



INVENTARIO DE TECNOLOGÍAS DE MANEJO DE AGUA PARA LA AGRICULTURA FAMILIAR

SOLUCIONES PRÁCTICAS
Tecnologías desafiando la pobreza



INVENTARIO DE TECNOLOGÍAS DE MANEJO DE AGUA PARA LA AGRICULTURA FAMILIAR





Foto: Rodrigo Rodrich

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	9
PRESENTACIÓN	11
INTRODUCCIÓN	15

1. TECNOLOGÍAS DE RECARGA HÍDRICA Y COSECHA DE AGUA EN EL TERRITORIO	23
1.1 Las <i>amunas</i> para siembra y cosecha de agua. Huarochirí, Perú	24
1.2 Recuperación de la técnica ancestral del “mamanteo” y monitoreo hidrológico en Huamantanga. Canta, Lima, Perú	27
1.3 La Champería, fiesta del agua en San Pedro de Casta. Huarochirí, Perú	30
1.4 Represas prehispánicas de la cuenca del Nepeña. Infraestructuras precolombinas de almacenamiento e infiltración de agua. Ancash, Perú	33
1.5 Cosecha de agua en puna seca. Reservorios medianos en Arequipa, Perú	36
1.6 Crianza de agua. Captación y almacenamiento de agua en puna seca. Ayacucho, Perú	39
1.7 Los atajados, Tecnología para la cosecha de agua. Bolivia	42
1.8 Prácticas de conservación de agua y suelos a nivel de microcuencas. Perú	44
1.9 Barrajes o represas subterráneas. Brasil	46
1.10 Barreras vivas para reducir escorrentía. Norteamérica, Centroamérica y Sudamérica	48
1.11 Galerías filtrantes para recarga artificial. Norteamérica, Centroamérica y Sudamérica	50
1.12 Pozas de Ocucaje para recarga de acuíferos. Ica, Perú	52
1.13 Acequias y careos de la Alpujarra: recuperación de acequias. España	54
1.14 Control de cárcavas. Norteamérica, Centroamérica y Sudamérica	57
1.15 Barrajes de contención de sedimentos. Brasil	59
1.16 Protección de <i>qochas</i> , praderas y manejo de manantiales en puna seca y húmeda. Cusco, Perú	61
1.17 “Atrapaniebla”, una experiencia para capturar agua de las neblinas para la agricultura urbana. Lima, Perú	63
2. TECNOLOGÍAS DE COSECHA O APROVISIONAMIENTO DE AGUA SEGURA EN LA PARCELA O CERCA DE ELLA	67
2.1 Sistemas de riego regulado por microrreservorios para la pequeña agricultura familiar. Cajamarca, Perú	68
2.2 Microrreservorios conectados a sistemas colectivos de conducción y distribución en Baños del Inca. Cajamarca, Perú	71
2.3 Microrreservorios de cosecha de agua en el Chaco. Paraguay	73
2.4 Micropresas en tierra, complementadas con forestación y agroforestería. Cusco, Perú	75
2.5 Los <i>waru waru</i> , <i>succacollos</i> o camellones. Altiplano, Bolivia y Perú	77
2.6 Andenes, <i>pata patas</i> o <i>takuana</i> . Perú	79
2.7 Captación de agua de lluvia de los techos a cisternas o tanques semienterrados. Semiárido, al noreste de Brasil	81
2.8 Captación de agua de lluvia de los techos de las viviendas. Centroamérica	83
2.9 “Lagunetas”, prácticas locales de captación de agua en minipresas. Nicaragua.	85
2.10 Captación de techos a microrreservorios enterrados para diversos usos. Telica, León, Nicaragua.	87
2.11 Excavación de viguiñas. Oruro, Bolivia.	89

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2018

Inventario de tecnologías de manejo de agua para la agricultura familiar por IICA se encuentra bajo una Licencia Creative Commons

Reconocimiento-Compartir igual 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO)

(<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>)

Creado a partir de la obra en www.iica.int.

El Instituto promueve el uso justo de este documento. Se solicita que sea citado apropiadamente cuando corresponda.

Esta publicación está disponible en formato electrónico (PDF) en el sitio Web institucional en <http://www.iica.int>

Coordinación editorial: Luis Morán, Paca Villanueva y Omar Varillas

Producción editorial: Silvia María Gonzales

Inventario de tecnologías de manejo de agua para la agricultura familiar / Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Soluciones Prácticas; Luis Morán, Paca Villanueva y Omar Varillas. – Perú: IICA, 2018. 120 p.; 21 cm x 29.7 cm.

ISBN: 978-92-9248-799-7

1. Conservación de aguas 2. Ordenación de aguas 3. Explotación agrícola familiar 4. Tecnología apropiada 5. Gestión de riesgos 6. Fenómenos atmosféricos 7. Recarga de aguas subterráneas 8. Parcelas 9. Cultivos 10. Captación del agua de lluvia I. Morán, Luis II. Villanueva, Paco III. Varillas, Omar IV. IICA V. Soluciones Prácticas VI. Título

AGRIS
P10

DEWEY
363.61

Lima, setiembre 2018

2.12	Monitoreos participativos de agua con uso de bioindicadores. Cajamarca, Perú.	91
2.13	Vigilantes del agua. Brasil.	93
3.	TECNOLOGÍAS DE MANEJO DE AGUA EN LA PARCELA	97
3.1.	Los macrotúneles de control de evapotranspiración. Honduras, Centroamérica	98
3.2.	Sistemas de riego intermitente o de manejo de multicompuertas. Sinaloa, México	100
3.3.	Riego por mangas bajo sistemas de gravedad. Uruguay	102
3.4.	<i>Pishku chaqui</i> , redireccionamiento del agua de los ríos a través de acequias. Ecuador	104
3.5.	Surcos y canchales. Chimborazo, Ecuador	105
3.6.	Atajados complementados con microrriego por aspersión. Bolivia	107
3.7.	Reservorio rústico y riego presurizado vinculados a diversas tecnologías. Cusco, Perú	109
3.8.	Fertirrigación agroecológica. Brasil	111
3.9.	Uso de bomba de ariete en pequeñas fincas. Norteamérica, Centroamérica y Sudamérica	113
3.10.	Bomba de mecate o bomba de sogá. Centroamérica	115
3.11.	Control de escorrentía con faja de cultivos permanentes en perímetros del campo. Norteamérica	117
3.12.	“Labranza mínima” bajo el concepto de resiliencia aplicando la cosecha de agua con reforestación. Centroamérica	119

AGRADECIMIENTOS

El *Inventario de tecnologías de manejo de agua para la agricultura familiar* es resultado del esfuerzo conjunto del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Soluciones Prácticas y de las diferentes entidades colaboradoras del proyecto Gestión del Conocimiento y Desarrollo de Capacidades Institucionales para la Gestión Integral del Agua en la Agricultura Familiar (GIAAF). A partir de la recopilación inicial realizada por Omar Varillas (consultor), su elaboración estuvo liderada por Luis Morán, de la Representación del IICA en Perú, y Paca Villanueva, de la Oficina Regional para América Latina de Soluciones Prácticas.

La presente versión ha sido posible gracias a las revisiones, contactos facilitados, documentos remitidos, experiencias reportadas y opiniones vertidas por diferentes profesionales ligados con instituciones nacionales e internacionales comprometidas con el manejo adecuado de los recursos hídricos para la agricultura: Asociación Bartolomé Aripaylla (ABA): Marcela Machaca; Asociación Civil Desco: Aquilino Mejía; Asociación Civil para la Gestión del Agua en Cuencas (Agua-C): Andrés Alencastre; Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT): Genowefa Blundo y Wendy Francesconi; Comunidad de San Pedro de Casta, Santa Eulalia - Perú: Eufronio Obispo; Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (Condesan): Luis Acosta; Fundación Ayuda en Acción, Nicaragua: Henry Zambrana; Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua (Funica): Aída Castillas, Brenda Romero, Danilo Saavedra y Tatiana Vera; Global Water Partnership South America (GWP/PUCP): Alexandra Carlier, Gonzalo Ríos y Sofía Castro; Helvetas Swiss Intercooperation: Bernita Doornbos; Instituto Cuencas Andinas: Telmo Rojas; Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente (IDMA): Roberto Mata; Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, Perú): Luis Quintanilla; Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, Costa Rica): Jhonny Aguilar; Instituto de Promoción de la Gestión del Agua (Iproga): Fannel Guevara; Programa Mundial de Alimentos (PMA): Francisco Alvarado; Programa Nacional de Ambientes Protegidos, Costa Rica: Francisco Marín; Soluciones Prácticas: Ángela Pajuelo, Julieta Vargas, Melissa Felipe, Roberto Montero y Silvia María Gonzales; Sierra Productiva: Carlos Paredes; The Nature Conservancy (TNC): Sonja Bleeker; Universidad Nacional Agraria (UNA), Nicaragua: Martha Orozco, y Universidad Nacional de Costa Rica: Adolfo Salinas.

Asimismo, es necesario reconocer las valiosas contribuciones de los funcionarios del IICA: Gaby Rivera, Diego González, Mauricio Carcache, Soraya Villarroja, Hernán Chiriboga, Gertjan Beekman, Fátima Almada, Hernando Riveros, Érika Soto, Karen Montiel y Viviana Palmieri, así como los aportes de los expertos independientes: Carlos Aguilar, Carlos Pomareda y Jaime Llosa.

De manera muy especial, se agradece también la importante colaboración de Piero Natividad, practicante profesional de la Universidad Nacional Agraria La Molina; Lottie Cecconello y Paul Hilborn, cooperantes en el marco del convenio entre el IICA y el Servicio Universitario Mundial de Canadá - programa Uniterra.



Foto: Rodrigo Rodrich

PRESENTACIÓN

A lo largo del tiempo, el agua ha sido el recurso fundamental para el desarrollo de las sociedades en el mundo, pues de ella dependieron las poblaciones para asegurar la producción agrícola y la ganadería, base de su alimentación y factor determinante de la evolución de sus economías. En efecto, es probable que el riego y las diferentes formas de manejo y gestión de los recursos hídricos en torno a la agricultura hayan sido la fuente de las primeras revoluciones tecnológicas y cuna del desarrollo de conocimientos y experiencias reproducidas y recreadas por generaciones.

Hoy en día se sabe que la producción de alimentos debe aumentar año tras año para satisfacer las necesidades de una población mundial cada vez más numerosa, en un escenario de mayor contaminación, menor disponibilidad y alta competencia por recursos como el agua, indispensable para la agricultura y, en general, para toda la actividad humana. En ese contexto, no es casual la creciente consideración que ha venido ganando la relación agua-agricultura familiar dentro de los esfuerzos de los países por poner fin a la pobreza, al hambre y a la desigualdad, entre otros objetivos de desarrollo sostenible.

De hecho, trabajar con la agricultura familiar, que representa más del 80 % de las unidades productivas de América Latina, resulta estratégico no solo por su significativa participación en la provisión de alimentos e insumos para la población y la industria, sino también porque de ella depende un porcentaje elevado de pobres rurales y es una aliada decisiva en el cuidado del ambiente, el manejo adecuado de los recursos naturales, el resguardo de la agro biodiversidad, la reproducción de saberes ancestrales, entre otras contribuciones propias de sus funciones económicas, ambientales, sociales y culturales.

Paradójicamente, este tipo de agricultura, que por lo general se desenvuelve en pequeñas áreas, con baja inversión en riego y producción que combina el autoconsumo, la venta a mercados locales y el trabajo familiar, es una de las más perjudicadas por las dificultades de acceso, uso y aprovechamiento del agua, que ocasionan pérdidas de cultivos, crianzas y activos; elevan la fragilidad de los sistemas productivos; condicionan los volúmenes de producción y la gestión comercial; incrementan los riesgos sanitarios, de higiene y nutrición, e influyen en el nivel de conflictividad entre actores, en detrimento del bienestar y la calidad de vida rural.

Lejos de la inercia que conlleva a promover recetas únicas y estrategias aisladas, la situación descrita obedece a una compleja combinación de factores tales como el impacto negativo de los cambios en el uso del suelo; la incidencia de eventos climáticos extremos; la contaminación que se origina desde otros usos y usuarios; la persistencia de prácticas agrícolas no sostenibles; la escasa adopción de tecnologías apropiadas; la limitada disponibilidad de infraestructura hídrica; las débiles capacidades técnicas y socio-organizativas; la fragmentación institucional y el débil marco de instrumentos de política e inversiones públicas adecuadas.

En ese sentido, ocuparse de la agricultura familiar, y en particular de su relación con el agua, implica valorar y considerar de manera integral tanto factores internos a la finca, fundo o predio, que son de responsabilidad del agricultor (captura y almacenamiento de agua, manejo de la infraestructura para el riego y drenaje, aplicación de tecnologías adecuadas, manejo de los excedentes de agua, cumplimiento de normas, entre otras), como aquellos otros del entorno inmediato, territorio o microcuenca, que son de responsabilidad compartida (protección de laderas y vertientes en tierras públicas, acuerdos para la distribución del agua entre diversos usuarios, mecanismos institucionales para la acción colectiva, etc.), y condicionan la viabilidad de disponer de agua segura en cantidad, calidad y oportunidad.

Para procurar cambios o mejoras en la situación planteada, desde una perspectiva integral, existe una gran diversidad de opciones tecnológicas que permitirían aumentar la eficiencia del riego a nivel de parcela; optimizar la operación de los sistemas hidráulicos colectivos; reducir la evapotranspiración del sistema suelo-planta; mejorar el afianzamiento hídrico mediante medidas de recarga que facilitan la infiltración en acuíferos, subsuelo y suelo, o mediante cosechas de agua y otras prácticas que mejoran el acceso y protegen la calidad del agua, ya sea para el consumo doméstico, su transformación más eficiente en alimentos o para el uso en actividades económicas complementarias.

No obstante, pese a los esfuerzos de diferentes actores y entidades promotoras, estas alternativas son poco aprovechadas, entre otras razones, por la alta dispersión de la información, la insuficiente documentación de las evidencias, la fragmentación de los esfuerzos institucionales orientados a la gestión de dicho conocimiento, y el déficit de promotores calificados en las entidades públicas y privadas de apoyo.

En ese contexto, el inventario de tecnologías que presentamos constituye un aporte al propósito de facilitar el acceso al conocimiento disponible sobre buenas prácticas e innovaciones para promover la gestión integral del agua en la agricultura familiar, como producto del proyecto GIAAF del Fondo Concursable del IICA para la Cooperación Técnica (FonCT), ejecutado, entre el 2014 y el 2016, por las representaciones de Perú, Costa Rica, Nicaragua y España, con la colaboración de diferentes instituciones públicas y privadas, nacionales e internacionales.



Foto: Rodrigo Rodrich



Foto: Soluciones Prácticas

INTRODUCCIÓN

Hablar de tecnologías de manejo de agua habitualmente nos remite a pensar en grandes extensiones de territorio con sistemas hidráulicos automatizados, equipos de cómputo que controlan los cabezales de riego, instrumentos de control y medición de humedad de suelos y cultivos, y profesionales altamente calificados que despliegan sus conocimientos técnicos y científicos en el campo, en procura de mejorar la eficiencia de riego y lograr altos niveles de producción que aseguren la rentabilidad de la agricultura.

Desde la perspectiva y características de la agricultura familiar, esta visión de las cosas resulta inaplicable, lo que no significa que este tipo de agricultura no haya desarrollado tecnologías para enfrentar sus problemas de acceso y uso del agua. De hecho, a este conjunto de técnicas, habilidades, saberes, conocimientos, construcciones, normas y formas de organización, hechas a la medida de las condiciones locales (económicas, sociales y ambientales) y producto de pacientes experimentos ensayo-error, se les conoce como “tecnologías apropiadas”.

El término “apropiadas” tiene una doble connotación. Por un lado, se refiere a tecnologías recuperadas, acomodadas, adaptadas o desarrolladas según determinada realidad y problemática. Por otro, se refiere a su sentido de propiedad y su carácter de legado cultural y social que se transmite de generación en generación.

Es posible identificar tecnologías con estas características tanto a nivel de finca como de territorio o cuenca. Su éxito depende del grado en que hayan sido incorporadas al saber hacer de las familias y las organizaciones que las manejan, y la medida en que respondan a la racionalidad de cada zona para atender necesidades, bajo un sentido de utilidad práctica.

Asimismo, no siempre una tecnología da respuesta a un único tipo de problema. Muchas veces, estas permiten solucionar diversas necesidades o representan importantes medidas para atender una gama mayor de “cuellos de botella”, aun cuando sus impulsores no siempre son conscientes de su multifuncionalidad o de los usos posteriores que estas generaron.

Por ejemplo, las tecnologías recopiladas en el presente inventario buscan, entre otros propósitos, dar respuesta a los problemas originados por fenómenos climáticos y la necesidad de mitigar sus efectos sobre el recurso hídrico y la agricultura. Algunas de ellas, inclusive, son consideradas medidas de resiliencia ante la variabilidad del clima, que a su vez inciden en la mejora de la productividad agropecuaria.

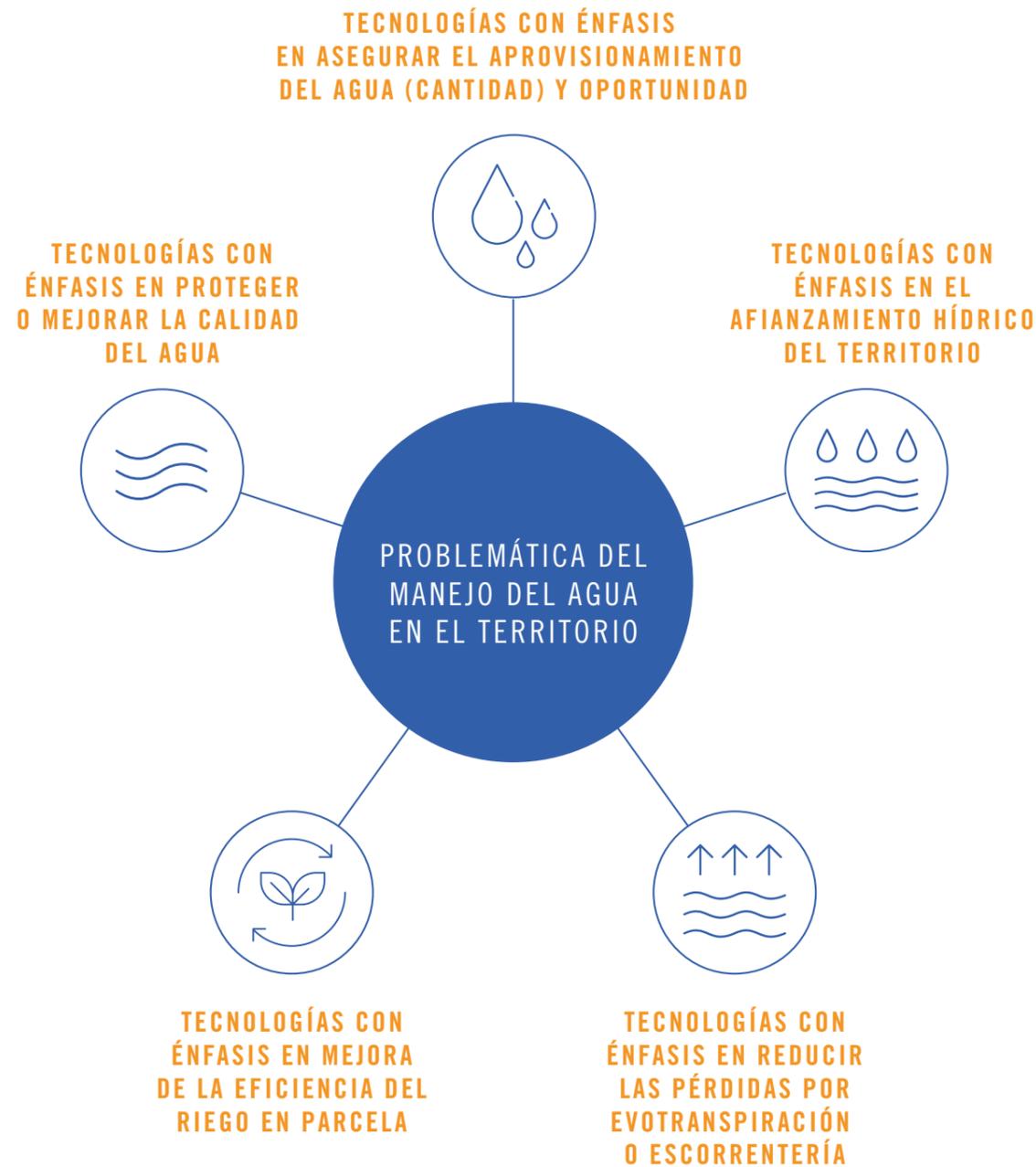


Figura 1: Énfasis de las tecnologías apropiadas según interés o necesidad práctica

Características de las tecnologías inventariadas

Las tecnologías incorporadas en el inventario responden a cinco criterios establecidos durante el proceso de identificación y selección:

1	2	3	4	5
APROPIADAS A CADA MEDIO Y CONTEXTO Están ligadas mayormente a casos reales en los que los componentes físicos, sociales, culturales, económicos y hasta ambientales se han sincronizado de tal forma que dan lugar a experiencias exitosas, en torno a las cuales existen evidencias plasmadas en diferentes documentos, videos y otros recursos que forman parte del inventario.	APLICADAS A LA AGRICULTURA FAMILIAR DE PEQUEÑA ESCALA Es decir, a las unidades de producción agrícola que se encuentran en condición de minifundio, o en las que la actividad pecuaria, extensiva o semiextensiva, representa la principal fuente de capitalización de las familias rurales.	DE BAJO COSTO Los costos de operación y mantenimiento son accesibles para la economía del lugar. De hecho, aun cuando la inversión inicial haya sido parte de un proyecto de desarrollo público o privado, se ha tenido en cuenta que estos no sean tan elevados como para perjudicar la sostenibilidad y replicabilidad.	PERMITEN EL MANEJO INTEGRAL DEL AGUA No solo abordan los aspectos referidos al flujo o volumen de agua. Muchas de ellas forman parte del manejo del territorio para el afianzamiento hídrico de la cuenca o para la regulación de determinados ecosistemas que permitan mejorar el ciclo hidrológico. Por ello, no se orientan necesariamente a la mejora sustantiva del riego en la parcela, sino que pueden ser parte de esfuerzos para asegurar la infiltración del agua, y de esta manera garantizar la sostenibilidad de determinadas fuentes en favor de los usuarios.	SOSTENIBLES EN EL TIEMPO Han pasado la prueba de los años y se han asentado como buenas prácticas incorporadas tanto en el sistema social como en los mecanismos y formas de producción y manejo del territorio, quedando al margen muchas experiencias sobre prácticas que funcionaron durante la presencia de determinados proyectos; sin embargo, poco después fueron dejadas de lado por limitaciones económicas, pocas capacidades formadas, débil empoderamiento y apropiación local, o porque formaron parte de propuestas asistencialistas.

Organización del inventario

Organizar las tecnologías identificadas con arreglo a una tipología en particular no ha sido una tarea fácil. De hecho, tratándose de medidas apropiadas a cada medio y desarrolladas en torno a diferentes elementos físicos, culturales y socioambientales, la organización ha podido realizarse de diferentes maneras en función del enfoque o criterios de análisis puestos sobre el tapete por las personas e instituciones que participaron en el proceso.

Con el ánimo de facilitar su consulta y sin desmedro de la lógica que cada usuario podría darle a su contenido para propósitos específicos, se ha optado por organizar el Inventario en torno a tres tipos de tecnologías, definidos en función del objetivo o finalidad inmediata de cada una, y la ubicación de sus principales componentes físicos en el terreno:



TECNOLOGÍAS DE RECARGA HÍDRICA Y COSECHA DE AGUA EN EL TERRITORIO

Prácticas o medidas de acondicionamiento del territorio y disposición de infraestructura, que se realizan en determinadas zonas con fines de recarga hídrica de los acuíferos, suelo y subsuelo, o que permiten la captación y el almacenamiento del agua en la superficie (cosecha), para facilitar el afianzamiento hídrico de las microcuencas.

Estas tecnologías pueden ser parte del legado de prácticas ancestrales que, además de ser un patrimonio cultural de la comunidad usuaria, siguen siendo vigentes para enfrentar las condiciones del clima, el territorio y los nuevos escenarios socioeconómicos; o bien, pueden ser tecnologías introducidas, producto de innovaciones adaptadas a cada zona, que con el tiempo llegaron a formar parte de la organización social y de las actividades propias del territorio. En ese sentido, son mantenidas, mejoradas y operadas a través de la acción colectiva de diversas organizaciones encargadas de asignar roles para su operación.

Entre otros beneficios, permiten la utilización del agua sub-superficial, manteniendo el caudal de los manantiales en las partes bajas de la microcuenca, inclusive durante las épocas largas de estiaje, mediante la intercepción de caudales, la captación de lluvias en el terreno o el acondicionamiento de la cobertura vegetal, entre otras, que facilitan la infiltración y almacenamiento del recurso. En algunas zonas, a estas prácticas se les conoce como “siembra y cosecha de agua”.



TECNOLOGÍAS DE COSECHA O APROVISIONAMIENTO DE AGUA SEGURA EN LA PARCELA O CERCA DE ELLA

Están orientadas a proveer agua a la finca, captándola de diversas fuentes: sistemas colectivos de canal; de caudales que escurren temporalmente por determinadas quebradas; de sistemas de almacenamiento y distribución que captan agua en la misma finca; desde el terreno, o desde los techos de las viviendas. Su objetivo es aprovechar las aguas disponibles en **períodos** de pocos meses y garantizar con ello el aprovisionamiento para uso doméstico o agroproductivo.

Estas tecnologías son complementadas con sistemas de captación, aducción (canal que lleva agua de la captación hacia los reservorios), válvulas de regulación, sistemas de conducción y finalmente de riego. De esta manera, el éxito de las mismas en la agricultura no sería posible sin la instalación de los sistemas de riego, sobre todo presurizados. En otros casos, estos sistemas ponen énfasis en asegurar el agua poblacional, sobre todo en zonas donde el abastecimiento de agua potable



TECNOLOGÍAS DE MANEJO DE AGUA EN LA PARCELA

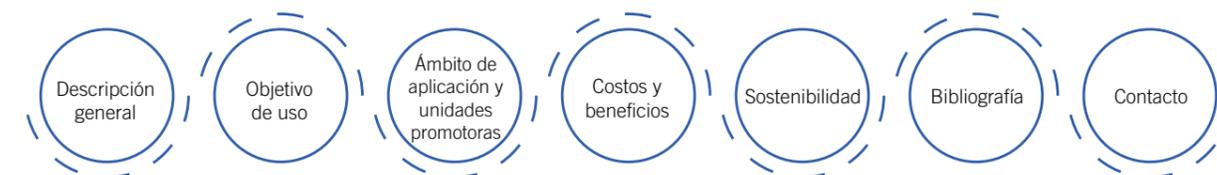
es un problema para las comunidades, de modo que, solo complementariamente, el fluido se utiliza para el riego de pequeñas fincas que permiten la producción, principalmente para el autoconsumo.

Por lo general, este grupo de tecnologías es manejado por las familias; en consecuencia, el mantenimiento de muchos de sus componentes depende de la mano de obra familiar. Siendo tecnologías “individualizadas”, su sostenibilidad depende de cada quien, lo que genera mayor compromiso para su cuidado; sin embargo, no se descarta el trabajo colectivo a través de algún tipo de organización, más aún cuando estos sistemas son conectados a fuentes naturales o artificiales “públicas” de agua.

Son aquellas que se instalan en las parcelas y se orientan a mejorar la eficiencia del riego, reducir la pérdida por percolación o arrastre de suelos, o evitar las pérdidas por evapotranspiración. Estas pueden ser administradas por las propias familias o por el manejo colectivo de un tipo de organización.

Por tratarse de tecnologías aplicadas en la parcela, muchas de ellas han requerido la preparación del terreno para su adecuada aplicación; por ejemplo: la adaptación de los surcos, el acondicionamiento de la pendiente e, inclusive, el manejo de la cobertura vegetal del entorno y los cambios de patrones en la labranza.

En cuanto al contenido por tecnología, en cada caso se desarrolla un resumen cuyo propósito es facilitar al usuario una rápida valoración de su utilidad, antes de ahondar en las fuentes escritas o audiovisuales que se ofrecen como evidencia pública de su funcionamiento y pertinencia. Dicho resumen comprende:





Público objetivo

El inventario está dirigido a agentes de extensión, capacitación y asistencia técnica, en su condición de promotores del desarrollo, independientes o ligados a entidades u organizaciones públicas y privadas proveedoras de servicios de apoyo a la agricultura familiar. Con ese alcance, se espera que resulte en una herramienta útil, sencilla y práctica para:

- Sensibilizar a diversos actores sobre los enfoques y alternativas más adecuados para garantizar el acceso seguro al agua a la pequeña agricultura, en condiciones adecuadas de cantidad, calidad y oportunidad.
- Organizar eventos de difusión, capacitación e intercambio de conocimientos sobre las tecnologías inventariadas.
- Identificar y compartir otras tecnologías apropiadas para el manejo eficiente y productivo del agua, con un enfoque de adaptación al cambio climático y prevención de riesgos en sistemas agroproductivos familiares, individuales y colectivos, en secano o bajo riego.
- Promover proyectos de desarrollo e investigación para mejorar la calidad de la información, la disponibilidad de evidencia científica y las capacidades que deriven en una mayor adopción de tecnologías adecuadas por parte de la agricultura familiar.



