.

Rubro	N° ATA's	Temas
Producción Agrícola	34	Suelos, riego, abonos, papa, quinua, hortalizas
Producción pecuaria	16	Forrajes, vacunos, equipos de lechería, cuyes
Transformación	2	Lácteos, izaño, quinua
Nutrición humana	2	Recetarios
Crianza de trucha	1	Producción de truchas
Forestal	1	Plantaciones
Mercado	1	Plan de negocios
Total	57	

Fuente: Elaboración propia con base en información de la PVD.

¹⁸ El reporte de los Talleres (presenciales y virtuales), se ofrece en el Producto #7.

¹⁹ Las 60 ATA's incluyen 57 sistematizadas por el equipo técnico de la CT y tres replicadas por estudiantes.



Producto de las discusiones grupales entre estudiantes, docentes y equipo técnico de la CT, se priorizaron las ATA's más descargadas de la PVD y analizadas en el contexto de las necesidades locales de las familias. El monitoreo de la práctica evidenció que las ATA's relacionadas con la producción de alimentos sanos, semilla de papa y mejora de la condición de los pastizales para la ganadería fueron las más consultadas. Los docentes, consideraron que las ATA's podían contribuir a la educación mediante el trabajo participativo desde la lógica de aprender haciendo.

Docentes y estudiantes identificaron las siguientes ATA's para integrarlas en el MDSR: a) Invernaderos para la producción orgánica de hortalizas b) Huerta Orgánica y; c) Multiplicación rápida de papa nativas por brotes. Por otra parte, plantearon ejecutar, como parcelas demostrativas pero integradas al MDSR, las siguientes actividades: a) Producción de quinua de colores y b) Asociación Trébol Blanco + Rye grass, por la importancia de la ganadería en la zona. Estas dos últimas no se encuentran en la PVD por lo que deben ser incorporadas a partir de la experiencia del MDSR.

En el momento de la puesta en ejecución del MDSR se priorizó el interés de los estudiantes, las áreas de experimentación disponibles, mano de obra de los estudiantes, semillas, infraestructura disponible y el acuerdo con los padres de familia. La CT, como fuente cooperante, apoyó con semilla de hortalizas, quinua de colores, agro film y capacitación. La institución educativa solicitó al municipio de Santa Rosa, semilla de trébol y rye grass y los estudiantes aportaron con los brotes de papas nativas (de su propia semilla), para realizar demostraciones. Los resultados por cada uno de los componentes del MDSR se presentan a continuación:

El primer componente del MDSR es la “**producción de hortalizas orgánicas en invernaderos**”. En las prácticas de los talleres, se identificó como problema general la falta de hortalizas en la dieta. Las familias las compran en reducidas cantidades en ferias locales procedentes de Cusco y Arequipa donde se producen con uso de agroquímicos.

Por la altitud y bajas temperaturas, las familias locales no pueden producir estos alimentos tradicionalmente. Surge, entonces, la posibilidad de cultivarlas en pequeñas áreas protegidas o “invernaderos rústicos”²⁰ que son instalaciones cubiertas y abrigadas artificialmente con materiales transparentes (Serrano, 2005). Bajo este esquema, es posible producir especies vegetales que, en zonas climáticas como la del MDSR no se puede lograr a campo abierto. Un invernadero bien manejado mantiene temperaturas entre 17 a 27°C en el día y no menores a 5°C en la noche (Chino et al, 2011) permitiendo la producción de cultivos con dos o tres cosechas al

²⁰ En Bolivia se conocen como “carpas solares”



año (Fundación para el Desarrollo Nacional, 1994).

El IESTP Santa Rosa dispuso de una infraestructura con cercanía a una fuente de agua. El aporte de materiales y mano de obra fue por parte de los estudiantes y padres de familia. En la propuesta participan 31 estudiantes (20 varones y 11 mujeres) del área agropecuaria. El invernadero cubre un área de 128m² (8x16m). Se planificaron las labores agrícolas desde preparación de suelo, abonamiento, siembra, riego, deshierbo, control de plagas, cosecha y comercialización con responsabilidades específicas asignadas a estudiantes, docentes y personal administrativo. La CT aportó semilla y parte del agro film (plástico agrícola). Durante el periodo 2019 – 2020 se cultivaron siete especies hortícolas, obteniéndose un total de 140 kilos (Tabla 6; Fotografía 4). Estos alimentos son orgánicos, libres de productos químicos.

Tabla 6. Hortalizas producidas en el Módulo Demostrativo de Santa Rosa (MDSR). Melgar, Puno, Perú a 4100 m.s.n.m. FONTAGRO/CIRNMA-ALTAGRO (ATN/RF-16677-RG). 2019 – 2020.

Especies Hortícolas	Variables productivas				Total (S/.)	Composición en 100 grs				
	Área (m ²)	Cosecha (kg/m ²)	Total Cosecha (kg)	Precio (S/. / Kg)		Calcio mg.	Fósforo mg.	Hierro mg.	Retinol µg	Vit. C mg.
Apio	5	4	20	2	40	141.6	56.7	3.0	0.0	16.8
Repollo	5	6	30	2	60	70.0	69.0	0.4	15.0	48.5
Pepinillo	5	5	25	2	50	200.2	220.2	3.0	10.0	958.8
Cilandro	5	3	15	2	30	259.0	63.0	5.3	1094.0	37.2
Lechuga	5	5	25	1	25	346.8	361.6	7.4	464.9	54.6
Brócoli	5	2	10	3	30	93.0	86.0	1.2	63.0	114.0
Remolacha	5	3	15	2	30	122.5	332.4	7.0	0.0	43.7
Total	35	28	140		265	-	-	-	-	-

Nota: US\$ 1 = 3.6 soles (S/.)