Consideraciones para el uso

El uso apropiado del inventario deberá ir acompañado de las siguientes consideraciones:

- Las tecnologías disponibles no son recetas que puedan ser trasladadas mecánicamente de un ámbito a otro. Aun cuando las condiciones sean muy parecidas a las zonas donde fueron aplicadas originalmente, es importante considerar el contexto de cada realidad y conocer a profundidad cada tecnología.
- El contenido resume las características esenciales de cada tecnología; los datos básicos como para que los técnicos reconozcan su utilidad y pertinencia, y optimicen la inversión de tiempo en la etapa inicial de búsqueda de alternativas ante una problemática en particular. Si bien la bibliografía permite ahondar en información para cada caso, esto no reemplaza la necesidad de una investigación mayor, si se piensa en procesos de adopción.
- El contenido que describe cada tecnología se sustenta en las fuentes secundarias, escritas o audiovisuales, a las que se tuvo acceso. En algunos casos, esta información se basa o se refuerza con datos proporcionados por expertos. Por lo mismo, al no tratarse de un trabajo de investigación primaria, muchas tecnologías fueron descartadas por carecer de sistematización previa o de algún tipo de evidencia pública confiable.
- El inventario constituye un esfuerzo inicial susceptible de ser ampliado y mejorado con la participación voluntaria de las personas e instituciones usuarias. Desde ya, se extiende una invitación a todos aquellos interesados en colaborar con la gestión del conocimiento acerca de estas y otras tecnologías.





**TECNOLOGÍAS DE RECARGA
HÍDRICA Y COSECHA
DE AGUA EN EL TERRITORIO**

1.1 Las *amunas* para siembra y cosecha de agua. Huarochirí, Perú

a.- Descripción general

Las *amunas*, palabra de origen quechua que significa “retener”, son un sistema prehispánico de recarga artificial de acuíferos mediante la siembra y cosecha de agua, que aún es implementado por algunas comunidades campesinas andinas del Perú, entre la zona de puna (a más de 4000 m s. n. m.) y la zona quechua (entre los 2300 y los 3500 m s. n. m.).

El funcionamiento del sistema empieza entre los meses de diciembre y abril con la “captura de las lluvias” (y deshielos) en la parte alta de la cuenca, donde no hay cultivos sino laderas de piedras y pastos. Estas aguas son conducidas a través de una red de acequias y/o canales (sin revestimiento), a superficies fracturadas, porosas y rocosas, desde las que se infiltran en los acuíferos montañosos.

El trabajo realizado en la parte alta permite alimentar, gradual e ininterrumpidamente, los manantiales existentes aguas abajo y disponer de este recurso durante los meses de agosto, setiembre y octubre (época de estiaje), justo al comenzar la siembra. De ese modo, las familias campesinas disponen de mayor cantidad de agua de la que tendrían por infiltración natural. La cosecha del agua de los puquios o manantiales es de carácter familiar o grupal, a diferencia de la organización y reparto que es particular pero equitativa, ya que responde a consensos, teniendo en cuenta el nivel de participación o involucramiento en todo el proceso.

b.- Objetivo de uso

El objetivo principal de las *amunas* es “aumentar y alargar el caudal de los manantiales que abastecen a los pequeños sistemas de riego y a los asentamientos urbanos y rurales de las comunidades. Con los ‘aumentos’ se prolongan los turnos de riego que les corresponden a los comuneros que han participado del mantenimiento y reactivación (...) a la par que obtienen y ratifican el derecho del acceso al agua” (Apaza *et al.*, 2006, p.15).

Además de abastecer de agua de riego a la agricultura en áreas de secano, una porción del agua de los manantiales almacenada en los reservorios se destina a la crianza de animales, al consumo doméstico y a otros servicios en los centros poblados.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

Las principales experiencias se ubican en el departa-

mento de Lima, en Perú: comunidad de San Andrés de Tupicocha, provincia de Huarochirí, en los distritos de Santiago de Tuna y San Andrés de Tupicocha de la cuenca alta del río Lurín. Así también en la comunidad de la Merced de Chaute, distrito de San Bartolomé, en la cuenca del río Rímac. Por otro lado, en la provincia de Huaura, en la cuenca del río Huaura, los agricultores frutícolas del distrito de Paccho utilizan *amunas* que fueron recuperadas gracias a un proyecto de cooperación técnica.

Destacan las *amunas* de San Andrés de Tupicocha, porque en ellas se han mantenido y transformado todas las costumbres de la organización, jerarquías, ritualidad y reverencias sincréticas relacionadas con las *amunas* desde sus orígenes, y que se profesan año tras año.

Algunas de las instituciones que han estudiado y promovido esta tecnología son: la ONG Asociación Civil para la Gestión del Agua en Cuencas (Agua-C) (ex Programa GSAAC), el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), el Fondo de las Américas y Aquafondo. También los gobiernos locales de la cuenca alta del río Lurín, como por ejemplo las municipalidades de San Andrés de Tupicocha y Santiago de Tuna, donde existen los comités conservacionistas de las *amunas*, las juntas de regantes y las mismas comunidades campesinas.

Por su parte, la mancomunidad de la cuenca alta del río Lurín (Tuna, Tupicocha, San Damián, Lahuaytambo y Langa) reconoce a las *amunas* entre sus alternativas de gestión del agua para el desarrollo integral. Por último, en el caso de Huaura, cabe mencionar el trabajo de la ONG Tierra y Mar.

d.- Costos y beneficios

Es una tecnología económica por cuanto se realiza con mano de obra comunal y de forma masiva y organizada. Además, los materiales necesarios se encuentran en la zona. Los mayores costos provienen de las faenas colectivas para el mantenimiento que debe hacerse por lo menos anualmente, en los que deben valorarse los jornales, alimentos, desgaste de herramientas, entre otros necesarios para la ritualidad y festividad de la ceremonia, de acuerdo con las costumbres locales.

Los beneficios son:

- El mantenimiento de una densa vegetación en las zonas aledañas a los canales de infiltración y en



Fiesta de la *amuna* de Chullaca, San Andrés de Tupicocha, Huarochirí. Foto: [Pariacaca](#)

las laderas por la gran humedad superficial que se logra.

- La reducción de la erosión en las laderas, presencia de humedad en el medio, microclimas, y conservación de la biodiversidad, según los pisos altitudinales.
- La cohesión social y refuerzo del sentido de pertenencia y de los lazos de identidad cultural.

e.- Sostenibilidad

En el caso de las *amunas* de Huarochirí se resalta la importancia de la organización social y los aspectos culturales de la tradición y la religiosidad. Los campesinos organizan la fiesta del agua, en la que renuevan su compromiso con la madre tierra y con el agua. La convocatoria la realiza por “decreto” el presidente de la Comisión de Regantes.

La población acude, realiza la obra en faenas, practica la reverencia sincrética y “cumple” con la comunidad, con las autoridades y con sus creencias, para fortalecer los lazos de identidad y pertenencia pues esperan aprovechar el agua que juntos “han sembrado” durante los siguientes meses.

Esta tecnología social es practicada desde épocas prehispánicas y se ha mantenido debido a la existencia de toda una organización dedicada a su aprovechamiento, con prácticas de ritualidad e identidad. En todo momento, a lo largo del tiempo, los pobladores sostienen que las *amunas* los proveen de agua.

Sobre la base de las antiguas *amunas* y su vigencia, muchas comunidades campesinas de las cuencas cercanas están evaluando replicar estas prácticas en sus territorios, lo cual implica invertir en la construcción de las acequias *amuneras* y armonizar lo ancestral con lo moderno en sus organizaciones de riego.

f.- Bibliografía

- Alencastre, A. (2009). *Las Amunas: recarga de acuíferos en los Andes. La gestión social del agua en Tupicocha, Huarochirí, Lima Provincias*. En Llosa, J., Pajares, E. y Toro, O. (Eds.), *Cambio climático, crisis del agua y adaptación en las montañas andinas: Reflexión, denuncia y propuesta desde los Andes* (pp. 307-335). Lima: Desco y la

Red Ambiental Peruana. [Disponible en línea](#).

- Apaza, D., Arroyo, R. y Alencastre, A. (2006). *Las Amunas de Huarochirí: Recarga de Acuíferos en los Andes. Gestión Social del Agua y Ambiente en Cuencas (GSAAC)*. Lima: Embajada Real de los Países Bajos, IICA-Perú. [Disponible en línea](#).
- Destinos Caral (23 de mayo del 2013). Las Amunas de Huarochirí [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).
- Estrada, P. (Pamela Estrada) (9 de julio del 2012). Manejo integral del Agua en la Cuenca Alta de Lurín. La experiencia de San Andrés de Tupicocha [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).
- Llosa, J. (s. f.). El Caso de la Amunas de Huarochirí. En *La Cosecha y la siembra del agua experiencias exitosas: Casos* (pp. 27-29). La Revista Agraria. [Disponible en línea](#).
- Llosa, J. (2014). *La “cosecha” y la “siembra” de agua: las amunas de Huarochirí*. En *Cambio Climático en el Perú* (pp. 63-65). Lima: Universidad San Ignacio de Loyola. [Disponible en línea](#).
- Llosa, J. (2008). *La disponibilidad de las Comunidades de Huarochirí y la socialización de los conocimientos adquiridos* (Informe Técnico). En *Elaboración e Implementación de un Programa Nacional de Adaptación al Cambio Climático, con énfasis en zonas seleccionadas de la Sierra Centro y Sur del país* (pp. 156-160). Lima: Concytec. [Disponible en línea](#).
- Salazar, B. (Marzo, 2012). Asegurando el agua de riego en la Sierra: Factores para una mejor gestión y disponibilidad de agua en la agricultura. La Revista Agraria, (138). Centro Peruano de Estudios Sociales (Cepes). [Disponible en línea](#).
- Tapia, G. (Gonzalo Tapia) (28 de noviembre del 2006). Amunas de San Andrés de Tupicocha [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).

g.- Contacto

Andrés Alencastre
 Coordinador Nacional
 Asociación Civil para la Gestión del Agua en Cuencas (Agua-C)
 Correo: arac50@yahoo.es
 Web: <http://www.agua-c.org/>

1.2 Recuperación de la técnica ancestral del “mamanteo” y monitoreo hidrológico en Huamantanga. Canta, Lima, Perú

a.- Descripción general

“Mamanteo” es un término relacionado con “amamantar”. La tecnología consiste en conducir el agua captada de las quebradas en épocas de lluvia, hacia puntos de infiltración (siembra de agua) a través de canales, que permiten luego la recarga hídrica de manantiales en la parte baja (cosecha de agua), con la finalidad de que sean aprovechados por la población aledaña para el consumo humano y la producción agropecuaria.

En cuanto a los componentes físicos, el sistema comprende: i) las acequias o canales que conducen el agua hacia zonas de alta la infiltración; ii) las balsas o lagunas receptoras (300 m³ en promedio), ubicadas en zonas de alta pendiente, que permiten regular el suministro, almacenándolo y luego conduciéndolo a cursos de agua mayores y, por último, iii) los manantiales, que funcionan como una fuente natural de agua que brota de la tierra o entre las rocas, en forma permanente o temporal.

El monitoreo hidrológico implementado en la comunidad de Huamantanga, por iniciativa del Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorre-

gión Andina (Condesan), concluye que “incluso bajo un escenario no muy alentador, un solo canal del sistema de mamanteo infiltraría alrededor de 240 000 m³ durante una temporada de lluvias, en la que la quebrada fuente para esta práctica produjo 370 000 m³. Dimensionando este valor a todo el sistema de mamanteo se estima que durante una temporada de lluvias probablemente se tiene el potencial para infiltrar cerca de 1 millón de m³ de agua, captando un 80 % del recurso de las quebradas en la parte alta.” (Pérez et al., 2016, p. 72-90).

b.- Objetivo de uso

Esta tecnología se ha empleado para enfrentar la escasez de agua en épocas de estiaje, debido principalmente al sobrepastoreo en las partes altas que limita la infiltración natural de dicho recurso (la población de Huamantanga vive de la venta de quesos y la crianza de ganado), además de los efectos del cambio climático en la regularidad e intensidad de las lluvias.

La finalidad es captar las aguas en épocas de lluvia (de diciembre a febrero) y utilizarlas en épocas de estiaje (entre mayo a octubre). En este contexto, la cobertura

“Mamanteo” restaurado. Distrito Huamantanga, Perú. Foto: [Leah Bremer](#)



vegetal favorece la infiltración e influye positivamente sobre el comportamiento hidrológico de la cuenca y su regulación aguas abajo.

El agua que se obtiene de esta práctica se utiliza principalmente para el riego, hecho que permite aprovechar el potencial agrícola y revertir el crecimiento excesivo de la actividad ganadera, la cual trae consigo el sobrepastoreo y con ello la disminución de la disponibilidad de agua en los manantes que se recargan por infiltración.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

La experiencia de aplicación de esta tecnología se ubica en la provincia de Canta, en la cuenca alta del río Chillón, en el distrito de Huamantanga, en la comunidad del mismo nombre, ubicada a 3300 m s. n. m. En esta zona se han desarrollado más de 30 sistemas de mamanteo, a 4000 m s. n. m., que permiten la recarga de manantiales 500 m más abajo.

La cuenca alta del río Chillón es una de las 3 cuencas que abastecen de agua a la ciudad de Lima. Específicamente, en la comunidad campesina de Huamantanga (palabra quecha que significa “Donde se posan los halcones”). Esta comunidad es ganadera y su sistema de producción es extensivo. El incremento no planificado del ganado familiar, y el consecuente sobrepastoreo, generó un proceso erosivo que redujo la capacidad de infiltración de los suelos y, por tanto, la disminución de las fuentes de agua.

La tecnología de mamanteo ha sido recuperada gracias a la decisión de las autoridades locales y al apoyo de ciertas ONG, motivadas por la urgencia de detener la degradación de los suelos, mediante la vinculación en forma integral del manejo del pasto con el manejo del agua. La recuperación de esta práctica ha combinado el trabajo colectivo con el trabajo individual y responsable de las familias, lo cual viene redundando en la paulatina recuperación de la producción lechera.

Las instituciones que promueven esta práctica son: la ONG Alternativa, que trabaja en la zona norte de Lima; Aquafondo; el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (Condesan) —que además ha incorporado el monitoreo ambiental—, y las autoridades locales de Huamantanga.

d.- Costos y beneficios

La restauración de la infraestructura del mamanteo ha sido destacada en el estudio *Assessing green interventions for the water supply of Lima* (Gammie & De Bievre, 2015), como una intervención verde particularmente rentable y potencialmente de alto impacto,

en comparación con proyectos de infraestructura gris. Al igual que otras tres alternativas analizadas, ronda aproximadamente los USD\$ 0.25/m³.

Los costos están constituidos por los jornales o mano de obra comunal, requeridos para la limpieza de las quebradas y el mantenimiento de los canales, que se hacen una vez al año, y por la mano de obra calificada para el mantenimiento de la infraestructura hidráulica con la cual se cosecha el agua. Las faenas requieren, además de herramientas, preparación de chicha, coca, cigarros y licor de aportación local.

Los beneficios son:

- Recarga de manantiales aguas abajo. Se estima que estos han duplicado su caudal de estiaje.
- Reducción de la degradación de pasturas, que ha permitido el repoblamiento de especies.
- Fortalecimiento de la organización local. Las autoridades comunales y municipales coordinan sus trabajos.
- Revaloración de la identidad cultural en la zona. Huamantanga presenta con orgullo esta tecnología al mundo.

Esta experiencia ha permitido, además, activar antiguos sistemas de organización local, los cuales consisten en el trabajo coordinado por las autoridades locales y el reparto de las tareas en aillus (comunidad familiar extensa que trabaja en forma colectiva en un territorio de propiedad común) o cofradías. De otro lado, se ha considerado establecer un mecanismo de retribución por servicios ecosistémicos, para que los usuarios del cono norte de la ciudad de Lima (donde viven cerca de 2.5 millones de personas) paguen a los “sembradores” de agua de Huamantanga.

e.- Sostenibilidad

La práctica del mamanteo ha sido recuperada gracias al apoyo de diversas entidades. La comunidad ha instituido faenas anuales de limpieza, combinadas con los rituales y la fiesta local, que confieren a Huamantanga un sello de identidad, convencida de que el uso de esta tecnología permite la recuperación del sistema hídrico.

Las comunidades vecinas que han observado el éxito de estos sistemas se encuentran averiguando sobre la existencia de vestigios de este tipo de prácticas en sus territorios, y un grupo de instituciones que promueven la gestión de la cuenca del río Chillón (en cuya parte alta está Huamantanga) ven la propuesta como una alternativa para asegurar más agua a la cuenca.

El monitoreo hidrológico promovido por la red de la Iniciativa Regional de Monitoreo Hidrológico de Eco-



“Mamanteo” restaurado. Foto: [ANDINA/Daniel Bracamonte](#)

sistemas Andinos (IMHEA), liderada en la zona por el Condesan, sigue hallando evidencias de la efectividad en la recarga hídrica de estos sistemas. A la fecha, se ha comprobado la conexión entre la infiltración desde el canal de mamanteo y la recarga de manantiales. Los profesionales, muchos de ellos jóvenes, vienen validando esta metodología que podría ser aplicada en otros sistemas similares.

f.- Bibliografía

- América TV. (30 de abril del 2015). *El mamanteo: el sistema pre inca que permite “sembrar y cosechar” agua de lluvia*. APP América Noticias. [Disponible en línea](#).
- Gil, J., Antiporta, J. y Bardales, J. D. (setiembre - octubre del 2016). *Sistema de “mamanteo” en la comunidad campesina de Huamantanga para adaptarse al cambio climático mejorando la regulación hídrica del ecosistema*. Foro electrónico Sobre Crianza del agua: Experiencias en la Región Andina. Condesan. Lima. [Disponible en línea](#).
- IDMA 1984. (2 de noviembre del 2011). *Siembra de Agua - Abancay*. VOB [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).
- InfoAndina. (26 de septiembre del 2013). *El mamanteo o “siembra de agua”: una tecnología ancestral recuperada*. Lima: Condesan. [Disponible en línea](#).

- Infoandina. (17 de abril del 2015). *El “mamanteo”, técnica ancestral para la gestión del agua: Agua para Huamantanga y Lima* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).
- Pérez, P., Gil, J., Angulo, O., Bardales, J. D., Antiporta, J. (2016). *Experiencia: Siembra y cosecha de agua a través del sistema de mamanteo y la conservación de pastos en la comunidad de Huamantanga - Cuenca del Chillón*. En Informes de sistematización de quince experiencias de siembra y cosecha de agua (pp. 72 - 90). Perú: Minagri. [Disponible en línea](#).
- Por Mountain Forum. (Productor). (30 de abril del 2015). *Dos miradas sobre el “mamanteo” en Huamantanga* [Audio en podcast]. [Disponible en línea](#).
- Superintendencia Nacional de Saneamiento. (11 de junio del 2015). *Comunidad Campesina de Huamantanga Usa Técnica Ancestral para Siembra y Cosecha del Agua*. Nota de Prensa 188-2015, Superintendencia Nacional de Saneamiento. [Disponible en línea](#).

g.- Contacto

Luis Acosta
Investigador
IMHEA Condesan
Correo: luis.acosta.sullcahuaman@gmail.com
Web: <http://www.condesan.org/portal/>

1.3 La Champería, fiesta del agua en San Pedro de Casta. Huarochirí, Perú

a.- Descripción general

La Champería es una fiesta del agua que se realiza durante la limpieza de los canales y reservorios antiguos (sistemas hidráulicos preíncas) con los que cuenta la comunidad de San Pedro de Casta, en la provincia de Huarochirí. La fiesta se realiza la primera semana de octubre, poco antes de las primeras lluvias, y es un ritual en homenaje al agua.

Los sistemas hidráulicos que se limpian y mantienen con la Champería están compuestos por una infraestructura ancestral de captación, almacenamiento (reservorio) y conducción del agua mediante un canal en tierra. Existe una organización cultural orientada a mantener el canal mediante jornadas de trabajo llevadas a cabo como si fueran fiestas en honor al agua (considerada una divinidad), y con una estructura social dividida en parcialidades o *aillus* que garantizan la participación de sus miembros.

También están las “paradas” (otro tipo de *aillu*), que es la forma en que se dividen los barrios del pueblo de San Pedro de Casta. Cada uno de estos barrios cuenta con reservorios para sus tierras, que son limpiados durante la Champería. La máxima autoridad del agua es el “hombre de vara” o *varayoc*, el cual es un cargo específico, que rota cada año y que es otorgado a una persona notable del pueblo (solo varones).

Los encargados de organizar la fiesta son los mayordomos o funcionarios, que un año antes se comprometieron a solventarla con sus recursos. La fiesta de la Champería promueve la competencia por paradas, donde el funcionario de cada parada elige a sus integrantes para las competencias y juegos que se organizan durante la fiesta. Una noche antes, se realiza la limpieza espiritual de los mayordomos y la toma principal de la acequia. Al día siguiente, temprano, la población se agrupa por paradas en la plaza central y sube a la acequia. Durante los siguientes dos días, los grupos de varones y mujeres realizan la limpieza bajo la dirección de los funcionarios y los *varayoc*. La limpieza se realiza al compás de la hualina (música tradicional de la Champería). Mientras se limpia, por diferentes tramos se rinden honores y se hacen presentes al agua. Los días siguientes (tercero y cuarto), continúan la fiesta con las competencias y se elige a los funcionarios y el *varayoc* del año entrante.

El comienzo de la competencia requiere la autorización de las deidades del agua, momento en que el funcionario recibe la autorización para dar inicio a las carreras de caballos. Se llega hasta la toma principal del canal madre, en la quebrada de Karwayuma, y se abre la toma para que el agua alimente los canales y reservorios. Los

funcionarios y autoridades del pueblo, a caballo y junto a la población, bajan con la rapidez del agua, acompañando estruendosamente esta bajada. Los encargados de abrir las bocatomas se llaman *michicos* (una suerte de asistentes de los *varayoc*).

La fiesta de la Champería representa el sincretismo entre las expresiones ancestrales andinas y los rituales religiosos occidentales. El cuarto día de la fiesta se hace la limpia de la cruz, entre cantos y chicha de jora (licor macerado de maíz). Ese día, los funcionarios verifican los reservorios y luego autorizan sus llenados. En Pampacocha, donde está ubicado el reservorio más grande, se hace la última faena de limpieza de todas las paradas, como si se tratara de un concurso.

Terminada la limpieza, todos comparten una merienda, llamada *caranacuy*, como expresión de reciprocidad. Luego, se inicia el retorno al pueblo respetando la jerarquía: primero los funcionarios y las paradas por orden de antigüedad. Así, llega el fin de la fiesta del agua, en la que los funcionarios nuevos reciben el encargo para el siguiente año. Estas no son las únicas faenas del pueblo, pues hay faenas regulares de limpieza que se hacen hasta 4 veces al año. Sin embargo, el 50 % de estas faenas son para el mantenimiento hidráulico.

b.- Objetivo de uso

El objetivo práctico es asegurar el funcionamiento de los sistemas hidráulicos para el riego y la producción. No obstante, existe también el elemento espiritual de respeto al agua, que les otorga vigencia como comunidad y afianza su identidad.

Contar con el agua para el riego mediante sistemas hidráulicos ancestrales permite la producción de cultivos como la papa, el olluco, la oca, el maíz y las habas, especialmente cuando la variabilidad del clima es mayor, lo que ocasiona la presencia de “veranillos” (las lluvias se retiran muy temprano, de modo que el agua de los reservorios sirve de suplemento para el riego).

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

La experiencia se desarrolla en San Pedro de Casta, en el distrito de la provincia de Huarochirí, ubicado en la margen izquierda de la cuenca alta del valle de Santa Eulalia. El pueblo se encuentra a una altitud de 3185 m s. n. m, a 80 km de la ciudad de Lima. La práctica, sin embargo, no se desarrolla en un solo piso altitudinal, ya que la limpieza de los canales comienza en la parte alta, en la toma, a unos 4000 m s. n. m., aproximadamente,



Limpieza de canales y reservorios durante la Champería. Foto: GWP Sudamérica

y los reservorios donde el agua se almacena para repartirse a las parcelas están en las partes bajas del pueblo, a 2500 m s. n. m.

Entidades como las ONG Naturaleza Ciencia y Tecnología Local (NCTL) y Global Water Partnership Sudamérica, en el marco de su Programa Agua, Clima y Desarrollo, entre otros investigadores, han estudiado la fiesta del agua como una expresión de mantenimiento social y cultural de un recurso vital para la seguridad alimentaria del lugar.

d.- Costos y beneficios

Los costos para el mantenimiento de estos sistemas son asumidos, en mayor proporción, por los funcionarios o mayordomos (elegidos un año antes), quienes proveen alimentos, bebidas, música y adornos, entre otros, para la fiesta. Además, se deben considerar los costos por desgaste de herramientas que asume cada integrante de la respectiva parada, conformadas por palas, picos, barretas (barrenos) y carretillas, básicamente.

Los beneficios son:

- Cohesión social, noción de identidad y pertenencia a sus respectivas paradas, *aillus* y comunidades.

- Preservación de un sistema que permite dotar de agua a las parcelas mediante las faenas festivas. El pueblo, por efecto propio de la migración, tiene poca población y menos aún población joven, pero cada año la Champería convoca a los jóvenes, hijos del pueblo, quienes vienen de diversas zonas a realizar el trabajo comunal.
- Estos sistemas de canales y reservorios semirvestidos tienen, asimismo, la propiedad de permitir la infiltración de agua, lo que posibilita el resurgimiento de fuentes de agua debajo de la microcuenca.

e.- Sostenibilidad

La preservación y desarrollo de esta tecnología incorpora elementos religiosos al esfuerzo colectivo de aprovisionarse de agua, además de propiciar el reencuentro por congregarse en la fiesta a los hijos del pueblo provenientes de todas partes del mundo. El éxito de su perdurabilidad va en relación con la combinación sinérgica de trabajo, la competencia, la fiesta social y la religiosidad.

La Champería es una fiesta dedicada exclusivamente al agua y es la más grande de San Pedro de Casta. La re-

ligiosidad, el trabajo organizado, la vigencia de autoridades ancestrales, la organización social, el uso actual de los sistemas hidráulicos y la organización anual de la fiesta han sido mantenidas a lo largo del tiempo.

Resalta la importancia de la cohesión de los elementos técnicos, culturales, sociales, económicos y ambientales. Todo ello en una expresión de reencuentro con la identidad y las costumbres locales. Mientras la fiesta del agua se siga realizando, la existencia y cuidado del sistema de riego queda garantizada, incluso a pesar de la poca población de la zona, ya que por la fiesta retornan anualmente los migrantes de San Pedro de Casta, sin necesidad de convocatoria.

En la actualidad, el lugar se está consolidando como una zona de gran afluencia turística, razón por la que los operadores incluyen como parte de su oferta de servicios la visita a la Fiesta del Agua.

f.- Bibliografía

- Fernández, P. (2003). *Las Hualinas de San Pedro de Casta: Construcción de identidades locales a través de canciones tradicionales*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. [Disponible en línea](#).
- Gelles, P. H. (1984). Agua, faenas y organización comunal en los Andes: el caso de San Pedro de Casta. *Anthropologica*, (2), 305-334. [Disponible en línea](#).
- Global Water Partnership Sudamérica. (3 de noviembre del 2016). *CHAMPERÍA - Fiesta del agua, integración y acción* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).
- Rengifo de la Cruz, E. (2008). *Letra sagrada/poesía festiva: relaciones intertextuales en la tradición oral de San Pedro de Casta*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. [Disponible en línea](#).
- Pontificia Universidad Católica del Perú (Productor) y Retamozo Ráez, M. (Director). (2009). *La Fiesta del Agua [Documental]*. Perú. Instituto de Etnomusicología. [Disponible en línea](#).

g.- Contacto

Sonja Bleeker
 Coordinadora de Proyecto
 The Nature Conservancy (TNC)
 Correo: sonjableeker@gmail.com
 Web: <http://www.nature.org/ourinitiatives/regions/southamerica/peru/>

Gonzalo Ríos
 Proyecto Agua Clima y Desarrollo
 GWP Sudamérica
 Correo: ggrm44@gmail.com
 Web: <http://www.gwp.org/es/GWP-Sud-America/>

1.4 Represas prehispánicas de la cuenca del Nepeña. Infraestructuras precolombinas de almacenamiento e infiltración de agua. Ancash, Perú

a.- Descripción general

En la parte alta de la cuenca del río Nepeña, en la Cordillera Negra, en el departamento de Ancash, existen aproximadamente 40 reservorios, represados con piedra y arcilla, que fueron construidos por los antiguos peruanos (preíncas) con la finalidad de almacenar agua para regular las quebradas y, a la vez, permitir la infiltración para recargar los acuíferos y así disponer de agua en los manantiales y humedales.

De acuerdo con Llosa (2008, p.21), actualmente solo 13 de las 40 represas han recibido mantenimiento gracias al apoyo de algunos proyectos de cooperación. En general, las represas se construyeron en un vaso o cuenca colectora, con hondonada natural y salida o garganta represada con piedras, arcilla y barro, para crear lagunas artificiales. Asimismo, algunas represas antiguas fueron mejoradas con sedimentadores o desarenadores, válvulas de salida reguladas y purgas. En otros casos, los diques fueron reconstruidos con concreto armado o ciclópeo.

Lo sorprendente de esta tecnología, además del manejo del territorio en cuanto a la captación y almacenamiento de agua en la parte alta y la cosecha de agua en la parte baja, es la durabilidad que han tenido los diques y presas.

b.- Objetivo de uso

Las represas de Nepeña fueron implementadas en la cabecera de las cuencas como una respuesta ante la irregularidad del régimen de descarga de los ríos, que dependen de las precipitaciones pluviales. En tan solo 4 meses (diciembre a marzo) se descarga el 78 % del volumen total anual. De ahí viene la importancia de recargar los acuíferos en la parte alta y, más aún, de construir pozas para almacenar aguas de avenida y propiciar su infiltración.

En ese sentido, estos represamientos o lagunas artificiales cumplen la función de almacenar agua de lluvias en las épocas de mayor abundancia, para

Muro construido con barro y piedra. Represa de Collpa, cuenca del río Nepeña. Foto: hidraulicainca.com



luego distribuirla lentamente a lo largo de los restantes meses de estiaje, mediante una red de canales subterráneos naturales que posteriormente hacen aflorar el agua en toda la cuenca alta y media, mediante un conjunto amplio de manantiales o puquiales, cuidadosamente mantenidos". (Aragón, 1997, citado por Llosa, 2008, p. 9).

Este es el principal objetivo que persiguen los pobladores, así como los gobiernos locales interesados en recuperar estas represas, dada la mayor irregularidad de las precipitaciones y la consecuente reducción de caudales en los manantiales de la parte baja de la zona. Además, algunas de las lagunas son utilizadas también para la cosecha de agua, que luego es destinada al riego de cultivos de altura como la papa, la cebada, los pastos y las pasturas naturales.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

Las experiencias de recuperación de esta tecnología se ubican en los distritos de Nepeña, Moro, Cáceres del Perú, Pamparomás y Samanco, en la Cordillera Negra, en las provincias del Santa y Huaylas, en el departamento de Ancash. La cuenca del río Nepeña está ubicada al norte de Lima, a la altura del kilómetro 405 de la carretera Panamericana Norte.

Las represas han sido construidas en un amplio sistema de pisos altoandinos donde las precipitaciones son abundantes pero concentradas en pocos

meses al año. Se presume que los antiguos pobladores, a lo largo de años de ensayos de prueba-error, encontraron lugares propicios para aprovechar hondonadas del terreno que también son zonas de infiltración y almacenamiento de agua.

El ex Fondo Contravalor Perú - Canadá contribuyó con la recuperación de la represa de Paccarinacocha, en el año 1997. En ese entonces, los poblados más cercanos, ubicados a 3850 m s. n. m. (Ocshapampa, Antarcá y Nununga), carecían de agua en sus manantiales. Tras la recuperación de la represa en el año 1998, el caudal de los manantiales se incrementó a partir del mes de junio, y llegó a su máximo nivel en agosto, de manera que pudo dotar de agua para el consumo humano y el riego. Este fenómeno muestra que el represamiento o reserva de agua en la parte alta está directamente ligado al abastecimiento de la parte baja, pese a no existir un canal abierto de conexión entre ellas (Llosa, 2008, p. 22).

d.- Costos y beneficios

Los costos deben considerar la rehabilitación de aquellas represas que podrían reutilizarse en la actualidad. Asimismo, el trabajo de mantenimiento requiere de un esfuerzo de organización de las comunidades y el compromiso de las autoridades. El Fondo Contravalor Perú - Canadá apoyó con un monto de S/17 458 (USD\$ 6191) para la recuperación de la Represa Paccarinacocha, que tiene una capacidad de alma-

cenamiento de 120 000 de m³ de agua. Sin embargo, hay represas más grandes por recuperar, como la de Huirí, en el distrito de Jimbe, con una capacidad de 1 350 000 m³.

Los materiales sugeridos para la recuperación y puesta en valor de las represas son el empleo de albañilería de piedra y concreto simple, revestido con una geomembrana HDP (que tiene componentes UV, para resistir los rayos del sol a las que estarán expuestas) y, según la composición de la base de los diques, podrán estar protegidas con geomallas texturizadas (Llosa, 2014, p. 65).

Los beneficios son:

- El incremento de los caudales de los manantiales aguas abajo.
- Las represas recuperadas permiten disponer de un mayor recurso hídrico para el consumo humano y agrario.
- En el ámbito de las represas recuperadas, se aprecia una renovada valoración del recurso hídrico y del sistema territorial, el cual fortalece las capacidades y la cultura de manejo de la microcuenca para hacer frente, incluso, a los impactos del cambio climático.

e.- Sostenibilidad

La sostenibilidad de esta tecnología depende de que se consoliden procesos de recuperación y mejora, pasando por el mantenimiento, limpieza y descolmatación del vaso de las represas o lagunas y la rehabilitación del material fino o impermeabilizante que forma la estructura del dique. Dicha recuperación requiere de un manejo cuidadoso, con la participación multidisciplinaria de profesionales y del poblador andino.

A la fecha, aun cuando las represas están vigentes como sistemas hidráulicos y tienen un gran valor como legado de culturas ancestrales, no existe un programa especial del gobierno que trabaje en su recuperación con las comunidades. Un valioso incentivo para ello es continuar generando evidencias sobre la conexión entre la captación y el almacenamiento de agua a través de los vasos formados por estas represas y la recarga de agua de los manantiales.

f.- Bibliografía

- Ancajima Ojeda, R. (7 de junio del 2011). *Presas Altoandinas* [Archivo de video]. [Disponible en línea.](#)
- Hidraulicainca.com. (s. f.). Represas Pre Incas en Nepeña [Entrada del blog]. Hidráulica Inca: Inventario Geofotográfico de la Hidráulica Inca (blog). [Disponible en línea.](#)

- Llosa, J. (s. f.) Las represas en la Cordillera Negra. La Cosecha y la Siembra del Agua, Experiencias exitosas: Casos (pp. 29-31). *La Revista Agraria*. [Disponible en línea.](#)
- Llosa, J. (2008). La Cosecha de Agua en la Cuenca del Nepeña (Informe Técnico). *En Elaboración e Implementación de un Programa Nacional de Adaptación al Cambio Climático, con énfasis en zonas seleccionadas de la Sierra Centro y Sur del país*. Lima: Concytec. [Disponible en línea.](#)
- Llosa, J. (2014). El caso de las represas prehispánicas ubicadas en la Cordillera Negra. En *Cambio Climático en el Perú* (pp. 65-67). Lima: Universidad San Ignacio de Loyola. [Disponible en línea.](#)

g.- Contacto

Jaime Llosa
Consultor en Recursos Naturales y Cambio Climático
Correo: jaime.llosal@gmail.com

Otra vista de la represa de Collpa. Foto: hidraulicainca.com



1.5. Cosecha de agua en puna seca. Reservorios medianos en Arequipa, Perú



La represa de Chiuchilla, Tisco, Caylloma, Arequipa. Foto: René Vilcahuamán

a.- Descripción general

La tecnología consiste en generar una laguna de almacenamiento de agua en una depresión natural, con el fin de no incurrir en costos de movimiento de tierras que la hagan insostenible para las familias. Se construye a partir de un dique con tierra compactada y la instalación de un ducto de salida en la parte inferior, por lo general un tubo de PVC de 4" de diámetro. El dique se ubica en la parte más angosta de la garganta, construida con una cimentación de 50 cm de profundidad y un ancho de 4 m en la cresta, igual al ancho de la cimentación. El talud interno es inclinado, con una pendiente de 2:1 y cubierto con piedras para evitar la erosión de la tierra.

No se impermeabiliza el vaso colector, para posibilitar la infiltración, y tampoco los canales de distribución, para permitir la infiltración y recarga de los acuíferos. La represa más grande es de 90 000 m³ (represa de Chiuchilla, distrito de Tisco) y la más pequeña oscila entre los 20 000 y 30 000 m³.

Esta tecnología no está referida solo al manejo del agua mediante la construcción de diques, sino a todo

un sistema organizativo del manejo de praderas que consiste en la protección de pastos, conformación y fortalecimiento de la organización de usuarios del agua (muy ligado a la comunidad) y a la capacitación de los técnicos que manejan el reparto y que dirigen el mantenimiento del sistema. De manera complementaria, en muchas zonas se han realizado técnicas de conservación de suelos, como por ejemplo las zanjas de infiltración.

b.- Objetivo de uso

La cosecha de agua en puna seca, mediante reservorios en tierra, tiene el objetivo de revertir la pérdida de producción y mortalidad de la ganadería altoandina, y la consecuente disminución de los niveles de ingreso de los productores, ocasionada por las condiciones de clima semiseco y frígido, así como la presencia recurrente de fenómenos meteorológicos adversos. El agua cosechada de las lluvias es llevada a las praderas altoandinas a través de canales a tierra desnuda, para irrigar pastos destinados a la alimentación animal, sobre todo de camélidos sudamericanos domesticados (alpacas y llamas).

Esta tecnología permite incrementar el aprovisionamiento del agua en épocas secas, brindar agua para la reserva de pastos, contar con una fuente de agua para el ganado y generar un microclima que facilite contrarrestar las fuertes heladas de la zona.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

La experiencia comenzó en el distrito de Tisco, en la provincia de Caylloma, a 4500 m s. n. m, donde las precipitaciones apenas llegan a los 600 mm anuales y se concentran en los meses de verano, razón por la que escasean los pastos de mayo a diciembre.

La provincia de Caylloma se ubica en la parte nororiental de Arequipa, en el sur del Perú. Posee tres zonas geográficas: (i) la zona alta de puna y jalca, donde se crían camélidos sudamericanos; (ii) la zona intermedia, donde se siembran granos, tubérculos y hortalizas y se crían vacunos y ovinos; y (iii) la zona baja y la Pampa de Majes, donde se crían vacunos y se siembran frutales y hortalizas.

Los comuneros del distrito de Tisco (zona alta) intentaron represar sin éxito el agua que se escurría por las superficies en las épocas de lluvia, por lo que solicitaron la asesoría técnica de la Asociación Civil Desco. Esta institución inauguró la primera represa en 1996 (Chiuchilla, de 900 000 m³ de capacidad) y se extendió a la Reserva Nacional Salinas y Aguada Blanca, en el departamento de Arequipa, y a la provincia de Lampa, en el departamento de Puno, al sur del Perú.

d.- Costos y beneficios

Los costos son bajos, aunque en realidad dependen de la disponibilidad de la mano de obra y de una buena dirección técnica en ingeniería para la construcción del dique. Para cubrir los costos de mantenimiento, en Tisco se ha proyectado una tarifa anual por hectárea de S/25 (USD\$7.5, aproximadamente), el cual es de cumplimiento obligatorio.

Los beneficios son:

- Las microrrepresas permiten, a través de una lenta infiltración de agua, una recarga permanente de los acuíferos que mantienen los bofedales (humedal de altura) en las partes bajas.
- Se ha ampliado el riego superficial. El agua de los reservorios podría reponer el agua, que aún se capta de los deshielos de los glaciares, para irrigar una superficie de aproximadamente 9612 ha. Esta escala es baja, pero podría ampliarse.
- Se ha fortalecido la organización social en torno al manejo del agua. Esta debe ser compatible con la organización comunal.
- Se ha valorado la cosecha de agua realizada

por los antiguos pobladores que dominaban las prácticas de manejo de *qochas* (lagunas) y ahora muchas familias promueven y capacitan en esta tecnología, que se complementa con bocatomas, canales y otras infraestructuras de manejo de praderas.

- A partir de esta experiencia, se ha masificado la propuesta en Arequipa, Puno y Cusco: 162 embalses, más de 11 000 000 de m³ de agua almacenados, 1019 km de canales construidos, riego de 3933 ha de pastos naturales, 7261 ha de bofedales manejados, 1546 familias beneficiarias y 14 organizaciones de regantes constituidas.

e.- Sostenibilidad

La mayoría de reservorios es manejada adecuadamente por las organizaciones de usuarios. Asimismo, la tecnología se ha extendido a otras zonas. La réplica es amplia, puesto que aprovechar hondonadas naturales para almacenar agua disminuye los costos. Desco ha promovido la construcción de 132 microrrepresas, tanto en Caylloma como en Aguada Blanca y Puno. En todas las microrrepresas se almacenan 9 000 000 de m³ de agua por año, con la que se han mejorado 3510 ha de pastos naturales y 923 ha de pastos cultivados.

Desco, a través de su Programa Regional Sur, ha formulado, editado y difundido un manual para la construcción de estos reservorios rústicos, con el propósito de generar efectos demostrativos.

f.- Bibliografía

- Llosa, J. (s. f.) La cosecha de agua de lluvia, una práctica tradicional. En *La cosecha y la siembra del agua experiencias exitosas: Casos* (pp. 32-45). La Revista Agraria. [Disponible en línea.](#)
- Llosa, J. (2014). El caso de los reservorios rústicos construidos para irrigar praderas naturales en puna seca. En *Cambio Climático en el Perú* (pp. 68-70). Lima: Universidad San Ignacio de Loyola. [Disponible en línea.](#)
- Llosa, J. (2008). La Cosecha de Agua en la Puna Seca (Informe Técnico). En *Elaboración e Implementación de un Programa Nacional de Adaptación al Cambio Climático, con énfasis en zonas seleccionadas de la Sierra Centro y Sur del país* (pp. 65-154). Lima: Concytec. [Disponible en línea.](#)
- Machaca, J., Camiloaga, F., Mejía, A., Ortega, et al. (2009). La Cosecha de Agua: una experiencia de adaptación al cambio climático en la macroregión sur. En J. Llosa, E. Pajares, y O. Toro (eds.), *Cambio climático, crisis del agua y adaptación en las montañas andinas: Reflexión, denuncia y propuesta*



Otra vista de la represa de Chiuchilla. Foto: DESCO

desde los Andes (pp. 207-253). Lima: Desco, Red Ambiental Peruana. [Disponible en línea](#).

- Mejía, A. (2016). Cosecha del agua para la mejora de pastos naturales en la microcuenca Chiuchilla. En *Informes de sistematización de quince experiencias de siembra y cosecha de agua* (pp. 108-132). Lima: Ministerio de Agricultura y Riego. [Disponible en línea](#)
- Mejía, A. (s. f.). *La cosecha del agua en condiciones de puna seca: límites, resultados e impactos*. Lima: Descosur. [Disponible en línea](#).
- Pinto, P. (2011). Agua, La Cosecha del Futuro. *Revista Quehacer*, (182). [Disponible en línea](#).

g.- Contacto

Aquilino Mejía
 Coordinador del Proyecto Incremento de la competitividad en el Corredor Alpaquero Caylloma - Castilla Alta
 Asociación Civil Desco
 Correo: amejia@descosur.org.pe
 Web: www.desco.org.pe

1.6. Crianza de agua. Captación y almacenamiento de agua en puna seca. Ayacucho, Perú



Criadores de agua. Comuneros del distrito de Chuschi, Ayacucho, Perú. Foto: ABA

a.- Descripción general

La crianza de agua es un sistema de manejo del territorio en diversos pisos: en la parte alta (puna seca) se capta el agua de lluvia, se almacena superficialmente y a la vez se infiltra, en tanto que en la parte baja (500 a 1000 m más abajo) se protegen los manantiales mediante diversas prácticas de cuidado de las fuentes captación y conducción del agua. Esta tecnología, que integra aspectos técnicos, sociales, económicos, culturales y ambientales, ha sido recuperada y convertida en actividad comunal en beneficio de pequeños agricultores de comunidades del distrito de Chuschi, en Ayacucho, Perú.

La infraestructura principal del modelo tipo consiste en reservorios destinados a captar y almacenar el agua de lluvia e infiltrarla, debido a que el vaso no se compacta. El dique es construido con piedra, arcilla y tierra. Después de “sembrar” el agua, esta es recibida aguas abajo, en los manantiales. El proceso combina 4 prácticas que tienen denominación quechua:

1. *Qucha ruway*: almacenamiento de agua de lluvia en vasos naturales u hoyadas. Es la captación y almacenamiento del agua de lluvia en épocas de precipitación (de diciembre a marzo) a partir de uno o más diques de piedra con núcleos de arcilla

impermeables, construidos en vasos naturales. Las lagunas filtran los primeros años y luego la mayoría se estabiliza en muchas temporadas de lluvia, para luego ejercer de reservorio (balsa) de almacenamiento. El objetivo de infiltrar durante los primeros años es permitir la recarga de manantiales y bofedales. El manejo de praderas alrededor del reservorio busca recuperar la vegetación circundante con la finalidad de evitar el arrastre de sedimentos finos por la escorrentía al lecho de las lagunas.

2. El *Puquio waqaychay*: consiste en la protección y conservación de puquiales emergentes.
3. La siembra de plantas en ojos emergentes y bofedales: los nuevos puquios, que aparecen como efecto del almacenamiento del agua de lluvia, así como los existentes, son “criados” por plantas que a su vez “crían agua” y que se conocen como *yakupa maman* (plantas madres del agua) o *yaku qayaq* (plantas que llaman agua), como son la putaja (*Rumex peruvianus*) y otras plantas que tienen las cualidades de hacer brotar agua de donde no hay e incrementar el volumen del manante. A estas plantas, que además confieren energía a las lagunas y a los nuevos ojos de agua, se las protege del daño de los animales con *pukutus* o *pukullus* hechos de piedra (infraestructura de protección del manante).

4. *Lliwas*, formación de bofedales o humedales, y el *Puquio laqay*, mantenimiento festivo de los ojos de agua. Estas lagunas se estabilizan después de varias temporadas de lluvia debido al nivel de reposición del agua en la capa freática.

b.- Objetivo de uso

Impulsar la “crianza del agua” ha combinado la necesidad de atender los períodos de escasez en una zona semiárida de puna seca y la de rescatar el valor social y cultural del agua bajo la lógica del cuidado y la preservación, justo donde antes existieron prácticas ancestrales de manejo, propias del conocimiento y la cosmovisión andina, que ya se habían perdido. La recuperación de la vegetación circundante para evitar el arrastre de sedimentos finos por la escorrentía superficial hacia el lecho de las lagunas es otro de sus objetivos.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

Las principales experiencias se ubican en el departamento de Ayacucho, en las provincias de Cangallo, Huamanga y Víctor Fajardo, en los distritos de Chuschi, Totos, Vinchos y Sarhua.

El territorio es de puna semihúmeda o seca, con cortos períodos de precipitación (diciembre a marzo) seguidos de largos períodos de estiaje. La precipitación anual llega a 700 mm, de ahí la importancia de captar el agua de lluvia, derivarla y almacenarla en las hondonadas naturales. Esta topografía reduce considerablemente los costos, además de alterar, en gran medida, la estructura del suelo y el paisaje del territorio.

La ONG Asociación Bartolomé Aripaylla (ABA), fundada en Ayacucho por profesionales nacidos en la zona y que saben de la problemática y de la rica reserva sociocultural en el manejo del agua, es la promotora de esta tecnología. Sus gestores pertenecen al Núcleo de Afirmación Cultural Andina (NACA), una red de entidades promotoras del saber andino en el Perú. Sus trabajos han contado con el apoyo de la asociación Welthungerhilfe, la cooperación alemana y la fundación Terre des hommes. Gracias a ello, en el año 2014, ABA ganó el Premio Nacional Ambiental en la subcategoría Buenas Prácticas Frente al Cambio Climático.

d.- Costos y beneficios

De acuerdo con la experiencia de ABA, los mayores costos se refieren a la fuerza de trabajo aportada por los propios comuneros (horas hombre). Los módulos

de herramientas, los víveres para las faenas comunales y el asesoramiento fueron cubiertos en un inicio por la propia ONG, que ha estimado, de manera referencial, que “en los 4 últimos años se ha invertido un total S/ 226,655 en 27 nuevas lagunas [aproximadamente S/ 8395 por laguna]. El aporte propio en mano de obra fue en promedio 510 jornales por laguna, valorizado en S/ 20 400, lo cual suma un costo total promedio de S/ 28 795. La capacidad promedio de almacenamiento es de 11 589 m³ de agua por laguna” (Machaca, 2016, p. 19).

Los beneficios son:

- El fortalecimiento del sistema familiar campesino: la “crianza del agua” desarrolla valores sociales de colaboración y reciprocidad necesarios para cohesionar una zona que fue devastada por la violencia sociopolítica de los años 80 y principios de los 90, debido al enfrentamiento entre Sendero Luminoso (movimiento subversivo de ideología marxista leninista maoísta), las comunidades campesinas y el Estado peruano.
- El fortalecimiento de la organicidad en el marco del “buen vivir” entre las familias.
- El incremento de la oferta de agua en las microcuencas para fines agroproductivos.
- El incremento de la producción pecuaria (ganado lechero) y la producción agrícola (papa y granos andinos).
- Afianzamiento hídrico del sistema de irrigación “Río Cachi”, que atiende a 169 906 usuarios de agua potable en la ciudad de Huamanga y 9000 usuarios agrarios en la cuenca media y baja. Según los promotores de la tecnología, las lagunas construidas generan un aporte adicional estimado en 17 000 000 de m³ de agua por año.

e.- Sostenibilidad

La valoración cultural del agua y el entorno es el punto de partida que alimenta la recuperación, el desarrollo y la continuidad de esta tecnología. Esta valoración combina rituales sagrados y ofrendas en las faldas de las montañas con un compromiso serio de trabajo organizado y dirigido por las autoridades comunales. Según la cosmovisión local, el agua (*yakumama*), al igual que el suelo y otros componentes de la naturaleza, es considerada como una “persona” con vida (*kawsaqmi*).

Ya han transcurrido más de 12 años desde que estas experiencias comenzaron a gestarse, y a la fecha se siguen extendiendo. Esto ha permitido que actualmente existan más de 70 reservorios construidos, cada uno con un trabajo integrado en manejo de

pastos, protección de manantiales, manejo de riego y cultivos.

Sus gestores destacan que “por su bajo costo y gran impacto, la experiencia de crianza de agua resulta altamente replicable. El interés es creciente porque son prácticas sensibles y adecuadas a la realidad campesina. Es construida a base de materiales de la zona como arcillas, tierra negra, piedra, prismas, ichus, con saberes locales e innovaciones tecnológicas de bajo costo, que aprovecha la geografía y gradiente de alturas” (Machaca, 2016, p. 23).

Es clave también el factor humano, pues el saber campesino local en el manejo de agua, transferido entre generaciones, está ahí, presente, así como su valoración espiritual sobre el recurso. Por ello, una práctica que inicialmente pudo ser solo de cosecha de agua, se convirtió en “crianza de agua”.

f.- Bibliografía

- Ccallucunto, J. (8 de diciembre del 2012). *Siembra y cosecha de agua de lluvia (Crianza andina del agua)* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).
- Llosa, J. (s. f.) El caso de la construcción de represas en Puna Húmeda en Comunidades alto andinas de Ayacucho, con el apoyo de la Asociación Bartolomé Aripaylla. ABA - Ayacucho. En *La Cosecha y la siembra del agua experiencias exitosas: Casos* (pp. 46-47). Revista Agraria. [Disponible en línea](#).
- Llosa, J. (2014). El caso de los reservorios construidos para “cosechar” e infiltrar agua de lluvia en puna húmeda en las partes altas de Ayacucho. En *Cambio Climático en el Perú* (pp. 67-68). Lima: Universidad San Ignacio de Loyola. [Disponible en línea](#).
- Llosa, J. (2008). La cosecha de agua en Ayacucho. Las experiencias de la ONG Asociación Bartolomé Aripaylla (ABA) en la Comunidad de Tuco (Informe Técnico). En *Elaboración e Implementación de un Programa Nacional de Adaptación al Cambio Climático, con énfasis en zonas seleccionadas de la Sierra Centro y Sur del país* (pp. 165-167). Lima: Concytec. [Disponible en línea](#).
- Machaca, M. (2015). *La Crianza del Agua: Siembra y cosecha de agua de lluvia en cabecera de Cuenca Cachi en contexto de Cambio Climático*. [Presentación de Power Point]. [Disponible en línea](#).
- Machaca, M. (2016). Crianza del Agua y los Criadores de Quispillacta. En *Informes de sistematización de quince experiencias de siembra y cosecha de agua* (pp. 8-24). Lima: Ministerio de

Agricultura y Riego. [Disponible en línea](#).

- Ministerio del Ambiente. (11 de mayo del 2015). *Criadores de agua: La historia de una lucha contra las sequías* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).

g.- Contacto

Marcela Machaca
Directora Ejecutiva
Institución Asociación Bartolomé Aripaylla
Correo: aba_ayacucho@hotmail.com
Web: <http://www.abaayacucho.org.pe/>

1.7. Los atajados, tecnología para la cosecha de agua. Bolivia

a.- Descripción general

El término “atajados” proviene de la palabra “atajar” o “detener”. Los atajados son pequeños estanques excavados en tierra para almacenar agua de lluvia y de otras fuentes. Presentan bajos costos de construcción y son apropiados para zonas áridas con precipitaciones concentradas en pocos meses del año. Se aplica tecnología tradicional, que por su dimensión es adecuada para unidades familiares o multifamiliares. Debido a que se trata de una técnica de cosecha de agua, la impermeabilización del reservorio es fundamental.

El reservorio es un estanque excavado en la tierra, ya sea a mano o con uso de maquinaria, que posibilita almacenar agua. También se utiliza como abrevadero de ganado. Puede ser una alternativa frente a represas de gran tamaño por su bajo costo y fácil construcción. El vaso puede tener diferentes formas, siendo las más comunes las de tronco de pirámide invertida, las mismas que pueden almacenar volúmenes de 500 a 3000 m³. Las fuentes de agua pueden ser diversas, desde un canal de derivación, una quebrada, las cunetas de las carreteras, etc.

b.- Objetivo de uso

Los atajados responden a la necesidad de complementar la agricultura de secano con riego en lugares donde no se pueden aprovechar fuentes hídricas permanentes como manantiales y riachuelos, donde las lluvias se concentran en pocos meses del año y su intensidad se desperdicia por la rápida escorrentía superficial, donde suelen presentarse “veranillos” (períodos prolongados sin lluvia), y el volumen total de precipitación anual es fluctuante. Es bueno precisar que todas estas características se acentúan por los efectos del cambio climático.

La alternativa consiste en coleccionar el agua de la lluvia a través de esta tecnología, aprovechando fuentes como la escorrentía superficial, los ríos, las quebradas, las acequias, las cunetas o las vertientes, para su uso en el riego, la crianza de animales o para el consumo doméstico.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

Las experiencias de aplicación se ubican en las regiones áridas de los valles interandinos de Bolivia, donde prima la agricultura de secano orientada al autoconsumo. El maíz, el trigo y la papa destacan entre los cultivos más importantes. En dichas regiones “frecuentemente, los productores sufren la merma o pérdida de su cosecha causada por sequías o eventos climáticos extremos como lluvias torrenciales, heladas a destiempo y granizadas. Estas pérdidas ponen en peligro la seguridad alimentaria

de las familias campesinas, desmotivan a los productores a seguir con la actividad agrícola y ocasionan efectos de migración permanente hacia los centros poblados u otras regiones demandantes de mano de obra no calificada” (Goetter y Pich, 2009, p. 1).