Fuente: Archivos de cosecha IESTP Santa Rosa (Puno; Perú). 2020. Tablas Peruanas de Composición de Alimentos (Reyes et al, 2009)

La importancia de los resultados obtenidos radica en que los estudiantes, al haber sido partícipes de esta producción orgánica²¹ (aspecto que nunca antes experimentaron), pueden realizar

²¹ La producción de hortalizas, en este MDSR, fue orgánica sin insumos químicos, usando como base el estiércol descompuesto. De acuerdo a Control Unión, (2014) un alimento orgánico puede proporcionar antioxidantes equivalentes a 1-2 porciones adicionales de frutas por día y pueden contener entre 18 a 69% más de antioxidantes y poli fenoles que los cultivos convencionales.



réplicas en sus hogares y comprobar la mejora nutricional familiar. Por ejemplo, se les expuso lo considerado por UNEP (2020), quien señala que son tres los minerales que tienen especial importancia en la adolescencia: el calcio que favorece el crecimiento de la masa ósea, cuya ingesta recomendada es de 1300mg/día; el hierro que contribuye con el desarrollo de tejidos hemáticos (los glóbulos rojos) y del muscular con una recomendación de consumo de 8 a 15mg/día (mujeres adolescentes requieren mayor aporte diario de hierro) y el zinc que favorece el desarrollo de la masa ósea y muscular con un consumo de 8 a 11mg/día. Asimismo, se dialogó sobre el aporte en Vitamina C y su importancia en la asimilación de hierro para prevenir la anemia, así como el aporte de retinol que ayuda a los niños en su crecimiento, desarrollo y salud de la visión. De lo cosechado, se comercializó el 70% (para reiniciar el ciclo productivo) en el pueblo de Santa Rosa con buena aceptación y el 30 % se distribuyó entre estudiantes, docentes y personal administrativo. Las opiniones fueron muy positivas.

El segundo componente del MDSR fue la implementación de una “**huerta orgánica familiar**”, cuya importancia fue socializada en las prácticas con la PVD, a partir del análisis de la ATA “Producción de hortalizas orgánicas en huertas”. La reflexión condujo, siempre a partir del problema de cómo mejorar la nutrición familiar, a considerar las posibilidades de producir algunas especies hortícolas tolerantes a bajas temperaturas.

Se discutió la necesidad de contar con la existencia o disponibilidad de agua así como un espacio cercano a la vivienda familiar, el cual puede estar a la intemperie y ejecutar las siembras durante la época de cultivos (octubre – marzo). Al igual que la producción en invernaderos, se analizó la importancia de las verduras en la nutrición. De esta manera se instaló un campo demostrativo de 15m² dentro de las instalaciones del IESTP Santa Rosa con participación de 20 estudiantes varones y 11 mujeres. Ellos, en coordinación con sus docentes, se organizaron para efectuar las diferentes labores de la huerta aportando su mano de obra. La CT proporcionó acompañamiento técnico y semillas de hortalizas. Las variables productivas registradas y el aporte nutricional, se presentan en la Tabla 7.



Tabla 7. Producción de hortalizas orgánicas y aporte nutricional en huerta orgánica del Módulo Demostrativo Santa Rosa (MDSR) del IESTP Santa Rosa. Puno, Perú 2020. FONTAGRO/CIRNMA-ALTAGRO (ATN/RF-16677-RG), 2020.

Especies Hortícolas	Variables productivas				Total (S/.)	Aporte nutricional (mg/100grs)				
	Área (m ²)	Cosecha (kg/m ²)	Total Cosecha (kg)	Precio (Kg) S/.		Calcio mg.	Fósforo mg.	Hierro mg.	Retinol µg	Vit. C mg.
Cebolla	5.0	3.0	15.0	2.0	30.0	44.0	32.0	4.9	29.0	7.2
Zanahoria	5.0	3.0	15.0	1.5	22.5	33.0	16.0	0.5	1696.0	17.4
Rabanito	5.0	2.0	10.0	2.0	20.0	36.0	29.0	1.0	0.0	18.6
Total	15.0	8.0	40.0		72.5	113.0	77.0	6.4	1725.0	43.2

Nota: US\$ 1 = 3.6 soles (S/.)

Fuente: Registros de producción del MDSR. 2019 – 2020.

Como en el caso de invernaderos rústicos o carpas solares, la producción de la “huerta orgánica” fue sin uso de productos contaminantes. Luego de desarrollar el itinerario productivo por parte de los estudiantes, recomendado en la ATA correspondiente, se logró producir un total de 40 kilos de tres especies en el periodo 2019 – 2020, que fue valorado por los participantes. Un hecho anecdótico a resaltar fue la opinión de los estudiantes (posiblemente en conversación con sus familiares) sobre que la cebolla podía contrarrestar el problema de COVID-19. Por ello fue la especie con más demanda y cuidados.

A partir de esta parcela del MDSR y luego de aprender las labores culturales, cuatro estudiantes replicaron y diversificaron el modelo con siete diferentes especies de hortalizas en sus hogares. Ellos encontraron un buen apoyo de sus padres y la Institución Educativa Secundaria Agroindustrial de Ayaviri; logrando sembrar una superficie de 55m² y una producción total, con diferentes especies hortícolas, de más de 200kg. Las producciones son destinadas, fundamentalmente, para el autoconsumo familiar mientras que el 20 a 30 % de la cebolla se comercializa entre los vecinos, Los primeros resultados se presentan en la Tabla 8.



Tabla 8. Producción de hortalizas orgánicas en huertas familiares, replicadas en sus hogares por estudiantes del IESTP Santa Rosa, a partir del MDSR. Puno, Perú 2020. FONTAGRO-CIRNMA-ALTAGRO.

N°	Estudiantes	Especies	Área (m2)	Total cosecha (Kg)	Precio (S/./Kg)	Total (S/.)	Destino (%)	
							Autoconsumo	Venta
1	Edgar Tacuri	Cebolla	6.0	24.0	2.0	48.0	80.0	20.0
		Beterraga	1.4	4.1	2.0	8.1	100.0	-
		Huacatay	1.2	6.0	1.5	9.0	100.0	-
2	Herman Tupa	Beterraga	1.1	3.2	2.0	6.3	100.0	-
		Espinaca	1.1	2.1	2.0	4.2	100.0	-
		Apio	1.5	7.5	3.0	22.5	100.0	-
		Repollo	2.4	19.2	1.0	19.2	100.0	-
3	Joaquín Melo	Cebolla	7.2	28.8	2.0	57.6	70.0	30.0
4	Plácido Montesinos	Cebolla	2.7	10.8	2.0	21.6	100.0	-
		Lechuga larga	2.3	11.3	2.0	22.5	100.0	-
5	IES Ag. 72 Ayaviri	Cebolla	24.0	96.0	2.0	192.0	20.0	80.0
		Lechuga larga	4.5	22.5	2.0	45.0	10.0	90.0
Total			55.4	235.5		456		

Nota: US\$ 1 = 3.6 soles (S/.)