Si bien los primeros atajados fueron construidos por iniciativa propia de los campesinos locales, hacia finales de los años setenta estos empezaron a ser tomados en cuenta por diferentes instituciones de apoyo que han promovido su construcción a mayor escala y con el uso de maquinaria pesada. Entre estas instituciones destacan la Corporación de Desarrollo de Chuquisaca (CoDeCha), el Programa Ejecutivo de Rehabilitación de Tierras de Tarija (PERTT), el Programa Alimentos por Trabajo (Caritas) y la cooperación alemana (GTZ), a través del proyecto Gestión de Riesgo y Seguridad Alimentaria en la Cuenca del Río San Pedro (PGRSAP), continuado por el Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable (Proagro). En los últimos años, se han sumado también entidades públicas como la Mancomunidad de Municipios de la Cuenca del Río Caine, en el departamento de Cochabamba.

d.- Costos y beneficios

Los costos son relativos, dependiendo del tamaño del atajado. Las pozas pueden ser de 1000 y hasta 5000 m³ de capacidad, lo cual responde a un diseño de tronco piramidal invertido, y pueden ser construidas manualmente o con apoyo de maquinaria. Por lo tanto, el costo de la inversión depende del uso de maquinaria, horas hombre, obras de captación y aducción (cuando se capta de quebrada y se conduce al atajado), así como obras de salida y, en ocasiones, de conducción.

Los beneficios de esta tecnología están en función de la zona donde se realiza la instalación. Los atajados pueden ser parte de un sistema agrícola de siembra semiintensivo o parte de un territorio con ganado extensivo.

- Permiten contar con agua en época de estiaje para uso doméstico, para el riego o como bebida para el ganado.
- Según el suelo, algunas veces facilitan la infiltración y recarga.
- Un atajado de 1300 m³ hace posible regar 13 000 m² dos veces, en los “veranillos”, durante la siembra anual (de noviembre a abril), o 2000 m², seis veces, en la siembra de invierno o *mishka* (de junio a octubre).
- Las familias que disponen de un atajado reducen el peligro de merma o pérdida completa de su cosecha y tienen la posibilidad de diversificar e in-



Atajados para cosecha de agua. Bolivia. Foto: GIZ

tensificar la producción agrícola.

- Existe la posibilidad de producir forraje para el ganado, reduciendo así la presión sobre los pastos naturales y aumentando la productividad.
- Favorece la creación de un microclima local más húmedo y más favorable para la vida silvestre.
- La administración de las pozas fortalece la organización social, sobre todo cuando estas son multifamiliares.

e.- Sostenibilidad

De acuerdo con Goetter y Pich (2009, p. 3-4), la demanda de atajados por parte de agricultores y alcaldías ha crecido fuertemente y existe mucho interés por parte de entidades públicas e instituciones de la cooperación internacional de satisfacer esta demanda.

Para evitar que un atajado caiga en desuso, el problema mayor consiste en su incapacidad de retener el agua recolectada; de ahí la importancia de los esfuerzos actuales que buscan garantizar su impermeabilidad, entre otros criterios técnicos descuidados en el pasado.

Finalmente, la vigencia y buen uso de los atajados depende también de que la agricultura tenga un peso primordial en la estrategia económica de las familias y que esta rinda sus frutos; sin embargo, en ámbitos como los Andes bolivianos, los niveles de pobreza obligan a complementar ingresos agrícolas limitados con la venta de la mano de obra familiar no calificada, pequeños negocios o la colonización de las zonas bajas.

f.- Bibliografía

- Bolivia: Gobierno Autónomo Municipal de Yacuiba. (17 de junio del 2016). *Limpieza de atajados, para cosecha de agua en época de lluvias* [Archivo de video]. [Disponible en línea.](#)
- Bolivia: Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable. (s. f.). *Cosecha de Agua con atajados en los Andes Bolivianos.* [Disponible en línea.](#)
- Goetter, J. (2010). *El Cambio Climático en el área rural Cochabamba y Norte de Potosí. Reflexiones acerca de proyectos de Cosecha de Agua como medidas de adaptación.* Cochabamba: GTZ-PROAGRO. [Disponible en línea.](#)
- Goetter, J. y Pich, H. J. (2009). *Adaptación al Cambio Climático: Cosecha de Agua de Lluvia con “Atajados” en Bolivia.* Informe Técnico. Red Sectorial Gestión Ambiental y Desarrollo Rural América Latina y Caribe (GADeR-ALC), PROAGRO y GTZ Bolivia. [Disponible en línea.](#)
- Tammes, B., Villegas, E. y Guaman, L. (2000). *Atajados, su diseño y construcción.* La Paz: Plural Editores. [Disponible en línea.](#)

g. - Contacto

Johanna Kirchner
GIZ - Red Sectorial GADeR-ALC
Correo: johanna.kirchner@giz.de

1.8. Prácticas de conservación de agua y suelos a nivel de microcuencas. Perú

a.- Descripción general

Conjunto de prácticas tales como el manejo de pasturas, las zanjas de infiltración, las terrazas agroforestales de formación lenta, la cobertura vegetal para reducir la velocidad de escorrentía, el control de cárcavas, las prácticas de forestación y agroforestería, la protección de manantes, entre muchas otras que se aplican de manera combinada para el manejo y conservación de agua y suelos a nivel de microcuencas.

Estas prácticas están vinculadas con acuerdos locales de ocupación y uso del territorio, para lo que se define un conjunto de reglas locales que permiten, por ejemplo, ajustar la capacidad de carga animal a la cantidad y calidad del pastizal, reducir la labranza, cultivar en contorno, cuidar las fuentes de agua del paso de animales e incluso controlar o regular el tipo de construcción en el terreno. De hecho, estas técnicas de conservación de agua y suelos en algunos casos son denominadas “infraestructura verde”.

Para su selección e implementación, previamente se debe hacer un análisis de los factores condicionantes. Por ejemplo, para la recuperación de pastizales el factor clave es el conocimiento de las causas que determinaron el sobrepastoreo, por lo que se requiere evaluar dichas causas para después ajustar la capacidad de carga animal, ver especies recuperables y nutritivas para el ganado, incorporar el agua mediante técnicas de vertimiento en pasturas, implementar medidas de rotación de pastizales, realizar el abonamiento con estiércol, trasplantar pastos nativos, regar por surcos en contornos de las laderas o el ahijadero (práctica que consiste en hacer cercados para reservar zonas de pastura para el estiaje).

b.- Objetivo de uso

La degradación de los suelos es un problema constante en zonas con laderas, donde las lluvias se concentran en pocos meses y generan excesiva escorrentía y erosión. Además, en estos lugares las prácticas antrópicas no son compatibles con la protección de la capa arable del suelo ni con el cuidado de la cobertura vegetal y de las fuentes de agua. Por ello, este conjunto de prácticas es, en principio, una alternativa en pro de la protección y el uso controlado, así como para la recuperación y la productividad del sistema.

Los objetivos inmediatos dependen del problema que afronta cada territorio. En algunos casos puede ser, por ejemplo, el sobrepastoreo. Diferentes entidades promotoras han validado resultados tangibles en cuanto al control de la erosión, el aumento de la cobertura vegetal, el in-

cremento de la productividad del suelo y, sobre todo, la capacidad de infiltración del agua en el suelo, el subsuelo y los acuíferos.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

En diversos países de la zona andina se han realizado este tipo de prácticas, las cuales, sin embargo, no son exclusivas de los Andes, sino que forman parte del saber hacer de culturas antiguas de otros continentes.

En el Perú, una experiencia resaltante fue la del Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos (Pronamachcs), que tuvo vigencia hasta el año 2008 y se aplicó en 200 microcuencas a nivel nacional. Uno de sus principales componentes fue la conservación de suelos, además de la infraestructura hidráulica y la reforestación. En la actualidad, este servicio lo presta el Programa de Desarrollo Productivo Agrario (Agro Rural), del Ministerio de Agricultura y Riego.

De otro lado, entre las entidades de cooperación para el desarrollo que han promovido estas prácticas se destaca la experiencia de la ONG Soluciones Prácticas, con trabajos realizados en Apurímac y Puno. En estas zonas de páramo peruano altoandino las familias de productores combinan el ganado ovino, caballar y alpaquero. Su utilidad como práctica de adaptación permitió reducir la erosión del suelo fértil, obtener un mayor contenido de humedad en los suelos (lo que permite que el rendimiento del cultivo se mantenga constante) y evitar la erosión hídrica cuando se presentan lluvias intensas y frecuentes.

Desde la iniciativa privada, cabe mencionar también la experiencia del fundo La Cosecha del Futuro, ubicado en la comunidad campesina de Masajcancha, en el distrito de Paccha, en la región Junín, que abarca una superficie total de 20 ha entre los 3700 y los 3800 m s. n. m. En este caso particular, a partir de la combinación de tecnologías como andenes, zanjas de infiltración, terrazas de formación lenta, surcos en contorno, entre otras, se logró retener el agua de lluvia para propiciar la producción de un terreno erizado, generar excedentes hídricos en favor de las partes bajas de la microcuenca y recuperar la biodiversidad local, en el marco de un modelo hidrológico y agroforestal replicable.

d.- Costos y beneficios

Los costos de inversión están en función de las tecnologías que se decida aplicar en respuesta a la problemática identificada y a las condiciones del clima, la topografía, la edafología y la hidrogeología del territorio o microcuenca. Por



Zanjas de infiltración en Huancavelica, Perú. Foto: AGRO RURAL

lo general, los insumos, las herramientas y la mano de obra son locales, y se trabaja en faenas comunales organizadas por grupos o cuadrillas, con el asesoramiento técnico de alguna entidad o profesional con experiencia.

Los beneficios son:

- Incremento de la regulación y disponibilidad de agua, gracias a la recarga de los manantiales o a la generación de mayores zonas de humedales.
- Reducción de la erosión, la mejora de la composición del suelo y el incremento de su productividad.
- Incremento del área de pasturas y la regeneración de la cubierta vegetal.
- Mitigación de eventos hidrológicos extremos.
- Regeneración y conservación de la biodiversidad.
- Mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de las familias, derivado de la producción agrícola, pecuaria, agroecológica, agroforestal y el ecoturismo.

e.- Sostenibilidad

Dependerá principalmente de su aplicación integral, asegurando la participación social y el establecimiento de acuerdos de organización del territorio a nivel de microcuenca, además del apoyo institucional en el fortalecimiento de capacidades técnicas y de las inversiones en riego, etc.

Muchas instituciones las promueven en el Perú, pero también existen promotores formados gracias a diversos proyectos de desarrollo. Ellos asesoran a municipalidades rurales o iniciativas locales, lo que ha llevado estas experiencias a diferentes territorios y a más familias andinas.

f.- Bibliografía

- Agro Rural. (3 de agosto del 2011). *Los andenes de*

Sabaino - MINAG - MASAL [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).

- Journalfilmperu. (6 de marzo del 2012). *Desarrollo - Asociatividad. Cosecha de AGUA en Comunidad de AYAS. TARMA. PERU.* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).
- Cepes Rural. (9 de marzo del 2011). *Cambio Climático: cuidar los suelos para una buena agricultura* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).
- Dávila Véliz, C. (2016). *Siembra y Cosecha de Lluvias en los Andes. Experiencia del Fundo “La cosecha del futuro”*. Lima: Ediciones Nova Print. [Disponible en línea](#).
- Miranda, F. y Ccana, E. (2014). *Manejo de Praderas Altoandinas y Cosecha de Agua. Manual de Capacitación*. Lima: Soluciones Prácticas. [Disponible en línea](#).
- Soluciones Prácticas. (19 de enero del 2015). *Cosecha de agua: Tecnología para la mejora de pastos en zonas altoandinas* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).
- Vásquez Villanueva, A. (18 de octubre del 2016). *Construcción e Importancia de las Zanjas de Infiltración*. [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).

g.- Contacto

Roberto Montero
Gerente de Agricultura, Bosques y Mercados
Soluciones Prácticas
Correo: rmontero@solucionespracticas.org.pe
Web: www.solucionespracticas.org

César Dávila
Director Ejecutivo del Programa Sierra Azul
Ministerio de Agricultura y Riego del Perú
Correo: cdavila@sierraazul.gob.pe
Web: <http://www.minagri.gob.pe>

1.9. Barrajes o represas subterráneas. Brasil

a.- Descripción general

Se trata de una tecnología de almacenamiento de agua en el subsuelo que consiste en la generación de pequeños acuíferos confinados artesanalmente (volumen de tierra subterránea saturada de agua). Estos cumplen la función de bloquear la escorrentía subterránea mediante la formación de una barrera impermeable en forma transversal al flujo del agua en las quebradas. En una misma quebrada se pueden crear tantos acuíferos confinados como sean necesarios, según lo permitan los recursos económicos.

En el proceso de construcción, primero se ubica un área con pequeñas quebradas. En una o varias de ellas se excava, de forma manual o con maquinarias, una zanja transversal de un ancho aproximado de 0.50 m., de modo que pueda entrar una persona. En la pared de dicha zanja se coloca en forma vertical una manta de polietileno o cualquier manta impermeable, y se deja sobresalir hacia la superficie alrededor de 1 m para recubrir un borde de una altura aproximada de 0.60 m. Enseguida, se tapa la zanja con la misma tierra que ha sido extraída. Dicha zanja y el polietileno, ubicados aguas arriba, crean un barraje subterráneo o cortina impermeable que evita que el agua infiltrada se pierda aguas abajo por percolación profunda. Así, se crea un acuífero confinado cuya agua puede ser extraída, o se puede permitir el humedecimiento del suelo del barraje en los períodos de estiaje.

En comparación con el almacenamiento en la superficie, con esta tecnología se disminuyen las pérdidas por evaporación, las cuales, dependiendo de la zona, pueden ser desde 7 mm hasta 10 mm por día, lo que se agrava si se contabilizan las pérdidas del recurso por conducción, operación, aplicación en los cultivos y evapotranspiración de los mismos. El paso siguiente consiste en hacer un uso eficiente del agua. Se puede utilizar, por ejemplo, la superficie del acuífero como área agrícola con subirrigación, en tanto que el agua para los cultivos la provee el propio acuífero por ascensión capilar (Aguilar, 2015). Además, se puede extraer el agua utilizando el principio del sifón, para luego ser conducida por tubos de PVC, mangueras o pequeños canales hasta un área agrícola aguas abajo del barraje.

b.- Objetivo de uso

El objetivo de esta tecnología es ofrecer una alternativa a la formación de reservas hídricas para la agricultura que sea distinta de la construcción de reservorios o de la construcción de acuíferos artificiales, las cuales presentan altos niveles de evaporación.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

Regiones semiáridas como las del noreste brasileño, que presenta suelos poco profundos, con baja retención de humedad, poca materia orgánica, alta potencialidad para la erosión y un volumen de precipitación anual de 700 000 000 000 m³, que podría ser considerado abundante. Sin embargo, solo 24 000 000 000 m³ permanecen efectivamente disponibles, ya que el resto se pierde debido a la escorrentía superficial.

Esto es ideal para ecosistemas con quebradas, de modo que, en territorios con mejores condiciones topográficas, como la sierra del Perú, su implantación podría dar mayores resultados.

El sistema fue desarrollado por el Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi Árido (Cepatsa), que es un organismo descentralizado del Estado perteneciente a la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

d.- Costos y beneficios

Los costos dependen del tamaño del movimiento de tierra que se deba hacer para la zanja y la instalación de la manta impermeable a ser enterrada. Pero, en general, el costo es bajo, ya que su implantación es muy simple, y oscila entre los USD\$100 y los USD\$500, básicamente para la mano de obra, la manta impermeable y los tubos de PVC.

Los beneficios son:

- Permite capturar agua para la agricultura y usarla para la higiene o el lavado.
- Permite incrementar la oferta de agua en épocas de estiaje.
- Reduce drásticamente la evaporación del agua almacenada.
- Genera humedad en el suelo para cultivos con subirrigación.
- Dependiendo de las lluvias, se pueden sembrar cultivos de alta rentabilidad con sistemas de riego de alta eficiencia (es lo recomendable, aunque la elección del sistema dependerá de la disponibilidad de recursos financieros).
- Ante la falta de lluvia, pueden servir como complemento de riego para salvar cosechas.

e.- Sostenibilidad

Los barrajes constituyen una práctica ampliamente investigada y aplicada en el noreste de Brasil, debido a la



Foto: Gobierno do Rio de Janeiro

simplicidad de su implantación y por las posibilidades que aporta para proveer de agua al trópico semiárido del noreste, que abarca gran parte de 9 estados. Se requiere de cierta asesoría técnica, pero su replicabilidad no es complicada y es de bajo costo, lo que permite su apropiación por parte de los agricultores. Finalmente, cuenta con un enorme potencial para su aplicación en otros contextos, como por ejemplo en la sierra andina.

f.- Bibliografía

- Aguilar, C. (2015). *Barrajes Subterráneas (Informe Técnico)*. Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [Disponible en línea](#).
- Aguilar, C. (2012). Barrajes Subterráneas [Presentación de Power Point]. [Disponible en línea](#).
- Candido, A. y Santos, R. (s. f.). *Viabilidade de barragens subterraneas para o semi arido*. Paraiba. Instituto Federal de Educação Ciencia e Tecnologia da Paraiba. [Disponible en línea](#).
- Melo, R. F., de Anjos, J. B., Lima Brito, L. A., da Silva, M. S. L. (2011). *Barragem Subterránea. Instruções*

Técnicas da Embrapa Semiárido. Pernambuco: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. [Disponible en línea](#).

- Melo, R. F., de Anjos, J. B., da Silva, M. S. L., da Pereira, L. A., Lima Brito, L. T. (2013). Barragem Subterránea: Tecnologia para Armazenamento de Água e Produção de Alimentos. En *Circular Técnica Online*, (104). Pernambuco: CPATSA Embrapa. [Disponible en línea](#).
- Silva, M. S. L., da Mendonça, C. E. S., dos Anjos, J. B., Honório, A. P. M., de Souza Silva, A. y Lima Brito, L. T. (2007). *Barragem subterrânea: água para produção de alimentos*. Brasil: Embrapa. [Disponible en línea](#).
- Soahd Rached. (20 de febrero del 2009). *Barragem subterrânea (Lona Plástica) + Poço amazonas (Anel Pré-moldado)* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).

g.- Contacto

Carlos Aguilar Lyhon
Especialista Internacional en
Agricultura Familiar.
Correo: c.aguilar977@gmail.com

1.10. Barreras vivas para reducir escorrentía. Norteamérica, Centroamérica y Sudamérica



Foto: Enrique Canelo

a.- Descripción general

Es una práctica que consiste en la siembra de cultivos muy densos, en curvas a nivel, principalmente en las laderas, con el propósito de actuar como barreras frente al escurrimiento del agua de las lluvias. Por lo general, se complementa con otras prácticas de manejo de agua y suelos, como son las zanjas de infiltración. Las especies que se instalan son diversas. En algunos casos, se trabaja con pastos perennes de estrato alto, frondosos y amacollados, como el ichu, sicuya (*Stipa ichu*), tizña (*Stipa obtusa*), yuracichu (*Festuca dichoclada*), calamagrostis (*Calamagrostis sp*) e iruichu y paja brava (*Festuca orthophylla*).

No obstante, se utilizan también familias de cactáceas u otras especies que favorecen la retención de agua en el suelo. Estas se instalan en el borde exterior de la zanja, hacia la parte baja de la pendiente.

b.- Objetivo de uso

Las barreras vivas son ideales para reducir la velocidad de escurrimiento del agua de lluvia y controlar la erosión, pero sobre todo son útiles para permitir la infiltración de agua en el subsuelo y acuíferos ubicados en zonas de mucha pendiente y con precipitaciones que pueden generar altos niveles de erosión por la escasa cobertura vegetal, o en zonas donde el suelo ya ha perdido capa arable.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

Se trata de una práctica muy antigua, aplicada en diferentes partes del mundo. Topográficamente, tiene en común la presencia de laderas con pendientes pronunciadas, las cuales generan una mayor escorrentía y escasa infiltración de agua en el suelo.

En nuestra región, diversas entidades la han desarrollado y promovido en países tanto de Norteamérica, Centroamérica y Sudamérica. Tal es el caso de instituciones públicas como el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap) de México; el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (Inta); el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, y el Programa Nacional de Desarrollo Productivo Agrario (Agrorural) del Perú, por mencionar algunas. Asimismo, cabe destacar el trabajo de entidades de cooperación para el desarrollo como Soluciones Prácticas, la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), entre otras, las cuales han investigado y difundido esta práctica junto con otras tecnologías que contribuyen al manejo y conservación del agua y los suelos.

d.- Costos y beneficios

Los costos dependen principalmente de la mano de obra y de su disponibilidad, así como del tipo de semillas o plántulas a emplear para la instalación de las barreras y del uso de herramientas de labranza. De acuerdo con Mario Cruz Fernández (2005, p. 15), una sola persona puede sembrar alrededor de 100 m lineales por día. A nivel de parcela, después de la introducción inicial, es posible ir sacando material de las barreras establecidas y así ahorrar lo que se gastaría al tener que comprar plantas de los viveros.

Para obtener información más detallada sobre los costos de establecimiento y mantenimiento por hectárea, teniendo en cuenta el caso de Costa Rica, se recomienda la lectura del trabajo hecho por Diógenes Cubero titulado *Las Barreras Vivas y su Aplicación en la Agricultura Conservacionista* (Cubero, 1999, p. 8-9).

Los beneficios son:

- Retienen partículas del suelo, estiércol, restos de materia orgánica, semillas y otros que arrastra el agua, para dejar pasar solamente el agua que corre.
- Reducen la velocidad del agua de escorrentía, lo que favorece su infiltración.
- Permiten mejorar el suelo y subsuelo a partir de la incorporación de mayor humedad, lo que, a largo plazo, evita la pérdida de fertilidad.
- Protegen los cultivos del viento y sirven de guía para los trabajos de labranza, siembra y deshierbos en contorno.
- Ocupan poco espacio, razón por la cual no se pierde mucha tierra cultivable.
- Requieren poca mano de obra para su establecimiento y no necesitan desagües como las obras físicas.
- Generan microclimas excelentes para la siembra de otras especies, cuando estas barreras son arbustivas y forestales.
- Proporcionan pastos, leña y alimento para animales y humanos, entre otros, e incluso pueden generar ingresos económicos adicionales.

e.- Sostenibilidad

Desde el punto de vista económico, el costo de establecimiento y mantenimiento es bajo, ya que utiliza la mano de obra del agricultor, necesita pocas herramientas, se utilizan materiales locales y, por lo general, existe una gran diversidad de especies nativas que se pueden emplear. Los resultados son evidentes al cabo de pocos años, y esto motiva no solo a mantener las barreras, sino a extenderlas y replicarlas por parte de los grupos de familias y comunidades.

En cuanto al saber hacer, son de fácil adopción por el agricultor debido a la sencillez de su instalación.

Asimismo, gracias al apoyo de la cooperación internacional y a los proyectos estatales, varias microcuencas han hecho acciones masivas de barreras vivas con zanjas de infiltración en zonas con pendiente. En muchas de estas experiencias se han formado promotores que vienen extendiendo esta práctica a otras zonas.

f.- Bibliografía

- Geavideo. (5 de febrero del 2012). *6. Zanjas y Barreras Vivas* [Archivo de video]. [Disponible en línea.](#)
- Cencod's Channel (1 de octubre del 2012). *Algunas Prácticas de Conservación de Suelos* [Archivo de video]. [Disponible en línea.](#)
- Cubero, D. (julio de 1999). *Las Barreras Vivas y su Aplicación en la Agricultura Conservacionista*. XI Congreso Nacional Agronómico y III Congreso Nacional de Suelos: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. [Disponible en línea.](#)
- Cruz Fernández, M. (2005). *Barreras Vivas Antierosivas para la Agricultura de Ladera en la Huasteca Potosina*. Folleto para productores No 6. San Luis Potosí: Inifap - Cirne. [Disponible en línea.](#)
- Departamento de Suelos. (17 de mayo del 2011). *Conafor 05 - Importancia de la conservación de suelos* [Archivo de video]. [Disponible en línea.](#)
- García, G. (2011). *Colección "Buenas Prácticas" Barreras Vivas*. Programa Extraordinario de Apoyo a la Seguridad Alimentaria y Nutricional. Ciudad de Guatemala, Guatemala: Representación de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura en Guatemala. [Disponible en línea.](#)
- German Organisation for Technical Cooperation. (s. f.). *Tecnologías de manejo y conservación de recursos naturales, para reducir la vulnerabilidad frente a fenómenos naturales y socio naturales*. Lima: Programa de Desarrollo Rural Sostenible. [Disponible en línea.](#)
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (2005). [Folleto] *Conservación de suelos. El Morralito de Nicaragua*. 5(13). [Disponible en línea.](#)
- Miranda, F. y Ccana, E. (2014). *Barreras Vivas*. En F. Miranda y E. Ccana, *Manejo de Praderas Altoandinas y Cosecha de Agua. Manual de Capacitación* (p. 44). Lima: Soluciones Prácticas. [Disponible en línea.](#)

g.- Contacto

Roberto Montero
Gerente de Agricultura, Bosques y Mercados Soluciones Prácticas
Correo: rmontero@solucionespracticas.org.pe
Web: <http://www.solucionespracticas.org>

1.11. Galerías filtrantes para recarga artificial. Norteamérica, Centroamérica y Sudamérica



Foto: Gualberto Valderrama

a.- Descripción general

Consiste en la excavación de zanjas ubicadas en zonas próximas a los lagos, lagunas o ríos, que presentan capas de arenas y grava fáciles de penetrar. Al respecto, el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencia del Ambiente señala lo siguiente: “Al fondo de la zanja, se coloca un dren o se horada un socavón que se reviste interiormente, el agua se recolecta en una cámara o pozo central desde donde es conducida para su posterior uso. La longitud del dren o galería depende de la cantidad de agua deseada y de las dimensiones del acuífero” (Cepis, 2002, p. 4).

De acuerdo con la descripción ofrecida por Fernández *et al.* (2002, p. 2), “la galería filtrante es un conducto casi horizontal permeable (semejante a un dren subterráneo), cerrado, enterrado, rodeado de un estrato filtrante y adyacente a una fuente de recarga superficial que permite interceptar el flujo natural del agua subsuperficial. Termina en una cámara de captación donde el agua acumulada puede ser bombeada o derivada directamente por gravedad. Se puede ubicar en dirección perpendicular al flujo de las aguas subterráneas, pero en caso de que exista una recarga constante de una fuente superficial podrá optarse por una dirección paralela al mismo”.

El diseño y disposición de las galerías responde al tipo de acuífero. Si se trata de acuíferos de gran espesor, las galerías son colocadas solo en la parte superficial; pero si los acuíferos son de poco espesor, estas pueden ser colocadas en la zona inferior o parte impermeable, con el fin de captar mayor masa de agua. Asimismo, hay acuíferos que se alimentan por flujos superficiales que lo recargan en forma horizontal o vertical; en estos casos, la galería se diseña para captar dicho flujo en la dirección en que se produce la infiltración.

b.- Objetivo de uso

La idea básica es ofrecer una solución al problema de abastecimiento de agua en zonas que presentan acuíferos no muy profundos o suelos con buena capacidad de infiltración, desde donde el recurso puede captarse limpiamente a través de este tipo de tecnología. En ese sentido, las galerías filtrantes cumplen las siguientes funciones: i) captar agua subálvea de los lechos de los cauces permanentes e intermitentes, ii) captar agua subsuperficial de las laderas y iii) extraer de los cauces agua libre de sedimentos. Esta agua infiltrada permite el abastecimiento de predios rurales, tanto para el riego de pequeñas parcelas como para consumo en el hogar.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

Las galerías se ubican en los lechos de los ríos y cuerpos de agua o sus márgenes, de preferencia donde el material que forma la zona de captación evite grandes excavaciones y tenga una granulometría que permita su funcionamiento como un filtro lento. El lugar elegido debe facilitar, además, el desplazamiento del agua, por lo que debe corresponder a zonas de depósitos aluviales con niveles piezométricos. Además, es recomendable ubicarlas alejadas de fuentes de contaminación tales como lagunas de estabilización, filtros percoladores, letrinas, descargas industriales, entre otras.

Aunque se trata de una tecnología cuya aplicación se extiende a lo largo de América, la bibliografía encontrada y contenida en estas fichas se basa en la experiencia, tanto ancestral como moderna, desarrollada en México y Perú. Por ejemplo, en el caso de este último, “hace más de 1500 años, la cultura Nazca construyó galerías de filtración para irrigar sus campos agrícolas, las que hasta el día de hoy son empleadas con los mismos propósitos” (Cepis, 2002, p. 4).

Las entidades que han contribuido al estudio, documentación y promoción de la construcción de galerías filtrantes son diversas. Siguiendo la misma bibliografía, se destaca el caso del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (Cepis), de la Organización Panamericana de la Salud (OPS); la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (Cosude), y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), de México.

d.- Costos y beneficios

El análisis de costos comprende, entre los principales rubros: i) la excavación, (ii) la instalación de la tubería colectora o construcción del canal colector, (iii) la asesoría para la nivelación y transporte del agua colectada y (iv) la construcción e infraestructura del pozo colector. Por tanto, el valor de la inversión está en función del volumen de agua que se requiere captar, la profundidad del acuífero (nivel piezométrico) y el tipo de suelo que existe en la zona.

En ese sentido, es recomendable que antes de iniciar un proyecto de construcción de galerías filtrantes, se identifique bien el tipo de funcionamiento que tendrá el acuífero y se lleve a cabo un estudio hidrogeológico.

Los beneficios son:

- Colectan agua en zonas eriazas para diversos usos, en la medida en que aprovechan escurrimientos subsuperficiales o subálveos.

- Disponen de agua en períodos de escasas lluvias, cuando el caudal de los ríos es mínimo o nulo.
- Recolectan excedentes de agua en zonas determinadas, ya que en ocasiones pueden funcionar como infraestructuras de drenaje.
- Traslaman el agua desde puntos alejados hacia zonas cercanas a la finca.

e.- Sostenibilidad

La antigüedad de este tipo de práctica es una evidencia del saber hacer y su fácil construcción y mantenimiento. “Las captaciones más antiguas fueron pozos excavados, galerías o kanats realizados por lo general en materiales no consolidados por permitirlo los medios constructivos disponibles por entonces, como eran picos y palas. En muchas regiones del mundo, donde la mano de obra es barata, aún se siguen excavando pozos y galerías de la misma forma que hace 3000 o 4000 años” (Cepis, 2002, p. 13).

f.- Bibliografía

- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencia del Ambiente - Cepis (2002). *Manual de Diseño de Galerías Filtrantes*. Lima: Organización Panamericana de la Salud y Oficina Sanitaria Panamericana de la Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. [Disponible en línea](#).
- Fernández, D., Martínez, M., Castillo, R. et al. (2002). *Galerías Filtrantes*. México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa). [Disponible en línea](#).
- Historiador - AQP. (19 de abril del 2009). *Galerías filtrantes* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).
- Tecnoapro1. (31 de julio del 2012). *Captación de agua por galerías filtrantes La Brava, Tumaco* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).

g.- Contacto

Sagarpa
Unidad Técnica Especializada en Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua. México
Web:
<http://www.sagarpa.gob.mx/Paginas/default.aspx>

Cepis
Web: <http://cepis.org.pe/sobre-el-cepis/>

1.12. Pozas de Ocucaje para recarga de acuíferos. Ica, Perú



Foto: Jaime Llosa

a.- Descripción general

Las pozas de Ocucaje, ubicadas en el departamento de Ica, que pertenece a la región costera del Perú, son grandes lagunas rectangulares de 2 m o más de profundidad, que se llenan con las aguas de avenida procedentes de las alturas de la sierra peruana en época de lluvias, entre los meses de enero y junio.

Para aprovechar mejor esta agua que transcurre por el río Ica, proveniente de la sierra, las culturas pre-hispánicas construyeron un canal de poco más de 30 km de longitud, conocido como “La Achirana”, el cual ha sido ampliado y se encuentra en uso (Llosa, 2014, p.73).

b.- Objetivo de uso

Las pozas de Ocucaje funcionan como un sistema de captación, almacenamiento e infiltración del agua que permite la recarga de acuíferos y evita la pérdida del agua que va hacia el mar.

La tecnología es una alternativa para evitar el agotamiento de la napa freática y la disminución de la

disponibilidad de agua en zonas árida, por causa de la sobreexplotación del recurso extraído del subsuelo. En la actualidad, para regar sus chacras, de este sistema de pozas dependen aproximadamente 14 000 agricultores (Beyer, 2015, p. 22), quienes se dedican principalmente a cultivos de exportación.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

Las pozas se ubican en el distrito de Ocucaje, que pertenece al departamento de Ica, en la parte central de la costa del Perú. Esta zona corresponde al sector sur del acuífero del valle de Ica, conocido como Valle Viejo, el cual, durante las últimas dos décadas, ha sido también escenario del “boom agroexportador”, hecho que es todavía más notorio en el sector norte (Pampa de Villacuri).

“La diferencia más importante entre estos dos grandes sectores del acuífero (...) es el hecho de que en el Valle Viejo se realiza el riego mediante pozos y pozas [riego por gravedad], mientras que en la Pampa de Villacurí se riega solo con pozos tubulares [riego por goteo y por aspersión]” (Beyer, 2015, p. 21). A su vez,

mientras que en Villacurí hay cerca de 100 empresas agroexportadoras, organizadas en una sola junta de regantes (la Junta de Río Seco), en el Valle Viejo existen tres juntas de riego, de las cuales dos riegan prácticamente solo con el sistema de pozas: la Junta de Usuarios del Subdistrito de Riego La Achirana, Santiago de Chocorvos (7000 usuarios), y la Junta de Usuarios del Distrito de Riego de Ica (7000 usuarios).

No obstante, “son los agroexportadores de la Pampa de Villacurí quienes han sufrido más el impacto de la sobreexplotación del acuífero de Ica, cuyo contenido se estima en más de 300 000 000 000 de m³ de agua al año, debido a la mayor profundidad de los pozos que, de los 50 m que solían tener, han descendido ahora a 150. En el Valle Viejo, la caída del volumen del acuífero ha sido menor y los 6 grandes agroexportadores que controlan cerca del 40 % de las tierras han decidido construir pozas en sus empresas para no bombear sus pozos y recargarlos durante la temporada de las aguas de avenida, entre febrero y junio, época de lluvias en la sierra, que es cuando esta agua discurre por el río Ica, el canal de La Achirana y otros cientos de canales menores que salen de estos dos grandes cursos” (Beyer, 2015, p. 22).

d.- Costos y beneficios

Aun cuando no ha sido posible identificar información documentada sobre los costos de instalación y/o mantenimiento de esta tecnología, se estima que no son muy altos en la medida en que, dependiendo del tipo de suelo con que se cuente, básicamente se requiere de maquinaria que puede ser facilitada por los gobiernos locales de la zona, para el movimiento de tierra, la apertura de pozas y las obras de captación del agua de los ríos.

Los beneficios son:

- Al inundar las tierras, el sistema de pozas recarga el acuífero y también “lava” las sales y otros elementos retenidos en exceso por los suelos; a diferencia de los sistemas de riego por goteo utilizados en la zona, que no permiten la recarga, y agregan nitratos a los suelos, debido a que utilizan fertilizantes artificiales.
- Es una opción más económica para los pequeños agricultores, ya que utiliza la gravedad y no necesita de energía eléctrica o combustibles para el almacenamiento del agua y el uso para riego, como sí lo hacen los pozos tubulares.
- Puede aplicarse a otros valles áridos costeros, como método eficaz para la adaptación de la agricultura a los efectos del cambio climático en la disponibilidad del recurso, y para reducir el promedio de agua de avenida que se pierde en el mar.

e.- Sostenibilidad

En el caso de Ica, el sobreuso de riego por goteo a partir de pozos tubulares, junto con la expansión masiva de la producción de cultivos que requieren altos niveles de agua, ha puesto la zona en peligro de sequía. Capturar las aguas de avenidas para dirigir las a las pozas y hacer estas más profundas son, de momento, la principal apuesta de los productores, las empresas y el Gobierno para conservar el acuífero, puesto que, de lo contrario, podría llegar a secarse en 10 años.

f.- Bibliografía

- Beyer, D. (2015). Las pozas de Ica como sistema de riego y recarga del acuífero. *Leisa: revista de agroecología*, 31(3), 21-24. [Disponible en línea.](#)
- Llosa, J. (2014). El caso de las pozas de Ocucaje (Ica), donde se acumula agua de avenida para efectuar cultivos y proceder a su infiltración para la recarga de acuíferos. En *Cambio Climático en el Perú* (pp. 73-74). Lima: Universidad San Ignacio de Loyola. [Disponible en línea.](#)
- Llosa, J. (2008). El llenado de pozas con agua de avenida a fin de recargar acuíferos. El caso de las pozas de Ocucaje (Ica) (Informe Técnico). En *Elaboración e Implementación de un Programa Nacional de Adaptación al Cambio Climático, con énfasis en zonas seleccionadas de la Sierra Centro y Sur del país* (pp. 183-185). Lima: Concytec. [Disponible en línea.](#)

g.- Contacto

Jaime Llosa
Consultor en Recursos Naturales y Cambio Climático
Correo: Jaime.llosal@gmail.com

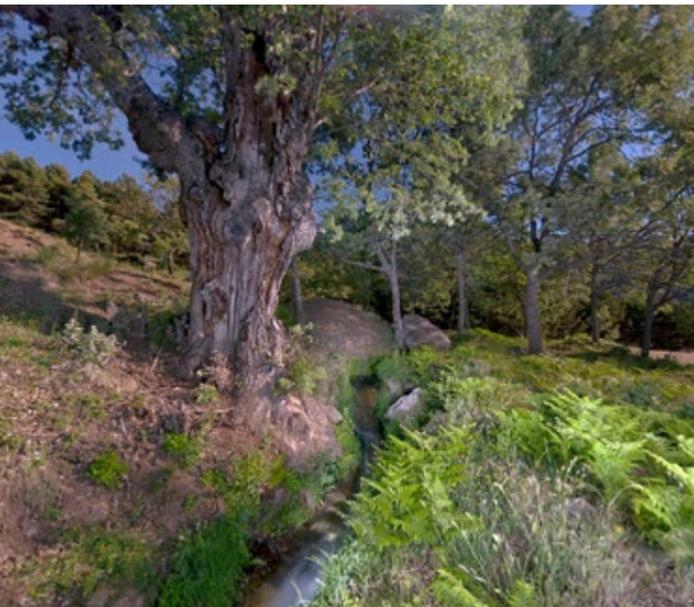
1.13. Acequias y careos de la Alpujarra: recuperación de acequias. España

a.- Descripción general

Las acequias de careo en Andalucía, España, siguen en operación desde el período musulmán (al menos el año 1139) y permiten el aprovechamiento de las aguas de la Sierra Nevada (Fernández et al., 2005, p. 4). En esta área, donde las obras de mayor envergadura eran imposibles o poco duraderas debido a las inclemencias del terreno (aguas de tormenta que destraban las estructuras, caídas de roca que quebraban las obras, sedimentos que los taponaban, etc.), se construyeron estos canales estrechos, con una longitud muchas veces kilométrica, hasta alcanzar el destino buscado para las aguas. Estos canales, careos y acequias de conducción e infiltración de agua son de los primeros dispositivos para la recarga artificial de acuíferos en la Península Ibérica.

Espín *et al.* (2010) expone su funcionamiento de la siguiente manera: “Estas acequias conducen el agua según la guía y el buen criterio de los acequeros, consiguiendo que en lugar de recorrer impetuosamente el camino que separa la montaña del mar, el agua se retenga y acumule en el subsuelo de las laderas de la Sierra para ser aprovechada en cotas más bajas a través de las acequias de riego que discurren por los campos de cultivo” (p. 16). Se ubican lugares especiales de roca fracturada que permita la infiltración, y es ahí donde estas aguas

Acequia de Cañas, en Puente Palo.
Foto: Pepe Rubia, [Sembrar Agua](#)



infiltradas buscan cursos en los acuíferos que luego emergen en manantiales aguas abajo.

Novo y Fernández (2014) explican con detalle los dos modelos principales de funcionamiento de este sistema: “El primero [modelo] aprovecha los materiales superficiales permeables producto de la alteración de la roca madre, y el segundo utiliza estructuras geológicas permeables (fracturas, fallas, diaclasas). En el primer modelo las aguas, con muy leve contenido iónico, afloran en las cercanías y son usadas normalmente en regadíos. Los lugareños llaman a este tipo ‘remanentes’ y suelen mostrar agotamientos rápidos si cesa la actividad de recarga. En el segundo caso las aguas aflorantes tienen un alto contenido de sales (mayor conductividad eléctrica), fruto de su lento y largo recorrido subterráneo; los caudales se mantienen más constantes, en fuentes y manantiales, desde donde son usados para el abastecimiento urbano”.

Asimismo, la gestión, el mantenimiento y las modificaciones para asegurar la continuación y uso de este sistema tradicional han sido realizados por el trabajo de la comunidad. Desafortunadamente, estas tradiciones se están perdiendo, aunque tienen una importancia vital (Novo y Fernández, 2014).

b.- Objetivo de uso

El sistema de las acequias y careos es esencial para el aprovisionamiento de agua y la recarga de los acuíferos en la región, especialmente el área seca de Alpujarra. Novo y Fernández afirman que “(l)a recarga se lleva a cabo tanto por las pérdidas del sistema de acequias, en tramos permeables, tan beneficiosas en este entorno, como por la inundación de agua de las acequias sobre suelos bien desarrollados y/o en sistemas de fracturas; en ambos casos las aguas discurren subterráneamente hacia manantiales, fuentes y demás salideros conectados a la red de fracturas” (2014). Sin este sistema, estas aguas naturales acabarían en el mar, especialmente durante los períodos de mayor deshielo cuando hay excedentes de agua. En cambio, “estos sistemas actúan como elementos reguladores, que aumentan el tiempo de permanencia del recurso agua, y mejoran se reparto estacional” (Novo y Fernández, 2014).

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

La Alpujarra es una comarca histórica situada en Andalucía, entre la provincia de Granada y la provin-

cia de Almería, situada en la ladera sur de la Sierra Nevada. Es una zona bastante árida y durante el año hay períodos con pocas lluvias para soportar su producción agrícola y de ganado. Estos períodos de sequía han aumentado en los últimos años, y se destaca la importancia del sistema de las acequias y careos para la recarga de los acuíferos (Europapress.es, 2016; Ideal.es, 2014).

Como entidades promotoras, en esta zona se desarrolla el proyecto Mediterranean Mountainous Lads (Memola) que promueve las acequias. Además, Fernández, García y Villarroja (2005), dicen que, “En el año 2000 el Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Parque Nacional de Sierra Nevada, llevó a cabo un inventario y la reconstrucción de acequias de careo, labor ejecutada por la Empresa de Transformación Agraria (Tragsa), Granada. El estudio estaba justificado por la necesidad de conservar la red de acequias como un elemento a apoyar, dentro de la política conservacionista del Parque Nacional (PRUG de Sierra Nevada, artículos 3 y 26). Se da la circunstancia, además, de que las acequias de careo, junto con las boqueras, constituyen dispositivos pioneros de recarga artificial de acuíferos en la Península Ibérica” (p. 5).

Luego, la Agencia Andaluza del Agua de la Consejería de Medio Ambiente en colaboración con el Espacio Protegido de Sierra Nevada realizó el “Programa de Recuperación y Conservación de Acequias Tradicionales en el Parque Nacional y Parque Natural de Sierra Nevada”. Durante este programa se ejecutó más de 5 283 214,05 euros y se recuperaron 37.5 km de acequias y se conservaron y restauraron otros 302.6 km además de 5 aljibes (Memola, 2014). También publicaron, en el año 2010, el *Manual del Acequero*, que ilustra una buena parte de esos paisajes y saberes (Espín, Ortiz y Guzmán, 2010).

d.- Costos y beneficios

Novo y Fernández (2014) explican que “es difícil de estimar los costes de construcción de la mayoría de los careos heredados de nuestros ancestros. No obstante, gracias a las comunidades de regantes, que mantenían un registro escrito, se dispone de numerosa información referente a cómo se dividían las partidas necesarias para atender a la mano de obra e insumos referentes a la construcción de las grandes acequias. Por desgracia, éste no parece ser el caso de los careos; la escasa información disponible está basada en testimonios orales de los regantes, y es poco concreta en muchos casos”.

Aunque el sistema fue construido desde hace siglos, el mantenimiento y la operación de los sistemas de



Acequia Baja de Pitres. La Alpujarra, Granada. Foto: Jorge Novo

acequias es mancomunada, es decir, lo realizan los pobladores de la Alpujarra de forma colectiva y existe un acequero a cargo de las compuertas o zonas donde se reparten las aguas hacia las simas (zonas de infiltración), que además regula la captación hacia la acequia principal (Fernández, García y Villarroya, 2005). Como esto depende de la mano de obra local, es importante la renovación constante del compromiso de los habitantes, especialmente de los regantes.

Los beneficios son:

- Riego en la Alpujarra.
- Permite que el agua remanente mantenga un parque natural en la zona de Egidos.
- Parte del agua es utilizada para el uso poblacional en Mecina Bombarón.
- De estas aguas depende el paisaje entero de la Alpujarra.
- Tiene un valor social y cultural. Es parte de la identidad de los pobladores de la Alpujarra, con un pasado diverso de influencia árabe.
- El ecosistema que se genera gracias a las aguas infiltradas por los careos permite el soporte de la fauna local.

e.- Sostenibilidad

A pesar de ser muy antigua, la práctica de la Alpujarra se mantiene hasta hoy vigente y es reconocida como sistema de recarga hídrica y sistema histórico de valoración sociocultural en el agua y su manejo colectivo.

Las evidencias arqueológicas y bibliográficas parecen apuntar a que estas técnicas de manejo hídrico se realizaron en sus inicios a pequeña escala como soluciones locales fruto de la sabiduría popular para abastecer a pequeños huertos. Pero, sin duda, el apogeo de la implantación de estos dispositivos se produjo a partir de la conquista árabe, de la mano de aquellos pueblos que sabían apreciar en todo su valor el elemento líquido y que desarrollaron una avanzada cultura agraria en los territorios ocupados.

No obstante, señalan Novo y Fernández (2014), “hoy en día aún muchas acequias y careos están en estado de abandono, las laderas de las montañas se secan en silencio (...) La labor de mantener esta cultura del agua es urgente”. Frente a experimentar aún menos lluvias y más sequías en la región en los últimos años, la importancia de recuperar este sistema es cada vez mayor (Ideal.es, 2014; Europress.es, 2016).

f.- Bibliografía

- Escalante, E. F. (Enrique Fernández Escalante) (29 de octubre del 2012). *Careos canal sur*

[Archivo de video]. [Disponible en línea.](#)

- Espín, R., Ortiz, E., Guzmán, J. (2010). *Manual del Acequero*. Agencia Andaluza del Agua, Consejería de Medio Ambiente. [Disponible en línea.](#)
- Europa Press. (10 de septiembre del 2016). La sequía pone en jaque a los agricultores de la Alpujarra y la Costa Tropical. *Europa Press*. [Disponible en línea.](#)
- Fernández, A. E., García, M., Villarroya, F. (2005). Las acequias de careo, un dispositivo pionero de recarga artificial de acuíferos en sierra nevada. España. Caracterización e inventario. *Revista Tecnología y desarrollo*. IV(2006). [Disponible en línea.](#)
- Gómez, J. E. (11 de noviembre del 2014). Salvar el agua de la ‘Alpujarra seca’. *Ideal.es*. [Disponible en línea.](#)
- Martín Civantos, J. E. (21 de julio del 2014). Sistemas históricos de regadío: entre la conservación y la destrucción. *Ideal*. [Disponible en línea.](#)
- Novo, J. y Fernández, R. (21 de abril del 2014). Acequias y careos de La Alpujarra (Sierra Nevada, España). En R. F. Rubio (Ed.), *Sembrar agua* [Entrada en Blog]. [Disponible en línea.](#)

g.- Contacto

Rafael Fernández Rubio
 Blog Sembrar Agua
 Correo: rfrubio@gmail.com
 Web: www.sembraragua.blogspot.com.es

1.14. Control de cárcavas. Norteamérica, Centroamérica y Sudamérica



Diques de retención en una cárcava permanente. Foto: Red Control Erosión

a.- Descripción general

Las cárcavas son zanjas provocadas por la erosión de suelos, con presencia de pendiente, por causa de la concentración de agua en el terreno, generalmente por lluvias. Pueden ser efímeras (profundidad menor a 0.5 m) o permanentes, si superan esa profundidad y no pueden ser cubiertas por la labor convencional. Su control permite la conservación de los suelos. Manejar estas zanjas de lugares con pendiente a raíz de las avenidas de agua de lluvia permite la recarga de acuíferos en suelos con buena capacidad de infiltración.

Se trata de una práctica muy antigua y adaptable a cada zona. Se realiza mediante la construcción de muros de piedra, champas de barro y pastos, y puede tener incluso, como soporte, troncos de madera. Se construyen perpendicularmente a los cauces formados por la erosión y que, en épocas de lluvia, sirven para disminuir la velocidad del agua y detener la tierra arrastrada.

Los diques se construyen perpendicularmente a la cárcava y en forma de media luna. Las dimensiones y la distancia entre diques dependen de la profundidad

y la pendiente de la cárcava. En zonas con precipitaciones muy altas o con tormentas muy fuertes se necesitan diques anchos y una menor distancia entre ellos.

b.- Objetivo de uso

Esta tecnología aplica en los procesos erosivos que se presentan en ciertos territorios, en los cuales la concentración de las lluvias, en pocos meses, puede generar procesos rápidos de erosión, formando cárcavas que, al crecer, ponen en riesgo las zonas de pastura, agricultura, así como a las poblaciones, aguas abajo. En este contexto, los diques tienen la finalidad de disminuir paulatinamente la velocidad de las corrientes de agua y detener la tierra que es arrastrada con por el agua.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

La tecnología es apropiada para diferentes zonas en las que la pendiente favorezca los procesos erosivos. Es ideal para contrarrestar el avance de la degradación de los suelos y se puede combinar con tecnologías que mejoren la fertilidad del suelo. Los diques de

pedras son más resistentes porque le dan una forma de trapecio que ayuda a la estabilidad de la estructura.

d.- Costos y beneficios

El costo de la tecnología depende de la mano de obra, la cual responde a la longitud del dique, la pendiente de la cárcava, el distanciamiento y número de diques a construir y la capacidad de arrastre, pues sobre la base de ello se determina el alto y ancho de cada dique.

Los beneficios son:

- Detienen los procesos erosivos de arrastre de suelos, pues como su nombre lo sugiere, controlan el crecimiento de las cárcavas.
- Con el transcurso de los años, gracias a los diques, lo que eran zanjones pueden transformarse en terrazas fértiles para la siembra de frutales, tubérculos, caña, etc.
- Con el control de las cárcavas se pretende establecer de nuevo el equilibrio en el cauce de las aguas. De esta manera, se puede mejorar la infiltración del agua en el subsuelo.
- El control de la erosión y de la escorrentía en la superficie de las laderas, a los lados de la cárcava, es parte esencial para la recuperación de la cuenca. Por tanto, esta tecnología complementa muy bien a otras de manejo de suelos.

e.- Sostenibilidad

Esta práctica se realiza con material de la zona, por lo que no se requiere de recursos externos para su implementación. El proceso de construcción es simple: solo se necesita cierta asesoría técnica para determinar las dimensiones del dique. En algunos casos, puede ser complementado con plantaciones forestales a los lados de la cárcava, lo que posteriormente le da una mayor estabilidad.

La revisión de los sistemas es clave, puesto que tras cada evento de precipitación se puede comprobar el funcionamiento (adecuado o no) en lo que respecta al depósito de sedimentos en la cárcava.

Muchas comunidades en diferentes zonas de Latinoamérica lo han implementado y su replicabilidad es evidente, como es el caso del sur del Perú, donde las comunidades campesinas cuentan con muchas de estas obras. El beneficio que se logra gracias a la siembra o plantación agroforestal es alto, pues los suelos que se depositan (que se arrastran) casualmente son de buena calidad.

f.- Bibliografía

- Lapaca, R. C. C. (20 de marzo del 2012). *Control de Cárcavas* [Presentación de PowerPoint]. [Disponible en línea](#).
- Martínez, M. R., Rubio, E., Oropeza, J. L., y Palacios, C. (s. f.). *Control de Cárcavas*. México: Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa). [Disponible en línea](#).
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (1988). *Control de cárcavas. San José, Costa Rica: Dirección de investigación y extensión agrícola, programa de conservación de suelos y aguas (FAO) y el Servicio Nacional de conservación de suelos y aguas*. San José: Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. [Disponible en línea](#).

Experiencias en otros contextos:

- Mora, J., Lora, A., Castillo, C., Muñoz, F., Rojo, M., Gómez, J. (junio del 2013) Técnicas de control de cárcavas mediante el uso de vegetación forestal y diques de retención en explotaciones agrícolas. El caso de la finca "La Veguilla". *6° Congreso Forestal Español*. Sociedad Española de Ciencias Forestales, Vitoria-Gasteiz. [Disponible en línea](#).

g.- Contacto

Agrorural
Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural, Perú
<http://www.agrorural.gob.pe>

1.15. Barrajes de contención de sedimentos. Brasil

a.- Descripción general

La tecnología consiste en construir barrajes sucesivos para la contención de los sedimentos, con estructuras de piedra dispuestas sin necesidad de mortero y colocadas en el terreno en forma de cuña (curva), distribuidas como arco de medio punto y desplegadas en las cunetas de las corrientes de agua en una cuenca.

La tecnología se aplica en un territorio semiárido muy alterado por actividades antropogénicas inadecuadas que acrecientan los efectos negativos de las inundaciones que alteran la estructura del suelo, disminuyen las capas superficiales cultivables e incrementan los sedimentos en los cauces de los ríos.

b.- Objetivo de uso

Los barrajes reducen la erosión del suelo y, al mismo tiempo, promueven la revitalización de la biodiversidad y el aumento de la productividad de las explotaciones, con lo cual se convierten en una forma de retener sedimentos del suelo y evitar daños mayores.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

Se ha aplicado en la región semiárida del noreste de Brasil, con actuación principalmente en las cuencas del río Cangati en Canindé, Río Pesca en Aratuba, y Salgado/Oiticica; arroyos en el territorio de Pacoti/Palmácia y tapón en Paramoti.

Los barrajes funcionaron en estos lugares, en los cuales los ríos incrementan su caudal de manera considerable en épocas de lluvia y con ello producen arrastre de sedimentos que se depositan más abajo, en los mismos ríos. Precisamente, los barrajes evitan este depósito, al contener el arrastre del sedimento que se produce cuando el río inunda los terrenos aledaños a su cauce.

d.- Costos y beneficios

La construcción de los barrajes se realiza rápidamente y a bajo costo. Los barrajes de contención generan posibilidades de explotación económica en las zonas que estaban sin uso, debido a la erosión producida durante la cual se acumulan sedimentos que pueden ser cultivables.

Los materiales a utilizar son de la zona, como piedras, palos, champones de tierra, etc. La mano de obra es familiar, disponible en períodos estacionalmente secos cada año. Se trata de una tecnología económicamente accesible.



Barraje de Contención de Sedimentos en el Estado de Ceará. Foto: Secretaria dos Recursos Hídricos. Governo do Estado do Ceará.

Los beneficios de los barrajes son:

- Reducen la sedimentación gradual de los lechos rocosos erosionados y de pequeñas corrientes dentro de la cuenca.
- Promueven la desalinización o la fertilización gradual del suelo y el suministro de agua en cantidad y calidad en los afluentes o arroyos de la cuenca.
- Promueven el resurgimiento de la biodiversidad de la sabana.
- Proporcionan agua para usos múltiples.
- Fomentan la disponibilidad de alimentos diversificada en el valle, lo que reduce la presión de la vida animal en la vegetación, en las áreas de las cuencas hidrográficas.

e.- Sostenibilidad

El Proyecto de Desarrollo Hidroambiental (Prodhama) recuperó áreas degradadas empleando barrajes sucesivos en lugares secos que se han recuperado y convertido en húmedos. También hubo mejoras en la estructura del suelo con un aumento gradual de la productividad agrícola, la reducción de la escorrentía y de la pérdida de suelo por reducción

de la erosión, la reactivación de las fuentes de agua y de las diversas especies de flora y fauna. Fueron construidos 3332 barrajes sucesivos de contención de sedimentos durante el período 2000-2008. El Prodam capacitó a 400 agricultores en construcción de obras hidroambientales y prácticas edáficas, habilitándolos a trabajar en cualquier región semiárida del noreste de Brasil (Bosco de Oliveira *et al.*, 2010a, p. 1).

f.- Bibliografía

- Bosco de Oliveira, J., Justino Alves, J., Cavalcante França, F. M. (2010a). Barragens Sucessivas de Contenção de Sedimentos. En *Cartilhas Temáticas Tecnologias e Práticas Hidroambientais para Convivência com o Semiárido. 1*. Fortaleza: Governo do Estado do Ceará, Secretaria dos Recursos Hídricos. [Disponible en línea](#).
- Bosco de Oliveira, J., Justino Alves, J., França, F. M. C. (2010b). Barragens Sucessivas de Contenção de Sedimentos em Microbacias Hidrográficas do Semiárido do Ceará. *Second International Conference: Climate Sustainability and Development in Semi-arid regions*. Fortaleza: ICID. [Disponible en línea](#).
- Castro de Oliveira, Y. (s. f.). *Barragens Sucessivas de Pedras para contenção de sedimentos* [Presentación de Power Point]. Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola. [Disponible en línea](#).

g.- Contacto

Joao Bosco Oliveira
Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará
Secretaria do Desenvolvimento Agrária
Correo: jbo@secrel.com.br

1.16. Protección de *qochas*, praderas y manejo de manantiales en puna seca y húmeda. Cusco, Perú

a.- Descripción general

Las *qochas* o microrrepresas rústicas son reservorios de agua que aprovechan la depresión natural del suelo para construir un dique que permite captar y almacenar el agua de la lluvia, de manera que incremente la infiltración de agua y para su posterior uso.