Fuente: Informe de cada estudiante y del IES Agropecuario Ayaviri.

El tercer componente del MDSR fue la “**Multiplicación rápida de papa nativa por brotes**”, ATA considerada en la PVD por la importancia de la papa en la agricultura familiar andina (INIA, 2010). Como sustento para incorporar esta ATA, se consideró que en el Altiplano peruano – boliviano, los mayores problemas son la variabilidad del clima y la incidencia de plagas y enfermedades que conducen a una baja disponibilidad de semilla en cantidad y calidad. La forma de propagación, de la papa, es vegetativa (tubérculo–semilla), con una tasa de multiplicación baja. Para enfrentar estos problemas, es importante recuperar prácticas tradicionales como la de multiplicación rápida de papa, a partir de sus brotes. Esta técnica, de fácil acceso, tiene las ventajas de eliminar enfermedades y pestes no sistémicas. Es una tecnología sencilla y económica que puede ayudar a los agricultores a obtener tubérculos semilla sanos para la producción sostenible del cultivo (FAO, 2008). De un solo tubérculo-semilla, es posible obtener de 4 a 10 brotes los cuales una vez tratados (cortados y desinfectados) pueden ser enraizados en espacios pequeños y posteriormente trasplantados a campo definitivo como nuevas plantas que ofrecerán producciones de papa normales (CIP - ALTAGRO, 2010).



En esta actividad participan estudiantes y docentes (20 varones y 11 mujeres) con apoyo técnico de la CT. Para la ejecución se estableció una parcela experimental de 16 m² en la institución educativa. Los estudiantes seleccionaron brotes procedentes de sus tubérculos-semilla de papas nativas (mezclas varietales) y aprendieron la técnica de cortar los brotes (cuchilla desinfectada con agua y jabón). Los brotes cortados se instalaron en un almácigo preparado para facilitar su enraizamiento y desarrollarse como plántula. A los 29 días, ya enraizados y con sus primeras hojas, se trasplantaron a campo definitivo como plántulas individuales, siguiendo el normal distanciamiento entre plantas y surcos, abonándose con 2 t/ha de estiércol descompuesto y regándose manualmente. Las posteriores labores hasta la cosecha²² (Tabla 9) son las de un cultivo normal. Los alumnos resaltaron la bondad de esta experimentación y señalaron la posibilidad de desarrollarla junto a sus padres, a pesar de las severas condiciones climáticas y altitud por sobre los 4100 m.s.n.m. Seis estudiantes vienen replicando esta ATA junto a su familia durante la campaña 2020-2021. Además, se convocó un concurso con la participación de 60 estudiantes.

Tabla 9. Producción de tuberculillos en campo experimental, a partir de brotes de papa en el Módulo Demostrativo de la IESTP Santa Rosa (MDSR). 2019 -2020. FONTAGRO/CIRNMA-ALTAGRO (ATN/RF-16677-RG).

Variedad	Variables productivas				Composición en 100 grs					
	Area (m ²)	N° Tuberculillos	Producción tuberculillos (Kg.)	Rendimiento (Kg./ha)	Enfermedades	Energía (Kcal)	Carbohidratos g.	Proteína g.	Hierro mg.	Vit. C mg.
Mezcla papas nativas	16	320	3	1875	Libre	72	22.6	2.2	0.74	30.22

Fuente: Registros de producción del MDSR. 2019-2020.

El cuarto componente del MDSR consistió en una parcela demostrativa de **quinua de colores**, con la finalidad de observar su adaptabilidad y comportamiento a una altura de 4100 m.s.n.m. y con restricciones climáticas diferentes a las de sus zonas tradicionales de siembra. Con los resultados esperados, la idea es poder masificar y difundir estas quinuas de colores a través de los estudiantes. Se considera el alto valor nutritivo (más de 20 aminoácidos, minerales y vitaminas) y comercial de la quinua, buscando diferenciarse como producción orgánica y por los colores naturales. Se seleccionaron tres ecotipos recolectados de los diferentes productores del Altiplano de Puno. Las características de cada uno son:

²² La cosecha se desarrolló en pleno confinamiento por la pandemia COVID-19. Ello derivó en una menor participación de estudiantes y profesores.



Ecotipo “Cuchiwilla”: conocido tradicionalmente como “sangre de cerdo”, se considera un ecotipo silvestre. Su característica es el color rojo intenso del grano que conlleva a una alta capacidad antioxidante por sus compuestos fenólicos que pueden ser utilizados como colorantes rojos y amarillos (Mujica y Canahua, 2013; Cai and Corke, 2003). Las hojas se consumen en ensalada, las semillas enteras o molidas en harina o en aplicaciones culinarias. Los tallos y panoja se pueden utilizar como heno para alimento de animales. Canahua²³ indica que las campesinas la usan como colorante para la “chicha”. CIRNMA, en 2008, organizó un concurso de Biodiversidad y en él productores de diferentes distritos expusieron este ecotipo en pequeñas cantidades y manifestaron su utilidad en preparaciones tradicionales (“Kispiño”, torrejitas y mazamorra).

Chullpi anaranjado, ecotipo local del Altiplano preservado por los productores conservacionistas. Por el color de su grano (rojos y amarillos), puede ser utilizado como colorante natural, al poseer betaxantinas que son pigmentos naturales hidrosolubles (Strack 2003). De acuerdo a Cai (2003) y Monereo (2008), estos pigmentos son escasos en la naturaleza.