Se puede clasificar las *qochas* en tres grupos, los cuales dependen de la velocidad de infiltración del agua en el suelo: i) Las “*qochas* de cosecha”, que tienen bajo coeficiente de infiltración, por lo que sirven para almacenar el agua para su posterior uso; ii) las “*qochas* de siembra”, que registran un alto coeficiente de infiltración, almacenan el agua muy temporalmente y se va infiltrando hacia el subsuelo y acuíferos locales, y iii) las “*qochas* mixtas”, que presentan un coeficiente de infiltración medio. Respecto de las *qochas* mixtas, Bustinza y Valer (2016) señalan lo siguiente: “La característica principal es que el agua de lluvia que llega a llenar la *qocha* es infiltrada hasta alcanzar al límite o área de influencia del ‘antiguo bofedal’ (la parte de la *qocha* cuyo fondo es relativamente impermeable)” (p. 58).

Asimismo, para mejorar la funcionalidad de la siembra y de la cosecha de agua, las *qochas* están asociadas a una serie de acciones interrelacionadas, como la conservación del área tributaria y la protección de las praderas, la construcción de zanjas de infiltración, forestación y reforestación con especies nativas que en sinergia favorecen la infiltración, por citar algunos ejemplos.

b.- Objetivo de uso

El objetivo principal de las *qochas* es “almacenar agua de las lluvias e incrementar la recarga de los acuíferos, para que sea aprovechada por la población, por los animales y por las plantas durante el período de estiaje, aguas abajo de las *qochas*” (Valer y Pérez, 2014, p. 5). Además, permite mantener los manantes en las partes bajas por más tiempo y mejorar la disponibilidad de agua en la época seca. También, en algunos casos puede aumentar los caudales de los manantiales (Valer y Pérez, 2014, p. 24).

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

Es una experiencia que se ha consolidado en la microcuenca Huacrahuacho, en los distritos de kunturkanki y Checca, en la provincia de Canas, región Cusco. La práctica surgió debido a la severa escasez de agua en la época de estiaje, en la que había cambios en la precipitación y una situación de degradación de las praderas (Bustinza y Valer, 2016, p. 59). Evidencias vivas de estas prácticas aún se aprecian en Champaqocha y Qocha qarkay en Andahuaylas, Apurímac; las *qochas* del valle Chicha-Soras, entre Ayacucho y Apurímac; Qochapata en el valle del Colca, Arequipa, entre otras.

Desde el año 2011, el Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC Perú) viene promoviendo la participación y la práctica como una medida que ayuda a mejorar la disponibilidad del recurso hídrico. En el

Qocha rústica en la comunidad de Santa Rosa, microcuenca Mollebamba, Apurímac. Foto: [PACCPERÚ](#)



caso de la microcuenca Huacrachucho, el PACC Perú ha aportado con apoyo técnico, pero los actores principales de la ejecución han sido las familias y comunidades (Bustanza y Valer, 2016, p. 64).

d.- Costos y beneficios

Almacenar agua en *qochas* resulta más económico en comparación con otros tipos de estructuras, tales como reservorios de concreto o presas de tierra (Cervantes y Bustanza, 2014). En cuanto a la construcción y mantenimiento de las *qochas* y las actividades asociadas, se requiere de la participación y la mano de obra de las familias y comuneros de la microcuenca.

Los beneficios son:

- El aprovechamiento de la topografía (zonas hondanadas) para la construcción de las *qochas* permite evitar alteraciones del entorno y el lecho del vaso de la presa.
- El agua en las *qochas* tiene un efecto termorregulador que permite la presencia de pastos y cultivos en las praderas.
- Al proteger las praderas y *qochas*, facilita la conservación de la humedad por mayor tiempo y evita la desaparición de especies vegetales.
- Incrementa la calidad y cantidad de agua en los mantiales.
- Favorece la mejora paisajística de la zona.
- Permite recargar acuíferos, al contar con una mayor disponibilidad de agua y reducir los conflictos entre los usuarios del agua (Cervantes y Bustanza, 2014; Valer y Pérez, 2014).

e.- Sostenibilidad

La sostenibilidad de esta práctica depende en gran medida de su aplicación integral, por lo que es necesario asegurar la participación de las familias, la comunidad, además del apoyo institucional para el fortalecimiento de capacidades técnicas. Otro factor determinante es la presencia de promotores locales capacitados.

La protección de *qochas* y praderas contribuye a la conservación de ecosistemas, lo cual puede considerarse como una estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático, así como un aumento de la seguridad alimentaria. En general, este tipo de proyectos no requiere de mucha inversión “gris”, pero sí de mucho esfuerzo de acompañamiento con alto potencial de replicabilidad en distintos lugares (Bustanza y Valer, 2016, p. 69).

f.- Bibliografía

- Bustanza, V. (22 de junio del 2015). *Siembra y cosecha de agua en la microcuenca Huacrahuacho* [Presentación de Power Point]. Seminario Nacional Siembra y Cosecha de Agua. Cusco: Programa de Adaptación al Cambio Climático - PERÚ. [Disponible en línea.](#)

- Bustanza, V., Valer, F. (2016). Siembra y Cosecha de Agua en la Microcuenca Huacrahuacho. En *Informes de sistematización de quince experiencias de siembra y cosecha de agua* (pp. 56 – 72). Lima: Ministerio de Agricultura y Riego. [Disponible en línea.](#)
- Cervantes, R. y Bustanza, V. (2014). *Sistemas de afianzamiento hídrico en microcuencas altoandinas del Sur del Perú: una tecnología ancestral para la seguridad hídrica en tiempos de cambio climático* (Informe Técnico Brief No 02). Perú: Minagri y Cosude. [Disponible en línea.](#)
- Sotomayor, M. y Choquevilca, W. (10 al 13 de agosto 2009). Experiencias campesinas en la protección y gestión de manantes, El caso de la Mancomunidad de Municipalidades Rurales “Hermanos Ayar” Cusco. En *SEPIA XIII, Tema I “Los impactos del cambio climático sobre el agua y el manejo de los recursos naturales”*. Cusco: Sepia. [Disponible en línea.](#)
- Programa de Adaptación al Cambio Climático - PERÚ (23 de noviembre del 2015). *Siembra y cosecha de agua: 3.- Las qochas* [Archivo de video]. [Disponible en línea.](#)
- Valdera, J., Ling, A. M., Alarcón, P., Valer, F., Pérez, J., Bustanza, V. (2015). *Siembra y cosecha de agua. Manual Técnico 6*. Proyecto “Haku Wiñay / Noa Jayatai”. Lima: Foncodes y PACC PERÚ. [Disponible en línea.](#)
- Valer, F., Pérez, J. (2014). Las Qochas Rústicas. *Manual Técnico No 1*. Lima: Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC). [Disponible en línea.](#)

g.- Contacto

Ronald Cervantes y Víctor Bustanza
Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC)
Correo: ronal.cervantes@helvetas.org
Correo: victor.bustanza@helvetas.org
Web: <http://www.paccperu.org.pe/>

1.17. “Atrapaniebla”, una experiencia para capturar agua de las neblinas para la agricultura urbana. Lima, Perú

a.- Descripción general

El “atrapanieblas” está formado por una estructura que soporta postes y cables, una malla y una canaleta para recibir el agua que escurre por la gravedad, para luego pasar por el sistema de conducción y ser almacenada. El elemento principal es la malla raschell, fabricada de polipropileno o de nylon con pequeños espacios que permiten captar la neblina. En las zonas en las que no se tenga acceso a este tipo de malla, se puede seleccionar cualquier material que cumpla con las siguientes características: a) que deje pasar la luz suficiente como para permitir la circulación de la niebla; b) que sea de un material resistente; c) que posibilite la condensación del agua sobre la malla, y d) que no altere las condiciones fisicoquímicas del agua captada (Pascual, 2011).

Instalada de manera idónea y en un lugar estratégico, como puede ser Lima debido a su alta humedad (sobre todo en las zonas de interface con el sistema de lomas), esta tecnología posibilita la captura de las partículas de agua que posee la niebla, de modo que se puede obtener de 200 a 350 litros de agua al día (atrapanieblas de 24 m²), lo cual abastecería de suficiente agua como para lavar utensilios y ropa, para la higiene personal, así como para el cultivo de hortalizas, plantas frutales y medicinales, la reforestación y el ecoturismo, entre otros (Peruanos Sin Agua, 2017).

b.- Objetivo de uso

El objetivo es capturar el agua de las nubes que se condensa gracias a las mallas “atrapaniebla”, para proporcionar agua en zonas de escasos recursos hídricos y emplearla en el aseo, el lavado y el riego de plantas.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

Lima es una de las capitales más desérticas del mundo, y en muchos de sus barrios el agua es escasa. Esto implica un problema de abastecimiento, pues las familias que viven en medio de los cerros de esta ciudad, donde la humedad es alta, no tienen un suministro seguro de líquido.

En medio del paisaje desértico de los cerros del sur de la capital, una iniciativa impulsada por el Movimiento Peruanos Sin Agua (MPSA), con el financiamiento de Usaid, planteó instalar mil “atrapanieblas” durante el año 2015, con la finalidad de recolectar hasta 400 000 litros de agua al día para las familias en condi-



Sistemas en el Asentamiento Humano Villa Lourdes Ecológica, una barriada de extrema pobreza en el distrito de Villa María del Triunfo, en el sur de Lima. Foto: [RPP Noticias](#)

ción de extrema pobreza. El MPSA comenzó a trabajar con “atrapanieblas” en distintos puntos de Lima en el 2010, pero solo en 2012 obtuvo el financiamiento necesario para ubicar 20 de estos sistemas en el barrio de Los Tunales, en el distrito de Villa María del Triunfo.

d.- Costos y beneficios

Los costos no son elevados, pero sí requieren de una inversión inicial, la cual fue financiada por la cooperación Usaid, gracias a la gestión del MPSA. En lo referente a la mano de obra, esta fue proporcionada por las familias del lugar.

Los beneficios son:

- Permite capturar agua para la agricultura y usarla para la higiene o el lavado.

- Funciona sobre todo en el invierno. Cada panel captura de 100 a 360 litros de agua al día. El agua en esta zona es muy valiosa, las familias ahorran cerca del 80 % de agua, casi no la compran y la almacenan en época de invierno.
- El uso masivo genera un colchón verde en el cerro, lo que mejora el microclima del lugar.
- Facilita la provisión de alimentos mediante una fuente de riego para biohuertos en zonas desérticas.

e.- Sostenibilidad

La tecnología “atrapanieblas” permite contar con una fuente adicional de agua de forma sostenible y con un elevado potencial de autoconstrucción y autogestión (Pascual, 2017). Por ejemplo, su uso en Villa María del Triunfo ha generado un colchón verde de pequeños huertos familiares donde antes había desierto, lo que ha concitado el interés de muchas entidades e incluso de estudiantes de diversos países, quienes la estudian y hacen que sea replicable. Estos sistemas son política del gobierno local de Villa María del Triunfo desde hace tres gestiones, lo que pone de manifiesto su compromiso con esta tecnología.

f.- Bibliografía

- APP América Noticias (11 de junio del 2015). *Los “atrapanieblas” de Villa María del Triunfo benefician a 500 familias* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).
- Blanco Bonilla, D. (16 de febrero del 2015). Mil “atrapanieblas” darán agua a familias del sur de

- Lima. *RPP Noticias*. [Disponible en línea](#).
- Black, G. (2011). Vida y Muerte en una tierra seca. NRDC *Onearth*, invierno, (29). [Disponible en línea](#).
- Buenos días Perú. (19 de octubre del 2012). *Conozca a los “atrapanieblas” de Villa María del Triunfo* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).
- GIAAF IICA. (12 de mayo del 2016). *Vulnerabilidad del agua y saneamiento en la cuenca del río Rímac y la ciudad de Lima* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).
- Pascual, J., Naranjo, M., Ojilve, R. (2011). *Tecnología para la recolección de agua de niebla*. España: Universidad de Alcalá de Henares. [Disponible en línea](#).
- Peruanos Sin Agua. (19 de mayo del 2017). *Proyecto bandera “atrapanieblas”. Atrapanieblas. Plantas potabilizadoras. Biodigestores*. [Disponible en línea](#).
- Prado, P. (3 de noviembre del 2014). *Atrapanieblas: El agua ahora sí es de todos. Conocimiento del Clima para la Acción*. Climate Change Conference. COP 20, Lima. [Disponible en línea](#).
- RT en Español. (30 de julio del 2011). *“Atrapanieblas”, un nuevo dispositivo que ayuda a combatir la sequía en Perú* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).

g.- Contacto

Abel Cruz Gutiérrez
Movimiento Peruanos sin Agua
lossinagua@yahoo.es
<http://www.lossinagua.org/>





**TECNOLOGÍAS DE COSECHA
O APROVISIONAMIENTO
DE AGUA SEGURA EN LA
PARCELA O CERCA DE ELLA**



2.1 Sistemas de riego regulado por microrreservorios para la pequeña agricultura familiar. Cajamarca, Perú

a.- Descripción general

Esta experiencia se basa en una tecnología de cosecha de agua cercana a predios, sobre todo familiares, que consiste en reservorios revestidos con arcilla (opcionalmente geomembrana), los cuales son recargados con fuentes de agua cercanas, como manantiales, cunetas de carreteras, quebradas temporales e incluso otro reservorio mayor, aguas arriba. En un mismo territorio se pueden encontrar diferentes microrreservorios. Estos sistemas son complementados con el riego por aspersión y la instalación de cultivos de corto período con oportunidad de mercado.

Los microrreservorios implementados tienen una capacidad de almacenamiento variable, aunque la gran mayoría tiene un volumen útil de 1000 a 2000 m³, 40 por 40 m a los lados y 2.5 m de altura. Usualmente son construidos en un predio familiar, aprovechando las zonas altas para generar la energía requerida para el funcionamiento de los dispositivos de riego presurizado (aspersores, microaspersores y goteros). Para su construcción, se emplea la mano de obra familiar, pero también se puede requerir de maquinaria pesada.

Foto: [Yanacochoa](#)



En el ingreso del canal aductor (canal que va de la fuente al reservorio), se instala un desarenador de ingreso y un aliviadero, en tanto que en la base del reservorio se coloca una purga o desfogue de sedimentos. Para el aprovechamiento óptimo del agua almacenada, se implementa un sistema de riego por aspersión o por goteo.

b.- Objetivo de uso

El objetivo de los microrreservorios es almacenar el agua para el abastecimiento doméstico o para la producción de cultivos, los cuales hacen posible el riego suplementario en los períodos de “veranillos” durante la campaña grande (entre octubre y febrero). Con la instalación de los reservorios, se ha revertido en gran medida la problemática de la escasez, además de que se suministra agua para la introducción de cultivos de corto período, pero de gran rentabilidad.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

Una de estas experiencias se ha desarrollado con

familias agricultoras de las provincias de San Marcos y Cajabamba en Cajamarca, al norte del Perú, en donde solo se registran precipitaciones en un lapso de 5 a 6 meses como máximo. Al respecto, Floríndez (2010) indica lo siguiente: “(estas precipitaciones son) muy irregulares, van desde la alta intensidad (lo que permite captar el agua en la superficie y almacenarla) hasta períodos cortos de estiaje que pueden variar entre los 10 y 30 días. Con estas variaciones climáticas, los que más sufren son los cultivos en secano, puesto que no disponen de agua de riego para humedecer suficientemente el suelo y evitar la disminución en el rendimiento de los cultivos” (p. 190).

La experiencia se inicia en el 2004, con el trabajo innovador del instituto Cuencas, ONG fundada en Cajamarca, Perú. No obstante, fue clave el conocimiento previo de los profesionales de las ciencias agrarias, quienes habían trabajado en un Proyecto Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas (Pronamachcs). La segunda experiencia tuvo sus inicios como respuesta al conflicto que surgió entre las comunidades campesinas de Huarahuara, Churubamba y Collotaro, en Cusco, por el acceso al agua para riego.

d.- Costos y beneficios

Son sistemas de bajo costo, tanto en inversión como en operación y mantenimiento. Además, se basa principalmente en la capacidad de almacenamiento, y el sistema varía de acuerdo a las características del terreno donde se vaya a construir el microrreservorio, como por ejemplo la distancia de la fuente de agua, la pendiente del terreno, el acceso vial, la aptitud constructiva del material de tierra, la presencia de rocas, etc. (Floríndez, 2010).

Se estima que el costo para la instalación de un sistema de riego regulado con microrreservorio, para una capacidad de 1300 m³, es de S/7 664.17 (USD\$2300), lo que representa aproximadamente S/5.9 (USD\$1.8) por m³ de agua (Llosa, 2014). La proporción de gastos en obras que involucra el sistema es el siguiente: aproximadamente el 5% de la inversión total corresponde al canal de aducción, el desarenador, el canal de ingreso y el aliviadero; 80%, al microrreservorio, y la red principal de tuberías más hidrantes y líneas móviles de riego, alrededor del 15 % (Floríndez, 2010).

Los beneficios son:

- Seguridad hídrica para riego en períodos de estiaje.
- Incremento de la productividad agraria.
- Reducción de los conflictos por el acceso al agua en los sistemas de canal de algunas zonas.

- Se ha abierto un mercado a nuevos productos como la acelga, la alcachofa, la berenjena, las fresas y el orégano, entre otros; además de plantas aromáticas como la manzanilla. En lo pecuario, resalta la mejora en la crianza de cuyes (mayor y tamaño).
- Otro beneficio del riego por aspersión es que reduce el arrastre de sedimentos porque permite el manejo regulado del agua. Estas tecnologías pueden ser complementadas con otras de cosecha de agua con reservorios más grandes.

e.- Sostenibilidad

La tecnología es sostenible por la mejora del aprovechamiento del agua, lo que posibilita tener una gran diversidad de cultivos durante todo el año, de manera que obtienen ventajas de mercado, además de abastecer la canasta familiar.

Se han construido alrededor de 800 microrreservorios, de los cuales funcionan a la fecha aproximadamente 600. Los restantes tienen funcionamiento parcial y otros fueron abandonados por temas técnicos (deslizamiento de tierra, abandono por cambio de giro o por infraestructura inconclusa). Esto puede atribuirse a que uno de los factores de éxito fue la capacitación de “promotores campesinos, quienes hacen posible el interaprendizaje de “campesino a campesino”, a través de la estrategia de “aprender haciendo”. Los contenidos, están dirigidos a sensibilizar a las familias y sus organizaciones acerca de la importancia del manejo racional y sostenido del agua en la agricultura” (Floríndez, 2010).

f.- Bibliografía

- Carlos AOT79. (7 de julio del 2010). *Microrreservorios - Cajabamba.mpg* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).
- Floríndez, A., Rodríguez, P. (2016). Sistema de Riego Presurizado Regulados por Microrreservorios Familiares. En *Informes de sistematización de quince experiencias de siembra y cosecha de agua* (pp. 188-204). Perú: Ministerio de Agricultura y Riego. [Disponible en línea](#).
- Floríndez, A. (2010). *Sistemas de Riego Predial regulado por Microrreservorios*. “Cosecha de Agua y Producción Segura”. Folleto informativo. Cajamarca: Instituto Cuencas, Gobierno Regional de Cajamarca. [Disponible en línea](#).
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (6 de julio del 2012). *Reservorios como estrategia de adaptación al cambio climático* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).

- Llosa, J. (s. f.) La cosecha de agua mediante micro reservorios rústicos en laderas secas de valles interandinos de Cajamarca, y su aprovechamiento eficiente mediante riego tecnificado por aspersión. En *La Cosecha y la siembra del agua experiencias exitosas: Casos* (pp. 48-52). La Revista Agraria. [Disponible en línea.](#)
- Llosa, J. (2014). El caso de los pequeños reservorios rústicos construidos en Cajamarca, en laderas de valles interandinos semiáridos. En *Cambio Climático en el Perú* (pp. 71-73). Lima: Universidad San Ignacio de Loyola. [Disponible en línea.](#)
- Llosa, J. (2008). El caso de los Micro Reservorios en Cajamarca. (Informe Técnico). En *Elaboración e Implementación de un Programa Nacional de Adaptación al Cambio Climático, con énfasis en zonas seleccionadas de la Sierra Centro y Sur del país* (pp. 168-182). Lima: Concytec. [Disponible en línea.](#)
- Pajares, G. y Vega, G. (2010). *Buenas Prácticas: Riego Presurizado con Micro reservorios*. Asistencia Técnica en los Países Andinos en la Reducción de Riesgos de Desastres en los Países Andinos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Departamento de Gestión de Recursos Naturales y Medio Ambiente (NRC). [Disponible en línea.](#)

Experiencias en otros contextos

- Brescia, C. (Carlo Brescia) (21 de marzo del 2013). *Sistema de Riego Artesanal por Aspersión* [Archivo de video]. [Disponible en línea.](#)
- Cepes Rural. (24 de febrero del 2015). *Microsistemas de riego por aspersión - Comunidades Campesinas responden al cambio climático* [Archivo de video]. [Disponible en línea.](#)
- Observatorio Tecnológico. (20 de octubre del 2014). *Construcción de poza para capturar agua de lluvia* [Archivo de video]. [Disponible en línea.](#)

g.- Contacto

Antenor Floríndez
 Director fundador del Instituto Cuencas, Cajamarca.
 Instituto para la Conservación y el Desarrollo Sostenible
 Correo: antenorflorindez@yahoo.com
 Web: <http://www.paramo.org/node/758>

2.2. Microrreservorios conectados a sistemas colectivos de conducción y distribución en Baños del Inca. Cajamarca, Perú

a.- Descripción general

La tecnología consiste en la instalación de microrreservorios multifamiliares conectados a sistemas colectivos de riego parcelario, los cuales son administrados por comités de riego. La capacidad de estos reservorios está en función de la cantidad del área a regar; el agua almacenada es conducida por los canales de captación, los cuales pueden ser de tierra o estar revestidos de concreto; el agua almacenada es conducida mediante una tubería principal, para luego ser derivada mediante tuberías secundarias hacia los hidrantes de las parcelas, donde se conecta con los sistemas de riego de cada parcela.

Por ser una tecnología en la que intervienen varias familias, el éxito de la práctica depende del desarrollo de un eficiente plan de distribución de turnos de riego. Con ese objetivo, se forman comités que definen el padrón de riego, el cual se rige por un diseño basado en turnos (de distribución) en función del número de regantes que se benefician de las aguas del microrreservorio.

Por ejemplo, en los reservorios múltiples se puede emplear el sistema de riego con 12 usuarios con intervalos de riego de 5 días. La dinámica seguida consiste en que 6 de los usuarios riegan al mismo tiempo durante 6 horas; luego,

rotan y los 6 usuarios restantes vuelven a regar de la misma forma. Así, se cubre un área aproximada de 21.9 ha, lo que equivale a 6085 m² por familia. Cabe precisar que el riego solo se realiza durante el día (Escobar, 2005, p. 16).

b.- Objetivo de uso

El objetivo de los reservorios multifamiliares conectados a sistemas de riego parcelario colectivo es generar una mejor distribución del agua en las parcelas y en los turnos de riego. De esta forma, se reducen los conflictos por el acceso al agua en los sistemas tradicionales de canal y reparto. Asimismo, se debe resaltar que el uso de esta tecnología es una respuesta ante la disminución del recurso hídrico y el creciente minifundio.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

La experiencia tuvo lugar en los distritos de Cajamarca, donde existen sistemas de riego colectivo, abastecidos por un canal o tubería, con una mínima organización de regantes, quienes controlan un sistema consistente en reservorios familiares y en un reservorio colectivo o multifamiliar, complementado con un sistema de aspersión que posibilita una adecuada regulación para la

Microrreservorio, Porcón Alto, Cajamarca. Foto: [Yanacocha](#)



distribución de los turnos de riego. Este sistema puede ser aplicado en cualquier medio donde haya conflictos por acceso a turnos y caudal (oportunidad y cantidad).

La experiencia fue desarrollada entre marzo del 2003 y marzo del 2004 y ha incluido a 7 anexos del distrito de Baños del Inca, en Cajamarca. Fue en el marco del proyecto Riego Tecnificado en el Distrito de Baños del Inca, ejecutado por el Centro de Investigación, Educación y Desarrollo (Ciede), junto con el equipo de Desarrollo Agropecuario de Cajamarca (EDAC), y el equipo del Intermediate Technology Development Group (ITDG), oficina Cajamarca, con apoyo del programa de Asistencia Financiera no Reembolsable para Proyectos Comunitarios de Seguridad Humana (APC Japón).

d.- Costos y beneficios

Los costos de instalación son relativamente bajos, si se cuenta con financiación. Tal es el caso del proyecto Riego Tecnificado en el distrito de los Baños del Inca, financiado por el APC Japón, el cual contó con apoyo de todos los beneficiarios (31), quienes cubrieron el costo del terreno donde se construyó el reservorio y por el que aportaron el monto de S/35. Es preciso indicar que los beneficiarios participaron activamente al poner la mano de obra (Escobar, 2005, p. 30).

De otro lado, el mantenimiento representa otro costo asociado con la tecnología. Sin embargo, este tampoco es alto, ya que pueden ser cubiertos con las economías de subsistencia que tienen las familias beneficiarias, más aún si los comités han fijado una cuota para efectos de mantenimiento (Escobar, 2005, p. 52).

Un testimonio resume los resultados obtenidos: “Antes, el agua no alcanzaba para el riego. Se perdía gran cantidad del recurso solo en el recorrido del canal, dos horas de tiempo perdido. En las partes más bajas, con clima más cálido, se instalaron cultivos de manzanilla, flores y hortalizas que han mejorado los ingresos. En el caso de las hortalizas, estas además permitieron mejorar la dieta familiar. En las partes altas, la instalación de pastos para el ganado ha permitido mejoras en el ganado lechero y en la crianza de animales menores, como los cuyes”. Algunos beneficios:

- Introduce el riego tecnificado que permite regar una mayor área con la misma cantidad de agua y producir pasto durante todo el año, utilizando el agua en forma racional y oportuna.
- El desarrollo del proyecto permitió reducir el número de conflictos por acceso al agua en el sistema de canal colectivo.
- Introduce cultivos rentables, lo que mejora la economía familiar.

- Reduce los procesos erosivos en las parcelas gracias a la mejor aplicación del riego por aspersión.
- Reduce la inseguridad hídrica durante la campaña grande de papa, maíz, frijol, entre otros cultivos, al contar con agua almacenada en los reservorios.

e.- Sostenibilidad

La sostenibilidad se basó en un buen diseño hidráulico que asegure la llegada del agua a todos los puntos de entrega y en un correcto funcionamiento. Además, se realizaron capacitaciones para los usuarios en la operación y mantenimiento de los sistemas, al igual que asesorías en cuanto al riego de las parcelas, en las que se considere el cultivo, el tipo de suelo, la pendiente y otras variables influyentes en la aplicación del agua para su uso racional.

Esta propuesta ha sido replicada por las autoridades municipales de Baños del Inca, quienes incluso han asumido los costos de las obras complementarias para mejorar el sistema. La municipalidad ha asumido el riego por aspersión como tema estratégico de su gestión. El pago por turno de riego que se ha introducido en los sistemas ha permitido el mantenimiento y la operación. Cada familia, en épocas intensivas de riego (de mayo a octubre), paga por turno un promedio de USD\$1; asimismo, hay multas que se han impuesto por afectar los turnos o el mal uso del agua. Las mujeres son las que mayormente manejan el sistema; los niños y jóvenes se apropian de las capacidades técnicas y realizan mejor este rol.

f.- Bibliografía

- Bonfiglioy, G. y Fuentes, N. (2008). *Gestión del Riego, gestión del desarrollo: Experiencia en la Sierra Norte del Perú*. Lima: Soluciones Prácticas, Intermediate Technology Development Group. [Disponible en línea](#).
- Escobar, R. (2005). *Documento de sistematización: Proyecto Riego Tecnificado en el Distrito de Baños del Inca - Cajamarca*. Cajamarca: Intermediate Technology Development Group (ITDG). [Disponible en línea](#).

g.- Contacto

Roberto Montero
Gerente de Agricultura, Bosques y Mercados
Soluciones Prácticas
Correo: rmontero@solucionespracticas.org.pe
www.solucionespracticas.org.pe

2.3. Microrreservorios de cosecha de agua en el Chaco. Paraguay

a.- Descripción general

En la experiencia del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), a través del Programa Econormas, se construyeron sistemas de cosecha de agua con un área total de 12 ha aproximadamente. Estos sistemas constan de tres componentes clave: i) el área de captación con camellones, ii) el reservorio de colecta (tajamar o laguna pulmón) y iii) el reservorio de almacenamiento; además, cumplen diferentes funciones y hacen que el sistema pueda funcionar adecuadamente.