Rosado Taraco, ecotipo de la zona de Taraco (Huancané, Puno, Perú), fue estabilizado en sus características fenotípicas por espacio de 15 años en trabajos de investigación colaborativos con productores del programa orgánico de CIRNMA. El método de mejoramiento fue el de selección masal con pruebas de estabilidad y adaptabilidad de rendimiento (promedio de 74% más que los testigos) en diferentes ambientes de Puno. Tiene un periodo vegetativo de 160 días, tolerante a mildiu y heladas y tiene un alto contenido de saponina, es requerido por la agroindustria.

Los resultados obtenidos luego de la campaña agrícola 2019-2020 se presentan en la tabla 10 y el producto de cada variedad (Fotografía 5) será masificado y difundido mediante diferentes parcelas, en un total de 1.5 hectáreas, con estudiantes de la carrera de Agropecuaria del IESTP Santa Rosa (Melgar, Puno, Perú). La experiencia será añadida en la PVD de la CT, como una ATA generada por los estudiantes.

²³ Referencia personal, 2010.



Tabla 10. Producción de quinua de colores en parcela experimental, como parte del Módulo Demostrativo de Santa Rosa (MDSR), de la IESTP Santa Rosa 2019 -2020. FONTAGRO/CIRNMA–ALTAGRO (ATN-RF-16677-RG).

Ecotipo	Variables productivas			Color grano	Contenido
	Area (m2)	Producción (Kg.)	Rto. Grano (Kg./ha)		
Cuchiwila	80	6.0	750	Guinda	Betacianinas
Chulpi Anaranjado	80	3.2	400	Anaranjado	Betaxantinas
Rosado Taraco	80	6.8	850	Blanco	-
Total	240	16.0	667		

Fuente: Archivos de producción del MDSR. 4000 m.s.n.m. 2020.

El quinto componente del MDSR es la **siembra en asocio de trébol blanco con rye grass**. Esta alternativa fue propuesta por los estudiantes y profesores, por la importancia de disponer de forraje para el hato ganadero familiar. El trébol blanco es una especie que contiene 17.7% de proteína cruda con alta digestibilidad (87%) así como fuente de vitamina A y calcio (Vigo y Pezo, 1973; citados por Ruiz y Tapia, 1987). Como heno (secada al sol), proporciona vitamina D. Al ser una leguminosa, fija de 200 a 250 kg/ha/año de nitrógeno atmosférico (FAO, 1996), el cual es incorporado al suelo. De acuerdo a Muslera y Ratera (1984), al ser un forraje perenne y rastrero se adapta a muchas zonas del mundo. Su forma de propagación por estolones y semilla, ayuda a su establecimiento en zonas como el Altiplano. Por su parte, el rye grass es una gramínea perenne de crecimiento erecto con gran producción de macollos, desarrollo rápido y fácil establecimiento. El rendimiento de las praderas comerciales de Rye grass es de 60 a 70 toneladas de forraje verde por hectárea (equivalente a 12 - 14 toneladas de forraje seco), su valor nutricional es de 15 a 18 % de proteína cruda, 70 a 80 % digestible y 2.96 mega calorías de energía metabolizable (INIFAP, 2015). Ambas especies se adaptan a gran diversidad de condiciones climáticas (Delgadillo et al. 1996) y la asociación gramínea - leguminosa es una excelente combinación nutricional (Gráfico 3) pues suministran energía y proteínas (Andía y Argote, 2006). Los resultados, en muestreos de 1m² (Fotografía 6) de una hectárea de esta asociación establecida en el MDSR, se presentan en la Tabla 11.



Tabla 11. Rendimiento, al primer corte, de tres muestreos de la asociación forrajera de trébol blanco + rye grass, bajo riego en el campo experimental San Martín del Módulo Demostrativo Santa Rosa (MDSR). IESTP Santa Rosa. 2019 -2020. FONTAGRO/CIRNMA-ALTAGRO (ATN-RF-16677-RG).

Asociación de pastos	Muestréos (m ²)	Altura de planta (cm.)	Rendimiento (Kg / m ²)	Rendimiento (Kg / ha)	Palatabilidad
Trébol blanco	1	20.0	0.7	7000.0	Buena
	2	18.0	0.4	4000.0	
	3	25.0	0.9	9000.0	
Promedio		21.0	0.7	6666.7	
Rye grass	1	30.0	0.6	6000.0	Muy buena
	2	38.0	0.7	7000.0	
	3	33.0	0.6	6000.0	
Promedio		33.7	0.6	6333.3	

Fuente: Registros de producción del MDSR (2019-2020). Tablas análisis de la adaptabilidad y el rendimiento de tres variedades de rye-grass inglés (Sánchez 2013)