El primer componente, el área de captación con camellones, es la zona más extensa y sirve para captar el agua de lluvia. Primero, se elimina la vegetación de la zona, se encamellona la tierra y se crean canales que conducen el agua hasta el reservorio de colecta. El segundo componente es el reservorio de colecta o tajamar de colecta, donde se almacena temporalmente el agua captada para ser posteriormente bombeada al reservorio permanente o de almacenamiento. Finalmente, el tercer componente de la tecnología es el reservorio de almacenamiento donde el agua es almacenada hasta ser utilizada. De este último existen dos tipos: el tanque australiano y los reservorios elevados. El primero es generalmente usado en la ganadería, en tanto que el segundo, en industrias y proyectos de riego; además, es más económico (IDCR, 2012).

En cuanto a su estructura, los reservorios no pueden adquirir gran profundidad por la capa freática elevada en diversos lugares del Chaco Central. Una característica particular de la región es que los acuíferos subterráneos son mayormente salinos. Por tal razón, las reservas de agua deben ser creadas en forma de acumulación superficial con tajamares o lagunas que no excedan los 2 a 3 m de profundidad. Debido a ello, el potencial de almacenar agua en estos reservorios depende principalmente de la superficie disponible para construir los tres componentes que los conforman.

b.- Objetivo de uso

La presente tecnología tiene como objetivo luchar contra la desertificación y sequía presentes por la escasez de lluvia, los cuales generan un alto impacto en la producción agropecuaria y ganadera de la población local. Esta práctica ha requerido sacrificar un área de tierra y prepararla especialmente para la captación de agua, lo que asegura mucho más el proceso productivo del sector agropecuario e agroindustrial.



El reservorio construido en el departamento Presidente Hayes, en el chaco paraguayo, puede suministrar agua hasta por 240 días. Foto: Jorge Hernán Chiriboga

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

La zona de aplicación fue la región de El Chaco, en Paraguay, una región con zonas semiáridas y semihúmedas con temperaturas medias de 23 a 25 °C. Tiene un déficit hídrico alto por tener una evapotranspiración anual de 1700 mm (Harder, 2005) y una precipitación promedio de entre 500 a 1000 mm al año, concentradas entre los meses de octubre a marzo.

Se debe mencionar también que El Chaco paraguayo abarca el 50 % del territorio del país y que es ahí donde vive el 2 % de la población. Por ello, en el marco del proyecto del IICA, se construyeron dos sistemas de cosecha de agua en el distrito de Teniente Irala Fernández, ubicado en el departamento Presidente Hayes, en el Chaco Central. Esta experiencia tuvo como objetivo abastecer de agua para uso doméstico y agrícola, durante el período de estiaje, a unas 500 familias.

Las entidades que impulsaron el proyecto fueron la Secretaría del Ambiente (SEAM) de Paraguay, a nivel de Mercosur, junto con la Intendencia Municipal de Teniente Irala Fernández, en el marco de un acuerdo con La Unión Europea. Además, tuvo el apoyo técnico del IICA desde Uruguay.

Asimismo, en el ámbito de la línea de acción Lucha Contra la Desertificación y los Efectos de la Sequía (DyS) del Programa Econormas, se desarrolló el subproyecto denominado Intervenciones Físicas Demostrativas para Combatir la Desertificación y la Sequía, en el que se propuso la utilización de la tecnología para grupos de pequeños agricultores y para la agricultura familiar en la región.

d.- Costos y beneficios

El proyecto tuvo una inversión de USD\$200 000, de los cuales USD\$159 970 provinieron de la Unión Europea y USD\$40 000 del IICA como contrapartida. Si se considera la captación efectiva de 80 000 m³, entonces el costo de almacenamiento por m³ es de USD\$2.5. El potencial de almacenamiento por sistema de cosecha de agua es de 46 000 m³ de agua. Esta cantidad hace posible el suministro de 200 familias durante 240 días de sequía.

Los beneficios son:

- Abastecimiento de agua para diversos usos. De hecho, una parte del agua almacenada es destinada para el consumo doméstico y otra parte, para la producción agropecuaria.
- El agua suministrada no es potable, pero es limpia y no requiere de una tecnología sofisticada para el tratamiento posterior para el consumo humano.
- La experiencia de cosecha de agua por la práctica de captación a nivel superficial se puede complementar con sistemas de riego presurizado.
- La tecnología permite a los pequeños productores hacer una planificación más segura de su producción y para el manejo de sus cultivos. De esta manera, contribuye significativamente con la seguridad alimentaria y con una mayor resiliencia ante los impactos del cambio climático.

e.- Sostenibilidad

La municipalidad asumió un fuerte compromiso para la implementación exitosa de microrreservorios para responder a las demandas de la población. Este sistema es una adaptación del sistema tradicional existente y es desarrollado en la zona por las comunidades menonitas del Chaco Paraguayo. Resulta atractivo su bajo costo.

Esta tecnología es sostenible por ser un sistema de abastecimiento alternativo de agua que facilita satisfacer las necesidades de los pequeños productores y de la agricultura familiar con los sistemas de cosecha de agua como obra principal para el desarrollo de las demás intervenciones. El potencial de adopción de esta tecnología por parte de los usuarios está reforzado por otros subproyectos integrados y complementarios en el marco del Programa Econormas, los cuales promueven el uso de tecnologías de riego por goteo y la utilización de cantaros de barro en huertas familiares. También se está reactivando la apicultura como actividad productiva entre las familias.

f.- Bibliografía

- Chiriboga, H. (28 de junio del 2016). Tecnologías para la Cosecha de Agua de Lluvia y su Uso Efi-

ciente - Experiencias exitosas del Chaco Paraguayo. En *Curso virtual: Buenas Prácticas e innovaciones tecnológicas en siembra y cosecha de agua*. Proyecto GIAAF, IICA y Soluciones Prácticas. San José. [Disponible en línea](#).

- Harder, W., Thiessen, H. y Klassen, N. (2004). *Colecta, Almacenamiento, Utilización, Reciclaje de Agua en el Chaco Central*. Boquerón: INTTAS y Servicio Agropecuario. [Disponible en línea](#).
- Silvina. (4 de octubre del 2012). *5-Cosecha de agua*. San Luis, Argentina: IDRC, Proyecto de Inundaciones, sequías y agricultura en la llanura Chaco-Pampeana: Adaptación a los cambios climáticos e hidrológicos. [Disponible en línea](#).

Experiencias en otros contextos

- Unidad Cambio Rural. (4 de febrero del 2013). *Proinder - Sistema de agua* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).

g.- Contacto

Julián Andersen
 Área de Recursos Naturales y Cambio Climático
 IICA
 Representación Paraguay
 Correo: julian.andersen@iica.int
 Web: <http://www.iica.int/es/countries/paraguay>

2.4. Micropresas en tierra, complementadas con forestación y agroforestería. Cusco, Perú



Foto: [Dirección General de Agricultura-Cusco](#)

a.- Descripción general

Según indica Luis Casallo (2016), las micropresas que permiten “cosechar” las aguas de lluvia son infraestructuras construidas en una depresión en el suelo (pequeño vaso hidrográfico), donde se almacenan, en temporada de lluvias, pequeñas cantidades de agua de manera natural. A partir de ello, y para incrementar la capacidad de almacenamiento, se construye un dique en la parte más angosta. El dique está hecho de arcilla compactada y reforzado con piedras dispuestas tanto en la parte interna como en la externa, con la finalidad de darle mayor seguridad y evitar que el agua desgaste la arcilla.

La tecnología está complementada por un conjunto de acciones tales como la forestación, la agroforestería y la protección de las áreas adyacentes a las obras, para mejorar el escurrimiento del agua superficial hacia la micropresa. Además de hacer llegar el agua a los cultivos mediante el desarrollo de obras de conducción, en algunos casos se realizarán canales en tierra, mientras que en otros se utilizarán tuberías. Y para su buen funcionamiento, debe ser complementada con la organización de los productores, la capacitación en la gestión y aplicación del riego, al igual que con canales tanto de conducción como de distribución y módulos de riego por aspersión para laderas (Casallo, s. f.).

b.- Objetivo de uso

El objetivo principal de la micropresa es captar y almacenar agua de lluvia, para que los usuarios puedan disponer del recurso hídrico durante los meses de estiaje y así conseguir que intensifiquen el uso del suelo.

De otro lado, la tecnología ha permitido revertir las condiciones semiáridas que presentaba la microcuenca, con precipitaciones de menos de 600 mm al año, concentradas en pocos meses. Cabe resaltar que el uso del agua ha permitido el crecimiento de la ganadería, la disponibilidad de agua para el riego y, por tanto, los pastos. Asimismo, la construcción de las lagunas ha permitido incrementar y mejorar la biodiversidad acuática y vegetativa en la zona.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

La tecnología se desarrolló en el distrito de Ccatcca, en la microcuenca del mismo nombre, en la región Cusco, Perú. La zona pertenece a la categoría de puna seca, en los andes, sobre los 3600 m s. n. m. La precipitación en esta zona es menor que 550 mm al año y las fuentes de agua son escasas. Su clima es muy diverso, por lo que confiere al territorio condiciones y posibilidades especiales en cuanto a recursos naturales como

la vegetación y la tierra. Las lagunas están ubicadas en las cabeceras de la cuenca (Casallo, 2016).

La tecnología en Ccatcca se inició en los años 90, lleva poco más de 20 años mostrando los resultados de la cosecha de agua en superficie con componentes productivos y ha beneficiado a un total de 636 familias campesinas de las 9 comunidades localizadas en la margen derecha de la zona alta de la microcuenca del Ccatccamayo (Casallo, 2016).

Las entidades y actores involucrados en el desarrollo de la experiencia fueron los directivos comunales, los líderes locales, el Centro de Capacitación Agroindustrial Jesús Obrero (CCAIJO) y, en su momento, las autoridades municipales. La iniciativa tuvo el directivo comunal de Huarahuara, Mariano Ayme Huaychay, y los técnicos del CCAIJO (Casallo, 2016).

d.- Costos y beneficios

El financiamiento inicial del sistema fue asumido en su totalidad por el CCAIJO, con el apoyo de las agencias de cooperación internacional. Luego, fue cofinanciado por el CCAIJO y los municipios locales. Actualmente, son solo los municipios los que asumen los costos.

Una micropresa de 80 000 m³ de volumen cuesta aproximadamente USD\$98 500, o sea, el costo por m³ es de USD\$1.23, lo cual representa un costo de efectividad bajo por m³ de agua disponible (Casallo, 2016).

Los beneficios más resaltantes son:

- Contar con agua en períodos de estiaje, los cuales son prolongados en la zona.
- Obtener ingresos y provisión de alimentos para las familias justifica la inversión de mano de obra.
- La obtención de dos cosechas al año, como por ejemplo de papa mahuay, además de pastos anuales y/o leguminosos en verde.
- Los ingresos de la cosecha de hongos que crecen al lado de las plantaciones de pino, que se proveen de agua de las zonas cercanas al microrreservorio.
- La ampliación de los pastos cultivados, pasando a una ganadería semintensiva.
- La reducción del sobrepastoreo de las pasturas naturales, lo que favorece a la recuperación de la pradera natural (Casallo, s. f.).

e.- Sostenibilidad

En el caso de esta experiencia, la sostenibilidad se garantizó desde el inicio del proceso de construcción, ya que se emplearon diversas estrategias para establecer una relación con los actores principales y comunicar los beneficios e importancia de la tecnología. Dichas

estrategias fueron las siguientes: las campañas de sensibilización, las visitas guiadas a la primera presa construida en la comunidad de Huarahuara, la difusión de la tecnología de micropresas y la formación de capacidades, el fortalecimiento de la organización local y la concertación interinstitucional que posibilite transferir la propuesta a los gobiernos locales.

La tecnología es sostenible por que se ha convertido en una solución práctica y de bajo costo para aliviar la escasez en el escenario del cambio climático. Debido a las ventajas que presenta, fueron replicadas por otras comunidades de toda la provincia de Quispicanchi, lo que devino en la construcción, a lo largo de estos últimos 15 años, de un total de 16 micropresas, en las que se almacenó 1 605 000 m³ de aguas de lluvia. Es por ello que, actualmente, las familias campesinas, vía presupuesto participativo, solicitan la construcción de más micropresas, aunque en otros casos se deben complementar las existentes con sistemas de riego presurizado. (Casallo, 2016).

f.- Bibliografía

- Casallo, L. (s. f.). “Ccatcca te quiero verde”: una experiencia de siembra y cosecha de agua (2001 - 2012) [Presentación de Power Point]. Andahuayllillas. Asociación “Jesús Obrero”. Ccaijo. [Disponible en línea.](#)
- Casallo, L. (2016). Cosecha de Agua en la Microcuenca de Ccatccamayo, Distrito de Ccatcca, Cusco. En *Informes de sistematización de quince experiencias de siembra y cosecha de agua* (pp. 174-188). Perú: Ministerio de Agricultura y Riego. [Disponible en línea.](#)
- Ccaijo Asociación Jesús Obrero. (26 de mayo del 2015). *La Forestación, Una Contribución al Desarrollo de la Provincia de Quispicanchi* [Archivo de video]. [Disponible en línea.](#)
- Rain. (s. f.). *Video about Rainwater Harvesting in Peru - Ccatcca (Spanish Version)* [Archivo de video]. [Disponible en línea.](#)

g.- Contacto

Luis Casallo
 Director Ejecutivo
 Asociación Jesús Obrero - CCAIJO
 Correo: ccaijoperu@yahoo.es / ccaijoperu@gmail.com
 Web: www.ccaijo.org.pe

2.5. Los waru waru, succacollos o camellones. Altiplano, Bolivia y Perú

a.- Descripción general

Los *waru waru* son una práctica milenaria de los antepasados de la cultura Tiahuanaco, que se situó en el altiplano entre Bolivia y Perú, arriba de los 4000 m s. n. m. Consiste en una infraestructura agrícola que modifica el relieve del terreno al construir terraplenes elevados sobre la superficie original, intercalando canales para formar los terraplenes, con lo cual se logra la interacción de los elementos suelo - agua - clima - planta - hombre. Se emplea especialmente en áreas con restricciones para la agricultura, debido a la deficiencia del drenaje, los problemas de anegamiento temporal, las frecuentes heladas y el bajo potencial para la actividad agrícola.

Los terraplenes son generalmente de 4 a 10 m de ancho por 10 a 100 m de largo, y de 0.5 a 1 m de altura. Se construyen con la tierra excavada de los canales y tienen un tamaño y profundidad similar, para formar una plataforma o “cama” rodeada de agua donde se realiza la siembra. Esta agua alrededor del *waru waru* crea un microclima que mitiga el efecto de las heladas, lo que hace posible el desarrollo de los cultivos. El agua en los canales, que absorbe el calor del sol durante el día e irradia por la noche, ayuda a proteger los cultivos de las heladas. Cuantos más campos son cultivados de esta manera, más grande es el efecto en el medioambiente. Los sedimentos en los canales tienen algas ricas en nitrógeno y restos de plantas y animales, que luego son aprovechados como fuente de nutrientes para los cultivos mejorando el rendimiento agrícola en la zona del altiplano (hidraulicainca.com, s. f.).

b.- Objetivo de uso

Los *waru waru* permiten contrarrestar las inundaciones del altiplano, además de que el agua en los canales absorbe el calor del sol durante el día y lo irradia por la noche, lo que genera un microclima que ayuda a proteger los cultivos contra las heladas. La tecnología también favorece el mejoramiento de la calidad de los suelos, al incrementar el rendimiento agrícola en la zona del altiplano.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

Los *waru waru* son prácticas ancestrales de uso común en el altiplano de Puno, al sur del Perú, en áreas inundables o inundadas donde las condiciones climáticas entre el día y la noche determinan la presencia intermitente de fenómenos climáticos adversos, como las sequías, las inundaciones, las temperaturas bajo cero (heladas) y los veranillos, que conforman un riesgo

para los cultivos. Se trata de una forma de manejar el sistema agua y el suelo para crear microclimas que reduzcan estas temperaturas extremas.

La tecnología de los *waru waru* es la práctica por excelencia del manejo del agua y del suelo para regular la temperatura; por lo tanto, no es solo un sistema de flujo de agua para riego, ya que tiene sobre todo una función ecosistémica de regulación de la temperatura del agua.

La tecnología de *waru waru* fue y sigue siendo estudiada por diferentes entidades. En 1989, se ejecutó en el altiplano el Programa Interinstitucional de Waru Waru (PIWA), llevado a cabo por el Condesan y apoyado por Cutesu (hoy Cosude). Asimismo, el PIWA, desde diciembre del 2001, pasó a constituirse como una asociación civil privada sin fines de lucro, denominada Piwandes - Instituto de Innovación Tecnológica y Promoción del Desarrollo, la cual se trazó como objetivo consolidar las realizaciones y logros del PIWA, así como otorgar mayor perspectiva al desarrollo de las capacidades y potencialidades generadas institucionalmente (Rodríguez *et al.*, s. f, p. 41).

d.- Costos y beneficios

El mayor reto lo representa la organización para la construcción de estos sistemas, ya que implica una fuerte demanda de mano de obra para hacer el movimiento de la tierra. Es importante conocer el funcionamiento hidráulico junto con el manejo del suelo.

En cuanto a los beneficios, tenemos:

- El incremento de la producción agrícola y de los ingresos económicos en las familias.
- El significativo impacto de los *waru waru* en la producción alimentaria de las comunidades campesinas, tanto en la protección de los cultivos ante las frecuentes heladas como en el aumento de la productividad de la papa y de la quinua (cereal altoandino).
- La generación de microclimas en la zona, lo que favorece al surgimiento de otras especies, sobre todo de pasturas del entorno.
- Los sedimentos que quedan en los canales son ricos en nitrógeno, lo que mejora la calidad del suelo.
- Atenúa heladas en 2.5 °C (DGCCI-ANA, 2014).

e.- Sostenibilidad

La tecnología es sostenible en el tiempo desde épocas prehispanicas y preincaicas, en las que los lupacas y los tiahuanacos desarrollaron un amplio sistema de

Foto: TaterMaterSeeds.com

control de las inundaciones y del microclima en las zonas circunlacustres sobre la base de los *waru waru*, por su eficiente tecnología integral.

En la actualidad, estos sistemas son utilizados por las familias y su práctica está siendo recuperada y multiplicada por algunas entidades públicas y privadas tales como el PIWA, que trabaja en el rescate de la tecnología tradicional y demuestra su viabilidad para el control del riesgo climático y el aumento de la productividad. Así, se ha logrado ampliar la frontera agrícola con la construcción y reconstrucción de 2127 ha de sistemas de *waru waru*, y se han realizado nuevas inserciones de cultivos en las cédulas de cultivo tradicional (cebollas, poros y acelgas), mediante la participación de 7188 familias campesinas, agrupadas en diferentes formas de organización social para el trabajo (Martínez, 2004).

f.- Bibliografía

- Ancajima, R. (Ronald Ancajima Ojeda) (29 de abril del 2014). *Sistemas de producción Waru Waru* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).
- Hidraulicainca.com (s. f.). *Waru Waru - Puno. Inventa-*

rio Geofotográfico de la Hidráulica Inca. [Disponible en línea](#).

- Martínez Farías, M. A. (2004). *La experiencia de los Waru - Waru en Puno - Perú*. Centro Latino Americano de Desarrollo Sustentable (Clades). [Disponible en línea](#).
- Rodríguez, H., Villena, J., Ordóñez, S. y Fernández, M. (s. f.). *Los Waru Waru una alternativa tecnológica para la agricultura sostenible en Puno, Perú*. Perú: Piwandes - Instituto de Innovación Tecnológica y Promoción del Desarrollo. [Disponible en línea](#).

g.- Contacto

Omar Varillas
Consultor en Recursos Hídricos
Correo: ovarillasv@gmail.com

2.6. Andenes, *pata patas* o *takuana*. Perú

a.- Descripción general

Los andenes o *pata pata* son tecnologías que, por acción del hombre, modifican la topografía de las tierras con pendiente, con el propósito de hacer un mejor aprovechamiento de los recursos, el suelo, el agua y el clima, para llevar a cabo tareas agrícolas (Llerena, 2004, p. 19). Está formada por una plataforma (terrace), que es rellenada con material acarreado y seleccionado (grava, suelo y materia orgánica), y sostenida por muros, por lo general de piedras. En zonas donde hay poca provisión de piedras, los muros se construyen con tierra, con terraplenes más inclinados y estos, a su vez, son complementados, en algunos casos, con zanjas de drenaje al pie de los andenes para conducir el agua hacia las quebradas.

Según Pinedo *et al.* (2000), la longitud de los andenes está limitada por la presencia de obstáculos como los afloramientos de rocas, la presencia de cárcavas, cambios bruscos en la orientación de las laderas, la presencia de cauces naturales o por la excesiva pedregosidad. Por lo general, tienen una longitud que oscila entre 4 y 100 m, por un ancho que va de 1.5 a 20 m. La terraza está sostenida normalmente por 3 muros de piedra, de los cuales el de mayor longitud tiene la sinuosidad de la curva de nivel de la ladera, mientras que los otros dos se ubican en los extremos del andén. Los muros suelen medir entre 0.5 y 2 m de altura, pero en ocasiones pueden alcanzar los 3 m, por lo que se deben emplear piedras grandes, de 0.4 a 1 m de diámetro.

b.- Objetivo de uso

Acerca de los andenes, Meiss (1994) señala que: “tienen como objetivo controlar la erosión, aprovechar y conservar el agua, realizar el acondicionamiento térmico, el mantenimiento de la fertilidad de los suelos y en general el aprovechamiento de tierras no aptas para fines agrícolas en condiciones naturales. Además, sirve para estabilizar los taludes de laderas y reducir la velocidad de escorrentías permitiendo mantener y conservar la biodiversidad existente”.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

Evidencias de la utilización de andenes se pueden hallar en México, El Salvador, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, de donde se destacan aquellas sociedades altamente organizadas pertenecientes a civilizaciones superiores, como la Maya y Azteca en México; Chimú, Chavín, Tiahuanaco e Inca en el Perú. Asimismo, el perfeccionamiento de los detalles particulares observados en los andenes del Perú fue alcanzado

por la sociedad incaica. Así, tenemos andenes en uso, entre otros, en las comunidades de Cabana, Collagua y Coporaque en el Valle del Colca, en Arequipa; Pusalaya en Puno; San Pedro de Casta en Lima, etc., donde se observa la perfección de sus trazos lineales. No obstante, están en abandono una gran extensión de andenes en casi toda la zona árida y semiárida de la costa, sierra y ceja de selva (Chachapoyas, Quillabamba, etc.) del Perú (Pinedo, 2000, p. 215).

“El Ministerio de Agricultura y Riego en el año 2013 lanzó un programa de recuperación y renovación de andenes en once regiones del país. Inicialmente se propuso rehabilitar 300 ha de andenes para que entren en producción siguiendo la lógica ancestral, para que su potencial sea mejor” (Perú 21, Von Hesse, enero 2013). El 2014 el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

d.- Costos y beneficios

El costo para la construcción de un andén está en función de la mano de obra, disponibilidad y cercanía del material para el muro (canteras de piedra). Un ejemplo del costo de aplicación de la tecnología, calculado sobre la base de los trabajos experimentales realizados en la Comunidad Campesina de Coporaque, Cailloma (Arequipa), para una hectárea de andén para una ladera con una pendiente del 22 %, con suelo franco arcilloso de 0.35 m de profundidad, lecho rocoso del tipo gravilla y/o cascajo arcilloso, terraplén de 4.15 m y altura de muro de 2,1 m, asciende a USD\$6500, en tanto que el costo promedio de rehabilitación de una hectárea de andén en las mismas condiciones, considerando un deterioro del 50 %, asciende a USD\$ 2200 (Pinedo, 2000, p.2012). Una opción para reducir costos es trabajar a nivel de las familias asociadas, en las que puedan compartir mano de obra y además intercambiar conocimientos y experiencias. De esta forma, no solo se minimizarán los costos, sino también se mejorará la técnica.

En cuanto a los beneficios, se destacan:

- Mejora en el aprovechamiento de las aguas de lluvias y el uso óptimo del agua de riego.
- El control de la erosión y conservación de la fertilidad natural de los suelos.
- El aprovechamiento y conservación de tierras no aptas para fines agrícolas en condiciones naturales.
- La conservación de la agrobiodiversidad y la garantía de la producción para la seguridad alimentaria de las poblaciones al proporcionar agua para usos múltiples.

Foto: [Agri Cultures Network](#)

- La generación de microclimas que permite el desarrollo de productos en diferentes épocas del año.
- Es una práctica de adaptación al cambio climático.

e.- Sostenibilidad

Según Pinedo (2000), la tecnología es sostenible porque permite la reposición del suelo con los sedimentos que trae el agua de la acequia y los va depositando en cada andén (p. 213). Además, brinda una mayor retención del recurso hídrico, al contribuir con el ciclo hidrológico del agua, y permite cultivar especies diferentes en cada terraplén. Conforme con Llerena (2004), estas tecnologías presentan “estructuras variadas y versátiles que se adaptan a diferentes condiciones biofísicas, se integran al paisaje, persisten en el tiempo y han llegado a asimilarse a múltiples culturas de montaña, mostrando que a pesar de las grandes dificultades naturales el hombre ha logrado relacionarse con su medio en forma amigable, estética y productiva” (p. 7).

f.- Bibliografía

- Llerena, A., Moshe, I., Benavides, M. (2004). Conservación y abandono de andenes. *Los Andenes y su microclima*. (pp. 16-19). Universidad Nacional Agraria La Molina, Universidad de Haifa. Lima, Perú. [Disponible en línea](#).
- Meiss, L. (setiembre de 1994). Contribución al Conocimiento de los Andenes. En *DEBATE AGRARIO: Análisis y Alternativas N° 19* (pp. 1-27). Lima:

Centro Peruano de Estudios Sociales (Cepes). [Disponible en línea](#).

- Pinedo, J., Deza, C., León, B., Samané, R. (2000). Agricultura de laderas a través de andenes, Perú. En *manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia experiencias en América Latina*. Serie: Zonas áridas y semiáridas No 13. (pp. 195-213). Santiago: Oficina Regional de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura para América Latina y el Caribe. [Disponible en línea](#).
- Redacción Perú 21. (26 de enero 2013). Buscan recuperar y rehabilitar andenes en 11 regiones del país. *Perú 21*. [Disponible en línea](#).
- Wilax Televisión (30 de octubre del 2013). *Uso práctico de construcción de andenes* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).

g.- Contacto

Omar Varillas
Consultor en Recursos Hídricos
Correo: ovarillasv@gmail.com

2.7. Captación de agua de lluvia de los techos a cisternas o tanques semienterrados. Semiárido, al noreste de Brasil

a.- Descripción general

Existen lugares en el Semiárido de Brasil en los que, en la época de lluvias, ocurren grandes precipitaciones y se descarga tanta agua que los autobuses navegan carretera abajo. Pero en época seca, la cual dura unos 8 o 9 meses, gran parte del paisaje se agrieta y arrecia la sed de sus habitantes, tanto así que las mujeres caminaban de 6 a 8 km cargando 20 litros en su cabeza, algunas incluso recorrían 24 km diarios (Aecid, 2012).

Ante la escasez inminente de agua, la captación y almacenamiento de la lluvia se erige como una tecnología desarrollada con la finalidad de abastecer de agua en épocas en las que no hay precipitaciones, además de potencializar la producción de alimentos. Se tratan de soluciones simples, de bajo costo, prácticas, fáciles y adaptables a las condiciones de vida de la población rural del Semiárido (Aecid, 2012).

El agua es almacenada en tanques diseñados para recolectar la lluvia torrencial que cae durante 3 o 4 meses al año. Asimismo, el líquido es captado por un sistema formado por el techo de las casas (tejado) y un entramado de canaletas y tuberías que lo conducen hasta el tanque o aljibe, que está semienterrado y revestido de cemento, con una capa exterior de cal blanca. La capacidad de almacenamiento oscila entre 18 000 a 30 000 litros. El mejor aprovechamiento de la cisterna depende de la capacidad de captación del tejado: si este es muy pequeño, no permite llenar el depósito. De acuerdo con Osava (2005), se estima que cada metro cuadrado de techo recoge 75 litros cuando hay 100 mm de lluvia.

b.- Objetivo de uso

El objetivo es captar el agua de los tejados (techos de las viviendas) aprovechando las temporadas de lluvias torrenciales, que generalmente duran entre 3 y 4 meses al año, para ser utilizados en las actividades cotidianas como el lavado de ropa, la cocina, la agricultura a pequeña escala y el ganado, en las épocas en las que no hay presencia de lluvias.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

Consiste en una práctica aplicada para atender a familias de bajos ingresos en áreas rurales que no tienen acceso regular al agua, como es el caso del Semiárido de Brasil, donde se presenta déficit hídrico, cuyos períodos de precipitación son cortos e intensos y la época de estiaje son prolongadas.