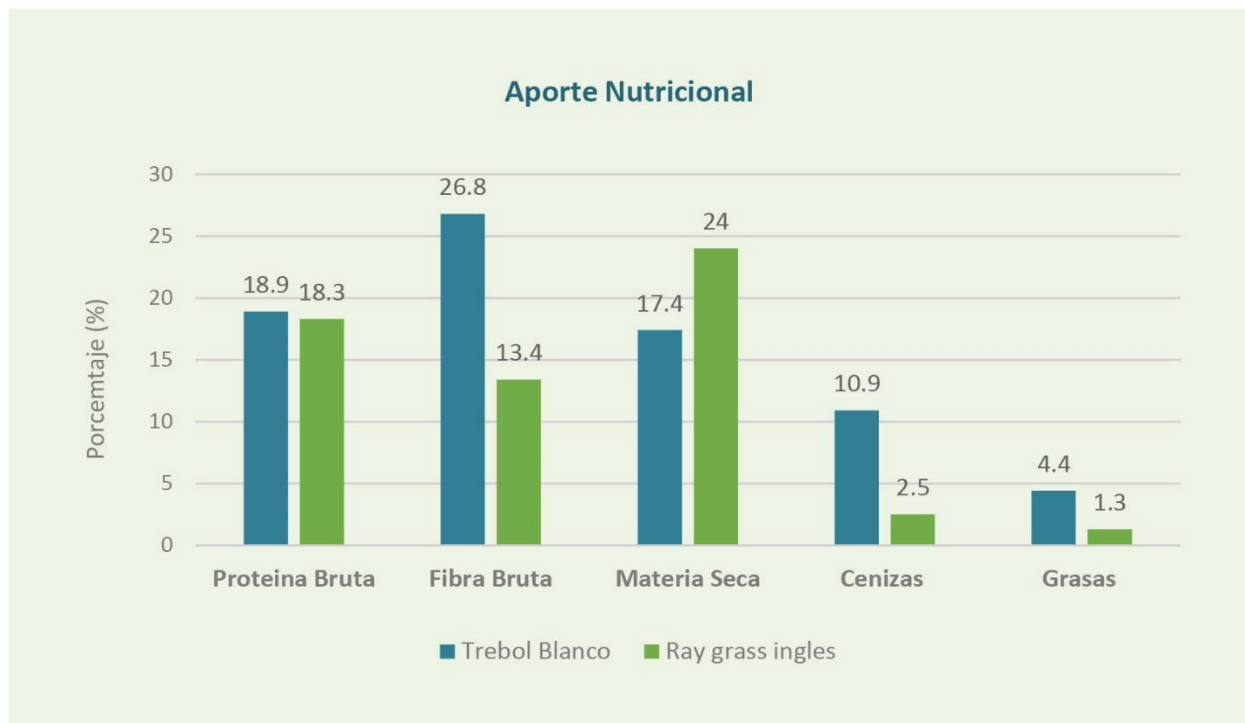


Gráfico 3. Aporte nutricional de la asociación trébol blanco + rye grass en la parcela del módulo demostrativo Santa Rosa (MDSR). Puno, Perú. 2020. FONTAGRO/CIRNMA-ALTAGRO.



Como se observa en la tabla 10, gráfico 3 y fotografía 6, el primer corte de evaluación se realizó en agosto 2020, cuando la asociación tenía siete meses de su instalación. La asociación produjo 12 toneladas de forraje verde superando los rendimientos de praderas naturales. Adicional a ello, está la ventaja de incorporar nitrógeno al suelo por parte del trébol blanco, lo que favorece al rye grass y otras especies. Se estima que esta parcela del MDSR, tendrá una duración de 12 años. El primer pastoreo se inició en agosto 2020 y el segundo en noviembre. El sistema de pastoreo es rotativo alternado con pasto natural. En esta superficie del MDSR, entre agosto y diciembre 2020, se han pastoreado ocho vacas en producción de las razas Brown Swiss y Angus, propiedad del IESTP Santa Rosa. Su producción en leche fue de 64 litros/día con valor, al final del periodo, de S/. 11,520.00 (US\$ 3200), como ingreso para la institución educativa. La proyección es contar con 10 hectáreas de pasto natural complementadas con cuatro hectáreas de esta asociación. En esta superficie, se puede pastorear un total de 16 vacunos adultos y 6 crías.

Lecciones aprendidas, reflexiones y recomendaciones

En el trabajo de implementación de módulos demostrativos con escolares, como soporte a la disseminación virtual de ATA's, se resalta como esta población estudiantil rural de ambos sexos, a pesar de las restricciones locales y familiares, tiene predisposición para vincularse con temas agropecuarios como respuesta a la problemática rural. Ninguna de las propuestas alcanzadas por ellos estuvo fuera de lugar. Por el contrario, fueron pertinentes e innovadoras al sugerir temas que no estaban inicialmente consideradas en la PVD, de alta relación con la agricultura familiar.

Los estudiantes consideraron que las ATA's incluidas en la PVD al ser de fácil acceso e implementación, son un punto de contacto entre todos ellos para interactuar y discutir los problemas agropecuarios y sus posibles soluciones. Su participación en la definición de tecnologías y en los "experimentos demostrativos"²⁴ genera un mecanismo de transferencia de tecnología que aporta valor al conocimiento, además de favorecer la creatividad, el espíritu crítico y motivación del estudiante, coincidente con lo señalado por INIA (2008) y De Miguel (2019).

Una condicionante externa, que no se puede dejar de lado, es el problema derivado de la pandemia mundial por COVID-19. Desde marzo 2020, al igual que en todo el mundo, en Bolivia y Perú se decretó cuarentena con inmovilización social. Los agricultores estaban por iniciar la época de cosechas y los estudiantes, en ambos países, iniciando el año educativo. Los agricultores tuvieron restricciones para comercializar sus productos, aunque posteriormente esta situación se regularizó, mostrando la importancia y oportunidad que tiene la agricultura familiar como

²⁴ Esta expresión fue usada por algunos estudiantes, durante las prácticas demostrativas.



productora de alimentos. En este sentido la CT, al orientar sus objetivos en fortalecer este tipo de agricultura, cumple un papel clave diseminando conocimientos sobre ATA's, de manera virtual, mediante la PVD y presencialmente mediante los módulos demostrativos complementarios.

Por la pandemia, los escolares vieron suspendidas sus actividades y relaciones sociales lo que afectó la educación en las áreas rurales en ambos países. La CT logró mantener el contacto con los profesores creando "grupos de trabajo" (Face book, WhatsApp) para viabilizar actividades. En coordinación con los docentes se convocó a los estudiantes para talleres y charlas virtuales en torno a las ATA's seleccionadas y a los compromisos para implementar los módulos dentro de los calendarios agrícola y pecuario. Esta forma de conectarse virtualmente es uno de los principios planteados en el marco lógico de la CT. Para ello la PVD, como herramienta, viene cumpliendo la finalidad para la cual fue estructurada. Usar la tecnología virtual calza con el objetivo de la CT y se viene aprendiendo no solo como prepararse para enfrentar el cambio climático, sino generando relaciones mediante el mundo virtual ante los problemas negativos del Covid-19 cuya duración parece indefinida.

Se identificará a los estudiantes de ambos sexos que mostraron mayor interés en revisar la PVD, descargar tecnologías y hacer réplicas en sus predios. A partir de ellos y con el acompañamiento de los profesores, se les facilitará el acceso a internet y se mostrarán sus resultados en la misma PVD bajo su propia autoría. Por ejemplo, en la actualidad existe fuerte demanda del mercado internacional por la quinua orgánica de ecotipos de color. Si los estudiantes logran producir volúmenes importantes, es posible articularse a las cadenas de valor de la quinua, con un producto diferenciado. Por otro lado, la alta demanda urbana de productos lácteos como el queso puede incentivar la creación de microempresas juveniles que ofrezcan productos sanos y de alta calidad. Finalmente, las ATA's relacionadas con el uso de insumos locales para mejorar la agricultura y ganadería como la multiplicación de papa por brotes, producción de humus, biol, compost, producción artesanal de ensilado, tratamiento del heno de cebada, entre otros, contribuyen en el eficiente uso de los recursos naturales con menor dependencia externa.

Como conclusión, los módulos demostrativos, entendidos como un espacio físico donde se establece uno o varios trabajos agrícolas, pecuarios, nutricionales, de transformación u otros, son viables como complemento a la diseminación virtual de alternativas agropecuarias y sirven como modelos para replicar en comunidades de donde proceden los estudiantes. Con ello es posible involucrar no solo al estudiante como beneficiario, sino también a su familia y al entorno de productores en la propia comunidad.



Fotografías relacionadas



Fotografía 1. Selección por tamaño y sanidad de semilla de tres variedades (ecotipos) de papa nativa (“Saq’ampaya”, “Janco phiño” e “Imilla negra”) identificadas con altos contenidos de hierro, zinc y vitamina C, para la siembra de una parcela en el módulo demostrativo de Pillapi (La Paz-Bolivia). Proyecto Intensificación de la Agricultura familiar en Perú y Bolivia”. FONTAGRO/CIRNMA-ALTAGRO (ATN-RF-16677-RG). ALTAGRO, 2020.



Fotografía 2. Acondicionamiento de dos carpas solares tipo túnel de 5 x 15 m c/u, por parte de padres de familia y con la participación de estudiantes, profesores y Junta Escolar, para la producción de hortalizas en el Módulo Demostrativo del Colegio “Mariscal Andrés de Santa Cruz”, de Pillapi (MDP), en el Municipio de Tiahuanacu (La Paz – Bolivia). Proyecto Intensificación sostenible de la Agricultura familiar en Perú y Bolivia”. FONTAGRO/CIRNMA-ALTAGRO (ATN/RF-16677-RG). ALTAGRO, 2019.



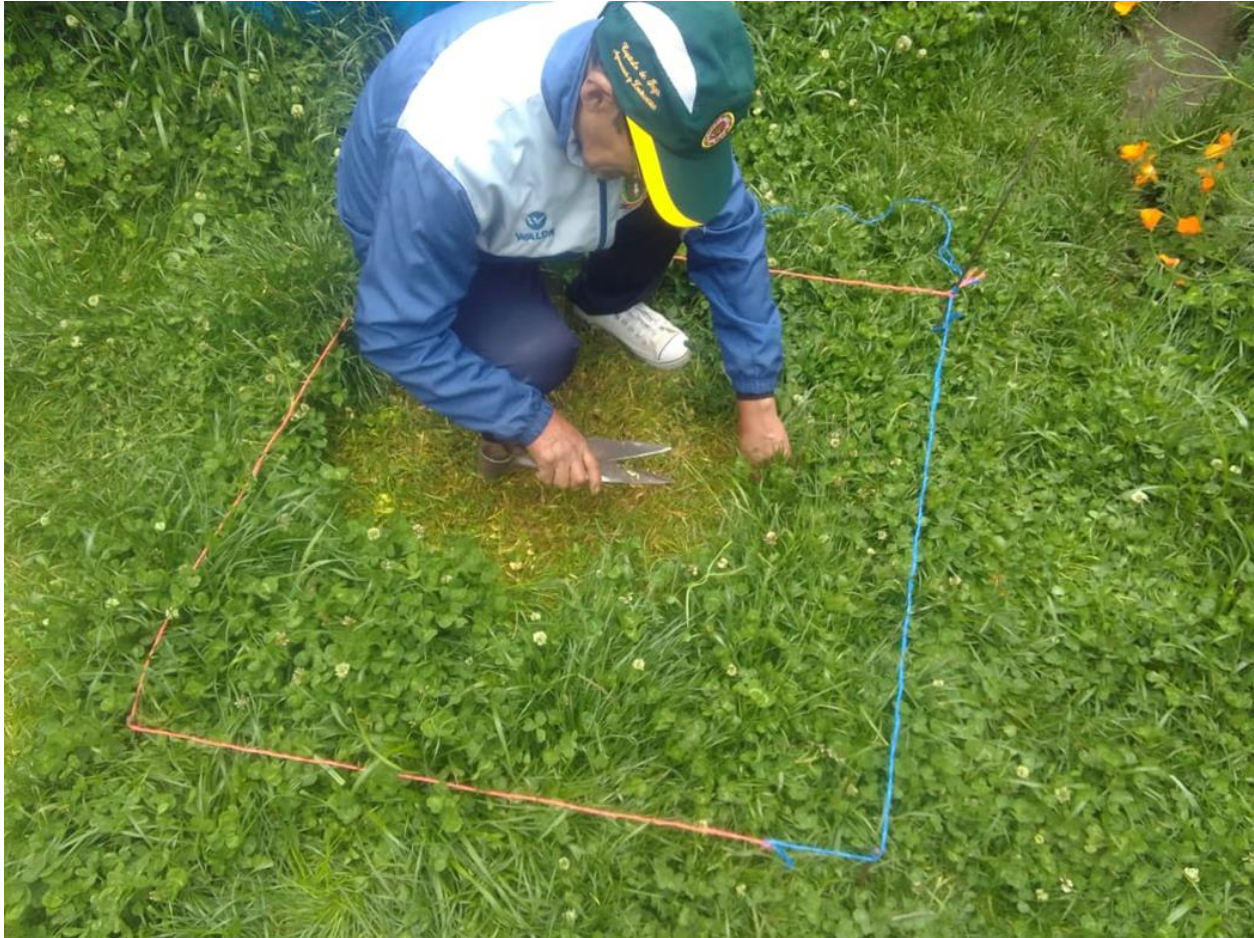
Fotografía 3. Preparación de una cama de recría de lombrices y alimentación con “vermicompostaje”, para la producción de humus, actividad productiva en el módulo demostrativo de Pillapi en Tiahuanacu (La Paz-Bolivia, 2019). “Intensificación de la Agricultura familiar en Perú y Bolivia”. FONTAGRO/CIRNMA-ALTAGRO (ATN/RF-16677-RG). ALTAGRO, 2019.



Fotografía 4. Producción de hortalizas orgánicas en invernadero. Participación activa de estudiantes y profesores en las labores agrícolas y asesoramiento técnico del proyecto en el Módulo Demostrativo Santa Rosa. IESTP Santa Rosa – Melgar (Puno, Perú). Proyecto Intensificación sostenible de la Agricultura familiar en Perú y Bolivia”. FONTAGRO/CIRNMA-ALTAGRO (ATN/RF-16677-RG). V. Choquehuanca 2020.



Fotografía 5. Producción de quinua de colores con participación de estudiantes y profesores en el Módulo Demostrativo en la IESTP Santa Rosa Melgar (4000 msnm), Puno Perú. Proyecto “Intensificación sostenible de la Agricultura familiar en Perú y Bolivia”. FONTAGRO/CIRNMA-ALTAGRO (ATN/RF-16677-RG). CIRNMA 2020.



Fotografía 6. Muestreo de producción del pastizal asociado de trébol blanco y rye grass inglés con participación de estudiantes y docentes en el módulo demostrativo Santa Rosa (MDSR) - campo experimental de San Martín de la IESTP Santa Rosa – Melgar – Puno – Perú (4100 msnm). Proyecto “Intensificación sostenible de la Agricultura familiar en Perú y Bolivia”. FONTAGRO/CIRNMA-ALTAGRO (ATN-RF-16677-RG). CIRNMA 2020.



Referencias Bibliográficas

- Alonso, F.; López, D.; Manrique y J. M. Viñes (2008). Learning objects, learning objectives and learning design. *Innovations in Education and Teaching International* 45 (4), 389–400 p.
- ALTAGRO - CIP. (2010). Boletín Brotes de esperanza BVM y el Centro Internacional de la Papa, Lima. Perú.
- Andía, W. Y Argote; G. (2006). Guía práctica pastos cultivados. Instalación, producción y manejo. Puno, Perú. REDESA- INIA PUNO.
- Arias S., Martinonia G.I., Piazza A.M., Requesens E., Núrica R.P., Valicenti R. (2006). Taller de integración: una propuesta para Agronomía. *Revista argentina de Humanidades y Ciencias Sociales*. Vol. 4, Núm.1 ISSN 1669-1555.
- Boza, A.; R. Tirado y M. D. Guzmán-Franco (2010). Creencias del profesorado sobre el significado de la tecnología en la enseñanza: influencia para su inserción en los centros docentes andaluces, *RELIEVE*, 16 (1), 1- 24. http://www.uv.es/RELIEVE/v16n1/RELIEVEv16n1_5.htm.
- Cai Y.Z., Sun M. and Corke H. 2003. Antioxidant activity of betalains from plants of the amaranthaceae. *Journal Agriculture Food Chemistry* 51: 2288-2294.
- Chino, C.; Guerra, C.; Choquehuanca, V.; Valdivia, R.E. (2011). Alternativa tecnológica: hortalizas orgánicas en invernaderos escolares y familiares en el Altiplano de Perú y Bolivia. Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Puno, Perú. 2011.
- Chiecher, A.; D. Donolo y M. C. Rinaudo, (2005). Percepciones del aprendizaje en contextos presenciales y virtuales. La perspectiva de alumnos universitarios. *RED, Revista de Educación a Distancia*, 13. En línea <http://www.um.es/ead/red/13/>.
- Control Unión Perú S.A.C. (2014). Un estudio aporta diferencias concluyentes entre alimentos concluyentes entre alimentos orgánicos y convencionales. Lima. Perú.
<http://www.portalfruticola.com/2014/07/16/estudio-aporta-diferencias-concluyentes-entre-alimentos-organicos-y-convencionales/?pais=otrospaises>
- De Luca Laura, Zamora Martín, Carrasco Natalia, Pusineri Leandro, Cerdá Eduardo, Pérez, Raúl (2015). Proceso de formación de un módulo demostrativo agroecológico extensivo. MEMORIAS DEL V CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGROECOLOGÍA Archivo Digital: en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/52341/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y. ISBN 978-950-34-1265-7



- Delgadillo, J; Meneses, R; Waaijenberg, H; Piérola, L. 1996. Leguminosas en la agricultura boliviana: revisión de información. Proyecto Rhizobiología Bolivia. Cochabamba, 434 p.
- De Miguel, Regina (2019) Aprender haciendo, la metodología que aporta valor al conocimiento. Revista digital EDUCACIÓN 3.0. Publicación 14/03/2019. Madrid, España.
<https://www.educaciontrespuntocero.com/noticias/aprender-haciendo/>
- FAO (2016). Guía para la implementación de Centros Demostrativos de Capacitación con enfoque agroecológico. Fortalecimiento de la Seguridad Alimentaria y de la capacidad de generar ingresos a través de proyectos de innovación en las Zonas de Reserva Campesina UTF/COL/050/COL Convenio FAO – INCODER. Instituto Colombiano de Desarrollo Rural. Bogotá, Colombia 2916.
- FAO, (1996). Principios de Manejo de Praderas Naturales, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Argentina. Santiago, Chile. Segunda Edición.
- FAO. (2008). Información proporcionada por la División de Producción y Protección Vegetal de la FAO, en colaboración con el Centro Internacional de la Papa. Roma, Italia.
- Fundación para el Desarrollo Nacional. (1994). Biohuertos Escolares. Lima – Lambayeque, Perú: Editorial Mitograf S.A.65 p.
- Estrada Paredes, Juan José (2012). Guía para la construcción de invernaderos o fitotoldos. Una alternativa para garantizar la seguridad y soberanía alimentaria en emergencias. Proyecto: Preparación y reducción de riesgos en respuesta a los eventos climáticos extremos y los problemas de disponibilidad de agua en comunidades vulnerables del altiplano de Bolivia y Perú". FAO, 2012. La Paz, Bolivia.
- Infocampo (2020). Cría de lombrices para obtener humus, el abono por excelencia.
<https://www.infocampo.com.ar/cria-de-lombrices-para-obtener-humus-el-abono-por-excelencia/>
- INIA (2008). Producción y uso del humus de lombriz. Proyecto Perú: Conservación in situ de los cultivos nativos y sus parientes silvestres PER/98/G33. INIA, Dirección de Investigación Agraria. Ministerio de Agricultura. Serie N° 2: tecnologías apropiadas para la conservación in situ de los cultivos nativos. Lima, Perú, 2008.
- INIA. (2010). La investigación agronómica para devolver la rentabilidad a los cultivos. Informe interno. 47 p.
- INIFAP (2015). Cultive pasto rye grass para la alimentación del ganado en la época invernal en el norte y centro de Tamaulipas. Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Boletín electrónico Año 1, número 15, agosto 2015. México



Mac Clintock, (2002). Prácticas pedagógicas emergentes, Cuadernos de Pedagogía, 290, 74-77 p.

Mamani, Pablo; Carmen Luz Villarroel (s/f). La selección positiva. Una técnica para mejorar la calidad fitosanitaria de la semilla de papa nativa. PROINPA, en el marco de PLACIT – Colomi, Consejo de Competitividad de Cochabamba. Cochabamba, Bolivia.

<https://www.proinpa.org/tic/pdf/Papa/Varios%20Papa/La%20seleccion%20positiva.%20Una%20tecnica%20para%20mejorar%20la%20calidad%20sanitaria%20de%20la%20semilla%20de%20papa%20nativa.pdf>

Monereo, C. (2005). Internet, un espacio idóneo para desarrollar las competencias básicas, Internet y competencias básicas, Ed. Grao. Barcelona. España.

Mujica, A y Canahua A. (2013). “Quinoa, Pasado, Presente y Futuro. “Artículo por el lanzamiento del Año Internacional de la Quinoa.

Muslera, E; Ratera, C. 1984. Praderas y forrajes. Producción y aprovechamiento. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid. 674 p.

Panchi, N.; Taípe, A.; Pallo, E.; Yumisaca, F.; Espinoza, J.; Montesdeoca, F.; Sevillano, C.; Mallamas, A.; Ramos, B.; Peñaherrera, D.; Andrade-Piedra, J.L. (2015) Selección positiva en el cultivo de papa. Una tecnología para manejar la calidad de la semilla en finca. In: Brown, S.; Ortega-Andrade, S.M.; Yaguana, G. (eds.). Memorias del evento. VI Congreso Ecuatoriano de la Papa: Papa, un alimento milenario. Ibarra (Ecuador). 8 -11 jul 2015 (Ecuador). 3p

Reyes García, María; Iván Gómez-Sánchez; Cecilia Espinoza (2013). Tablas peruanas de composición de alimentos. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Salud. Lima, Perú. 2013.

Roldán-Suárez, Elizabeth; Roberto Rendón-Medel; Pedro Cadena-Iñiguez (2016). Identificación de módulos demostrativos en estrategias de gestión de la innovación. En: Agricultura, sociedad y desarrollo. agric. soc. desarrollo vol.13 no.2 Texcoco abr./jun. 2016. México http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722016000200179

Ruiz, Cesar; Tapia, Mario (1987) Producción y Manejo de Forrajes en los Andes Del Perú. Universidad nacional San Cristóbal de Huamanga. Proyecto de Investigación de los sistemas Agropecuarios Andinos PISA (INIPA-CIIDACDI), Ayacucho Perú.

Sancho, J. (2001). Repensando el significado y métodos de la educación en la sociedad de la información: el efecto fractal, en Área, M. (ed.): Educar en la sociedad de la información, Ed. Decclée, Bilbao. España.



Schuldt, Miguel; Rodolfo Christiansen; Juan P. Mayo; Luís A. Scatturice; Cristián Pessin; María A. Helling; Ivana Illanes; Carlos Gaspar; José M. Rubinich. (2009). Distribución de lombrices rojas (*Eisenia fétida* y *Eisenia andrei*) en el interior del sustrato / alimento. Incidencia en la estrategia de conducción del lombricultivo. En: *BioScriba* Vol. 2 (1)24-30 abril 2009
[file:///C:/Users/user/Downloads/DISTRIBUCION DE LOMBRICES ROJAS Eisenia.pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/DISTRIBUCION%20DE%20LOMBRICES%20ROJAS%20Eisenia.pdf)

Serrano, Z. (2005). Construcción de invernaderos. Madrid. España. Editorial Aedos, s.a. 75 p.

Strack, D., Vogt, T., Schliemann W. (2003). Recent advances in betalain research. *Phytochemistry*, 62. 247-269.

UNEP (2020). *Guía de Alimentación y Salud. Alimentación en las etapas de la vida: Adolescencia.*
https://www2.uned.es/pea-nutricion-y-dietetica-l/guia/etapas/adolescencia/neces_minerales.htm

Valdivia, R.E. (2018). Visión de la producción de la Quinua y la Cañihua en los Andes: potenciales y restricciones. En: Taller internacional: “50 años de la I convención de quenopodiáceas: quinua y cañihua”. 15 – 16 noviembre, 2018. PUNO, PERÚ

Zanabria, P. (2015). Invernaderos sostenibles para la producción de hortalizas en zonas altoandinas del Cusco (Tesis de Maestría en Gestión y Auditorías Ambientales). Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Piura, Perú.

Instituciones participantes



Secretaría Técnica Administrativa



Con el apoyo de:



www.fontagro.org

FONTAGRO
Banco interamericano de Desarrollo
1300 New York Avenue, NW, Stop
W0502, Washington DC 20577
Correo electrónico: fontagro@iadb.org