En el Semiárido de Brasil, desde el año 2003, el programa Un Millón de Cisternas, coordinado nacionalmente por la Articulación del Semiárido (ASA) y ejecutado en la zona por la ONG Diaconía, con apoyo de Oxfam, ha permitido que centenares de familias de Tuparetama, del estado de Pernambuco, al noreste de Brasil, logren construir cisternas para almacenar agua de lluvia. Este programa dota de agua a un millón de hogares, parcelas familiares y escuelas rurales. Los sistemas de recolección de agua se llenan en época de lluvias y la almacenan para tener reservas todo el año. Además, ASA complementó el servicio incorporando un nuevo programa denominado Una Tierra y Dos Aguas (P1+2), inspirado en una experiencia del norte de China, de clima similar, en la que el intenso uso del agua de las lluvias, con 2.5 millones de cisternas, permitió el desarrollo agrícola a 1.1 millones de familias (Osava, 2005).

d.- Costos y beneficios

Invertir en tecnologías sociales de captación y almacenamiento de agua de las lluvias para la producción de alimentos se presenta como una solución simple y adecuada a la realidad de la vida de la población rural del Semiárido. El mayor costo de esta tecnología reside en la cisterna, que en promedio cuesta cerca de USD\$640, aunque el costo de la tecnología se reduce por el aporte de mano de obra de los beneficiarios. La constitución de fondos solidarios con aportes de vecinos es estimulada para construir más cisternas y atender otras necesidades comunitarias. Todo esto la convierte en una solución altamente eficiente en términos de costo y beneficio (Osava, 2005).

Los beneficios son:

- Agua de calidad cercana a las viviendas.
- Abastecimiento de agua en épocas de estiaje.
- La mejora del trabajo social colaborativo.
- El ahorro de tiempo y recursos a las familias, porque ya no tienen que recorrer largas distancias para proveerse de agua.
- Permite el uso combinado con la agricultura, ya que, gracias a estos sistemas, los huertos familiares producen nuevos cultivos.

e.- Sostenibilidad

La sostenibilidad se vio reflejada en la mejora de la calidad del agua y el alivio del trabajo de mujeres y niños, que antes de las cisternas dedicaban mucho



La Escuela Municipal Furtado Leite en la comunidad Pereiros en Nueva Rusia (CE) recibió el primero de 5000 tanques que se planteó construir en las escuelas públicas rurales en la región Semiárido. Foto: [EBC Agencia Brasil](#)

tiempo al traslado de agua desde las fuentes, las cuales no siempre están cerca de sus casas. El uso y el mantenimiento que se le da al sistema está directamente relacionado con su sostenibilidad en el tiempo, motivo por el cual es fundamental la capacitación y la concientización de todos los integrantes de las familias.

f.- Bibliografía

- Osava, M. (9 de setiembre del 2005). BRASIL: Cisternas recogen lluvia, salud y esperanza. *Inter Press Service*. [Disponible en línea](#).
- Oxfam. (enero - marzo del 2007). *Haciendo la Diferencia, Agua: fuente de vida y de cambios*. [Folleto]. Oxfam. [Disponible en línea](#).
- Fondo de Cooperación para el Agua y el Saneamiento (FCAS). (6 de abril del 2012). *Brasil: El Semiárido construye un futuro sin sed*. España: Fondo de Cooperación para el Agua y el Saneamiento (FCAS) y el Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación (Aecid). [Disponible en línea](#).

g.- Contacto

Programa Articulación en el Semiárido Brasileiro (ASA)
Correo: asa@asabrasil.org.br
Web: <http://www.asabrasil.org.br/>

2.8. Captación de agua de lluvia de los techos de las viviendas. Centroamérica

a.- Descripción general

La tecnología consiste en la captación del agua de lluvia proveniente de los techos mediante el almacenamiento en cisternas de diferentes tipos. Teniendo en cuenta que después de un año y 5 meses quedan completamente secas, se requiere almacenar el agua en tanques suficientemente grandes para cubrir la demanda doméstica mínima básica, por ejemplo, para 150 días (30 litros diarios por persona de acuerdo al estándar nacional) (Georg Fischer S. A., Suiza y Mercy Ships Nicaragua, 2005).

La recolección de agua de los techos se logra instalando canaletas y tubos de PVC adecuadamente sellados en todas las uniones. Las tuberías de entrada de agua por las canaletas, las tuberías de ventilación y los reboses se protegen con una fina malla para asegurar que los mosquitos no ingresen a los tanques.

Una de las técnicas utilizadas para la construcción del tanque se basa en el siguiente diseño: base de concreto reforzado, paredes de ferrocemento con varillas de hierro y alambre de púas para la fuerza de tensión, un techo en forma de domo de concreto reforzado y un pilar central que consiste en un tubo de PVC lleno de concreto y reforzado con hierro. Esta técnica ha sido utilizada durante muchos años en diferentes países africanos y ha sido totalmente probada y refinada. Aunque es simple y puede ser lograda sin la necesidad de equipo especial, sí requiere de conocimientos y experiencia significativos en supervisión, y el control de calidad es crucial para su éxito (Georg Fischer S. A., Suiza y Mercy Ships Nicaragua, 2005).

El agua se extrae a través de una llave localizada bajo el nivel del suelo, a la cual se tiene acceso a través de un pozo construido con paredes y gradas. Se colocan dos tuberías, una a nivel de la base del tanque para vaciarlo en su totalidad, lo que permite su limpieza y mantenimiento, y la segunda se coloca aproximadamente 10 cm sobre el nivel de la base del tanque, para evitar los sedimentos que se pueden haber depositado en el fondo.

Los trabajos de mantenimiento son sencillos: la limpieza de los techos, asegurarse de que los canales estén fijos y bien acoplados para evitar fugas de agua y revisar y limpiar periódicamente el filtro.

b.- Objetivo de uso

Captar agua pluvial en período lluvioso, para garantizar el abastecimiento en la época seca y utilizarla en áreas de riego y uso doméstico. Para ello, se aprovechan los techos de las viviendas como zonas de captación en los

períodos cortos, pero de alta precipitación, que se dan en el año.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

La experiencia presentada corresponde a la localidad de San Jacinto, en el municipio de Telica, en el departamento de León, en Nicaragua. Está localizada en una zona volcánica donde la mayor parte del agua subterránea no es apta para el consumo humano, los sistemas de abastecimiento de agua para la población no son seguros, la distribución de agua para el riego es deficiente, además de que las precipitaciones se concentran en pocos meses, por lo que captar agua de lluvia y almacenarla durante las lluvias esporádicas o en épocas de avenidas es una excelente solución.

Las entidades promotoras fueron Georg Fischer S. A. y Mercy Ships, quienes implementaron esta tecnología en la comunidad de San Jacinto con el propósito de construir sistemas de captación de agua de lluvia "modelo" en las que tenían el más limitado acceso al agua, así como en dos edificios públicos en el centro de la comunidad, que serían fácilmente visibles para toda la comunidad.

d.- Costos y beneficios

El costo de captar agua de lluvia del techo de una vivienda está principalmente relacionado con la capacidad del almacenamiento y el tipo de material del que está construido el tanque. Por ejemplo, los costos estimados de los materiales utilizados (tanques de agua de ferrocemento) en los sistemas están entre los USD\$1113 (14 m³) y USD\$2886 (71 m³), mientras que un sistema doméstico "típico" de 27 m³ cuesta alrededor de USD\$1471 (Gould y Nissen-Petersen, 1999). Se debe anotar que esto no cubre el costo total de construcción del sistema, ya que no incluye los costos de mano de obra o supervisión técnica. Pero aun así han sido incorporadas y apropiadas por las familias en zonas rurales porque permiten directamente resolver el aprovisionamiento y la calidad del agua.

Los beneficios son:

- Contar con sistemas de captación de agua lluvia resulta más favorable que comprar agua a terceros, porque sus costos (mano de obra, supervisión técnica, administración, etc.), se diluyen en el largo plazo.
- Son sistemas que pueden ser utilizados en cualquier zona donde llueva, pues el vaso colector depende del área de captación de las propias viviendas.

Por estas razones, pueden ser una buena alternativa para lugares públicos como los colegios o los centros comunitarios, porque generalmente disponen de mayor área de captación (área techada).

e.- Sostenibilidad

Son prácticas de bajo costo que se aplican en diversas zonas de Nicaragua. Estas han sido incorporadas y apropiadas por las familias en zonas rurales, porque ofrecen una solución al problema del aprovisionamiento del agua y su calidad. Los trabajos que requieren son sencillos: la limpieza y mantenimiento de los techos, asegurarse de que los canales estén fijos y bien acoplados para evitar fugas de agua y revisar y limpiar periódicamente el filtro. Es sostenible en el tiempo, ya que el programa ha sido diseñado para fortalecer la capacidad de la comunidad de desarrollar sus propias soluciones para el futuro.

f.- Bibliografía

- Georg Fischer S. A., Suiza y Mercy Ships Nicaragua. (2005). *Informe Final de Proyecto: Captación de Agua de Lluvia: Creando un futuro sostenible a través de la captación de agua lluvia y educación ambiental en San Jacinto, Nicaragua*. San Jacinto: Georg Fischer S. A., Suiza y Mercy Ships Nicaragua. [Disponible en línea.](#)
- Gould, J. y Nissen-Peterson, E. (1999). *Rainwater*

Catchment Systems for Domestic Supply: Design, Construction and Implementation. London: Intermediate Technology Publications.

- Vega, E., Hugo, V., Obregón, S. y otros (2011). *Sistema de captación de agua de techo*. En, E. Vega, V. Hugo, S. Obregón y otros (2011), *Guía Metodológica de Alternativas Técnicas de Agua, Guía No. 3*. (pp. 10-13). Nicaragua: Programa Especial en el marco de la Seguridad Alimentaria y Nutricional Nacional (PESA), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [Disponible en línea.](#)

Experiencias en otros contextos

- Beekman, G. (28 de junio del 2016). La Experiencia Brasileña y del MERCOSUR en Lucha Contra la Desertificación y Mitigación de los Efectos de la Sequía. En IICA y Soluciones Prácticas (28 de junio del 2016), *Curso virtual: "Buenas Prácticas e innovaciones tecnológicas en siembra y cosecha de agua"*. Proyecto GIAAF, IICA y Soluciones Prácticas. [Disponible en línea.](#)

g.- Contacto

Tatiana Vera
Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua (Funica)
Correo: tvera@funica.org.ni
<http://funica.org.ni/index/>

El tanque de 71 m³ recolecta agua de los edificios adyacentes. Foto: [Georg Fischer & Mercy Ships](#)



2.9. "Lagunetas", prácticas locales de captación de agua en minipresas. Nicaragua

a.- Descripción general

La tecnología de captación de agua en minipresas "lagunetas" consiste en captar el agua proveniente de quebradas, zonas de descarga de ríos o zonas de pasturas, aunque en algunos casos puede hacerse con el desvío de pequeños ojos de agua o riachuelos que tengan permanencia en el suministro de agua (Bendaña, 2012).

El agua se canaliza hacia fuentes superficiales de mayor tamaño, denominadas lagunetas, que son construidas cerrando la boca de un pequeño valle, microcuenca, hondonada o vertiente, mediante una presa, o levantando un dique para detener el escurrimiento del agua y crear el embalse. También puede hacerse con movimientos de tierra o excavaciones en la parte baja de un valle, ya sea usando maquinaria o a mano. Dependiendo de su tamaño, las lagunetas deben ser revestidas con plástico, cemento, geomembrana o arcilla. Una variante son las intercepciones en cauces pequeños con micropresas desmontables, que utilizan sacos llenos de arena, piedra, champones de piedra y tierra, entre otros materiales (Bendaña, 2012).

Estas técnicas se complementan con el cercado de las fuentes de agua u ojos de agua, así como con la forestación con especies de poco consumo de agua que evitan la erosión y la contaminación, como la que produce el lavado de productos químicos cerca de la fuente.

Las lagunetas o embalses tiene usos muy diversos: sirven como fuente de agua para microrriego; como abrevaderos para el ganado, aunque no de forma directa; para el consumo humano, pero con tratamiento previo del agua, y también se las usa para la cría de peces (Bendaña, 2012).

b.- Objetivo de uso

Las lagunetas son técnicas localizadas de cosecha de agua que consisten en infraestructuras, las cuales posibilitan el almacenamiento y, por ende, el aumento de la disponibilidad de agua para el ganado y el riego suplementario de pequeñas parcelas agrícolas en la época seca, además de que favorece la producción de peces.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

Nicaragua forma parte del "corredor seco" de Centroamérica, con el 30.1 % de su territorio afectado por la sequía, y con precipitaciones de menos de 800 mm por año. Esta tecnología ha sido aplicada en la zona central y norte del país; por lo que su efecto tiene una dimensión nacional (Bendaña, 2012).

Diversas entidades han promovido esta práctica, entre ellas FAO y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Asimismo, está la experiencia del Fondo Latinoamericano para el Arroz de Riego (FLAR), con el apoyo del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Foto: Agri Cultures Network



d.- Costos y beneficios

El costo para la construcción de una laguneta depende del tipo, de la forma y de la capacidad de la misma. A continuación, se muestran los costos aproximados de las formas alternativas de construcción de lagunetas: el costo promedio para esta alternativa tecnológica, aprovechando la depresión natural del terreno, es de USD\$385, con una capacidad de 70 m³. Para la misma capacidad, pero con revestimiento de arcilla, se tendrá un costo promedio de USD\$214 (sin considerar el costo de traslado de maquinaria). Para zonas con suelos permeables, se puede utilizar revestimiento de plástico, cuyo costo promedio es de USD\$465. Para disminuir estos costos, se sugiere incluir mano de obra familiar y utilizar los recursos de la zona (Vega, 2011).

Los beneficios:

- Al instalarse en quebradas eventuales, facilita el almacenamiento de agua de manera directa mediante la intercepción del flujo, por lo que no se requieren sistemas de captación o aducción muy largos.
- Pueden durar más de 3 o 4 años y requieren poca mano de obra. Las aguas pueden quedar almacenadas en suspensión o en depósito, dependiendo de la estabilidad de los diques, que a su vez están supeditados al régimen de la quebrada.
- El bajo costo de la inversión que requiere la tecnología facilita el acceso de los pequeños productores a este tipo de infraestructura para riego.

e.- Sostenibilidad

Su sostenibilidad reside en la alta capacidad de multiplicación de la propuesta. Estas prácticas se replican en diversas zonas de Nicaragua debido a su bajo costo, a su pequeña escala y a que son básicamente familiares.

f.- Bibliografía

- Bendaña García, G. (2012). Captación de agua en lagunetas o embalses. En G. B. García, *Agua, Agricultura y Seguridad Alimentaria en las Zonas Secas de Nicaragua* (p. 86). Managua: Acción Contra el Hambre y la FAO. [Disponible en línea.](#)
- Flar Arroz. (16 de mayo del 2014). *Rainwater Harvesting / Cosecha de Agua - Nicaragua* [Archivo de video]. [Disponible en línea.](#)
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). (enero del 2011). *Cosechemos y Protejamos el Agua, Edición No. 18*. Nicaragua: Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). [Disponible en línea.](#)
- Vega, E., Hugo, V., Obregón, S. et al. (2011). Obras de captación de aguas superficiales. En E. Vega, V. Hugo, S. Obregón y otros, *Guía Metodológica*

de *Alternativas Técnica de Agua, Guía No. 3*. (pp. 13-26). Nicaragua: Programa Especial en el marco de la Seguridad Alimentaria y Nutricional Nacional (PESA), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [Disponible en línea.](#)

Experiencias en otros contextos

Radulovich, R., Rodríguez, R. y Moncada, O. (1994). *Captación de Agua de Lluvia en el hogar rural*. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie). [Disponible en línea.](#)

g.- Contacto

Tatiana Vera (Funica)
Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua (Funica)
Correo: tvera@funica.org.ni
Web: <http://funica.org.ni/index/>

2.10. Captación de techos a microrreservorios enterrados para diversos usos. Telica, León, Nicaragua

a.- Descripción general

Esta es una tecnología que capta el agua de lluvia de los techos de las casas y la conduce mediante canales a un microrreservorio construido por debajo del nivel del suelo. El elemento principal de la tecnología es el microrreservorio, el cual “se construye donde no ocupe mucho espacio, ni requiera gran cantidad de recursos, debe ir situado cerca al sistema de recolección o de la fuente de agua, su forma es la de un trapecio, con inclinaciones aproximadas al 20 % de pendiente, (y) es impermeabilizada con plástico negro calibre 1000”. En cuanto a la capacidad, esta varía en función del uso que se le quiera dar, por ejemplo “para el riego se requiere un reservorio con una capacidad de recolección de agua de al menos 200 m³; para la crianza de tilapias se requiere de 1 m³ de agua por cada 5 a 8 peces” (Villanueva, s. f.).

Las dimensiones de las fosas (microrreservorio) pueden ser diversas, pero sí se debe tener en cuenta la dimensión comercial del plástico (impermeabilizador), por ejemplo: “la profundidad no puede exceder los 2 m, debido a que el plástico comercial disponible mide 2.20 m de ancho, 2 m se dejarán para cubrir la superficie y los 20 cm se utilizarán para el traslape o unión de los cortes” (Villanueva, s. f.).

Reservorio enterrado captado de techo de casa.

Foto: [Cosecha de agua](#)



Del manejo de la tecnología dependerá la vida útil de la misma. Cuando se tengan excesos de lluvia, se debe utilizar la tubería de drenaje; y en épocas de sequía, se debe proteger el plástico que recubre la fosa (se puede utilizar material vegetal).

b.- Objetivo de uso

El objetivo de la tecnología es captar y conservar el agua de la lluvia para darle uso en temporadas en las que no haya precipitación, y utilizarla tanto para el riego, para suministrar al ganado o para la limpieza de las instalaciones, como para la agricultura familiar, la alimentación de los cerdos, la producción de peces y otros.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

En la microcuenca Las Marías, del municipio de Telica, León, en Nicaragua, se presentan inviernos marcados en los que los techos de las casas reciben una gran cantidad de agua, generalmente desperdiciada porque corre como río sin cauce, lo que origina la erosión y produce daños en los cultivos. Para aprovechar la abundancia de lluvias que se da pocos meses del año, seguidas de períodos de sequía, la tecnología aplicada resultó apropiada y susceptible de ser replicada.

Diferentes instituciones en Nicaragua vienen apoyando este tipo de tecnología, entre las que se destaca la Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua (Funica).

d.- Costos y beneficios

Los costos varían de acuerdo a la zona, la participación de la familia, el objetivo de uso y el tamaño de la obra. Generalmente, el costo de construcción del reservorio puede oscilar entre los USD\$100 y USD\$250. En el caso de aprovecharlo para la crianza de tilapias, debe sumársele USD\$250 para la compra de unos 600 alevines y el alimento para 6 meses (Villanueva, s. f.).

Los beneficios son:

- Contar con el riego ha incentivado a las familias a implementar una nueva forma de producción, más intensiva y con productos a buen precio.
- Aprovechamiento de las aguas pluviales en la época lluviosa.
- Brindar seguridad a los productores para el riego de verano.

- Permitir la utilización de las parcelas en la época seca.
- Proporcionar una forma alternativa de producción de peces.
- Permitir una mejor alimentación de las familias
- Requiere poca inversión de materiales.
- No requiere grandes conocimientos para su adopción.

e.- Sostenibilidad

La tecnología es sostenible porque permite implementar una nueva forma de producción con la que se provechan las aguas pluviales, se reduce el daño por escorrentías que perjudica la capa fértil del suelo y se logra el desarrollo de las familias. Además, es económicamente sostenible, ya que puede ser replicada con facilidad y sin mucho costo.

f.- Bibliografía

- Vásquez, M., Vásquez, M., Antonio G., y otros. (2003). *Identificación y validación de técnicas de captación de agua para la producción agrosilvopastoril en la microcuenca Las Marías del mu-*

nicipio de Telica - León. (Ficha Técnica Código No 051-2-1 -06-03- 2003). Nicaragua: Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua (Funica), Universidad Nacional Agraria. [Disponible en línea.](#)

- Villanueva, R. (s. f.). *Reservorios.* [Ficha técnica Código No CAG 004]. Centro para la investigación, la promoción y el desarrollo rural (Cipres). [Disponible en línea.](#)

g.- Contacto

Matilde Somarriba
Universidad Nacional Agraria de Managua
Correo: Matilde.Somarriba@una.edu.ni
Web: <http://www.una.edu.ni/>



Reservorio enterrado captado de techo de casa. Foto: [Cosecha de agua](#)

2.11. Excavación de vigiñas. Oruro, Bolivia



Las vigiñas son una práctica que complementa agua para el ganado. Foto: La Razón, Bolivia

a.- Descripción general

Según el periódico La Patria (17 de septiembre de 2009, p. 2), que refiere a un reporte del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) sobre el tema, “son excavaciones del suelo con diámetros aproximado de 10 a 20 metros y una profundidad de 1 a 2,5 metros. Estas tecnologías permiten contar con agua para la época seca (bebida de animales) y ayuda al rebrote y crecimiento de especies forrajeras”. Asimismo, las vigiñas o qotañas pueden ser de diferentes tamaños y capacidades de almacenamiento, según el requerimiento de agua y disponibilidad de áreas para su construcción.

De acuerdo con Willy Choque, (2014), “las vigiñas son depósitos de agua excavados en la superficie del suelo a manera de cono invertido, mediante los cuales se puede almacenar o cosechar agua en la época de lluvias para utilizarla en la época seca, cuando las otras fuentes disponibles, como los ríos temporales y otros, se han secado” (p. 2).

b.- Objetivo de uso

El objetivo de la tecnología es almacenar agua en épocas de lluvia (de diciembre a febrero), para ser utilizada en la época seca, principalmente para el consumo de los animales, para la siembra de pastos y, en algunos casos, para el uso de las propias familias.

Son técnicas muy antiguas, utilizadas en la zona de Oruro, en Bolivia, y en zonas alto andinas del Perú.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

Conforme con lo referido por Choque (2014), en el Municipio de Toledo, provincia de Oruro, en Bolivia, existen cerca de 2000 vigiñas. El Municipio de Toledo corresponde a la región biogeográfica Puna Seca, sus límites altitudinales están entre los 3600 y 3800 m s. n. m., con una temperatura media de 9.04 °C y una precipitación anual de 321.67 mm.

La misma fuente sostiene que el Gobierno Municipal de Toledo (Oruro) y la ONG Jaraña han trabajado en la excavación de vigiñas como una alternativa al abastecimiento de agua de consumo. Esta ha sido inventariada como una tecnología apropiada por el proyecto TAAF Meso Andino, del IICA.

d.- Costos y beneficios

Son de bajo costo debido a sus dimensiones. El trabajo inicial de construcción del reservorio es el principal gasto, pero es asumido por las propias familias. Los trabajos de mantenimiento de las vigiñas demandan menos mano de obra aunque debe hacerse de todas formas cada año, pues por sedimentación pueden perder su capacidad de almacenamiento.



Foto: [Programa Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas \(PMA\)](#)

Según FAO (s. f.), para albergar una capacidad aproximada de 400 000 litros de agua, esta debe recolectarse durante los 4 meses que dura la época de lluvias. El reservorio abastece de agua durante los 8 meses siguientes para las necesidades del ganado vacuno, con una disponibilidad estimada de 1.5 m³ por día (p. 51). Además, en términos económicos de mano de obra, la qotaña referida tuvo un costo de USD\$200.

Tal como lo menciona Choque (2014), “esta práctica se dirige al problema de las sequías buscando incrementar la disponibilidad de agua para el consumo humano y el ganado en épocas de estiaje” (p. 2).

Otros beneficios:

- Estos sistemas han permitido que los ovinos (principal recurso pecuario de la zona) cuenten con aprovisionamiento de agua durante los períodos secos.
- Permite que otras especies cuenten con agua.
- Al ser temporales y construidas en tierra, no acumulan parásitos que afecten el ganado.

e.- Sostenibilidad

Anteriormente, las vigiñas se excavaban manualmente; en tanto que ahora se hace con ayuda de maquinaria. Muchas familias han logrado replicar esta técnica a nivel privado. Se ha encontrado a un productor que cuenta con dos vigiñas grandes, con capacidad de al-

macenamiento de 1400 y 2000 m³ (500 a 800 % más que las demás). Con estas dimensiones, las vigiñas mantienen agua durante todo el año e incluso podrían abastecer a 2 o 3 ha para el riego localizado.

f.- Bibliografía

- La Patria. (17 de septiembre del 2009). *Las Vigiñas: Una Alternativa para el almacenamiento de agua*. Oruro: La Patria. [Disponible en línea](#).
- IICA. (diciembre del 2013). *Tecnologías campesinas vinculadas a eventos climáticos en sistemas de producción de ganadería ovina en el altiplano boliviano*. TAAF Meso Andino, IICA. [Disponible en línea](#).
- Choque, W. (2014). *Proyecto: tecnologías de adaptación al cambio climático desde la agricultura familiar - Taaf Meso Andino*. [Disponible en línea](#).
- FAO. (s. f). *Asistencia a los países andinos en la reducción de riesgos y desastres en el sector agropecuario*. [Disponible en línea](#).

g.- Contacto

Willy Choque
Investigador
Proyecto FonCT IICA TAAF Meso Andino
Correo: choque.m@gmail.com
Web: <http://www.taafmesoandino.pe.iica.int/>

2.12. Monitoreos participativos de agua con uso de bioindicadores. Cajamarca, Perú

a.- Descripción general

Según Cárdenas (2006), “(u)n bioindicador es un organismo vivo que puede ser desde un microbio, un insecto o un pez, hasta una planta o alga, que nos permite cuantificar y calificar el nivel y evolución de la contaminación presente en un sistema acuático determinando en virtud de su sensibilidad diferencial a diversas sustancias tóxicas”.

El mismo autor antes mencionado indica que “el muestreo de los macroinvertebrados se une al muestreo de la calidad química del agua. La razón para esto es bastante simple. El proceso de identificar la contaminación de los riachuelos usando solo el análisis del agua toma mucho tiempo y solo proporciona información limitada con respecto al momento del muestreo. Aun la presencia de peces puede no brindar información sobre un problema de contaminación porque los peces se pueden alejar para evitar el agua contaminada y luego regresar cuando las condiciones mejoran. Sin embargo, la mayoría de los macroinvertebrados del fondo del riachuelo no pueden mudarse para evitar la contaminación. Por ello, una muestra de macroinvertebrados puede servir como indicador de la calidad del agua, al brindar más información sobre la contaminación o la calidad general del agua que no se encuentra al momento de tomar la muestra”.

La tecnología consiste en el monitoreo participativo de las comunidades, instituciones y autoridades, para hacer el muestreo de los bioindicadores. Cabe señalar que es importante la intervención de entidades que validen y verifiquen los análisis llevados a cabo en los distintos canales y ríos de la zona de influencia de las operaciones.

b.- Objetivo de uso

Utilizar los bioindicadores como herramientas de fácil manejo, para que la comunidad, de forma participativa y transparente, pueda cuidar y vigilar in situ la calidad de sus aguas y determinar el riesgo de contaminación, muchas veces alterada por múltiples actividades.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

En Cajamarca, uno de los mayores conflictos es la contaminación del agua por uso minero y agrícola. La minería utiliza el agua que se encuentran en la cabecera de las cuencas, lo que perjudica mayormente a los pobladores más vulnerables: los campesinos. La aplicación de la tecnología se desarrolló en la comu-

nidad de Yanacancha, que está ubicada en el sector de Quebrada Honda, en el ámbito del proyecto minero Yanacocha, en la región de Cajamarca, Perú. La comunidad de Yanacancha disponía de la Quebrada Honda para alimentarse de sus truchas, pero con la aparición de la mina, en 1992, estas fueron desapareciendo. En este proyecto, además, los datos útiles sobre los macroinvertebrados del fondo del riachuelo son fáciles de recopilar, sin necesidad de requerir de un equipo costoso.

Esta comunidad, con el apoyo de Soluciones Prácticas y la Mesa de Diálogo y Consenso CAO (ambas mesas financiadas por el Banco Mundial) implementaron un monitoreo participativo para la calidad del agua. La auditora Stratus Consulting realizó el estudio de cantidad y calidad del agua con el uso de bioindicadores en el área de influencia de la mina.

El estudio de bioindicadores condujo a la conclusión de que la cantidad y calidad del agua se ven alteradas por la actividad minera, y en mayor proporción en áreas cercanas a ella. Asimismo, el estudio determinó que el impacto disminuye a mayor distancia de ella, río abajo.

d.- Costos y beneficios

Las ventajas del uso de bioindicadores radican en su bajo costo y resultados inmediatos. Estos reflejan, con información actual, el cambio en ciertos factores ambientales que impactan en ciertas especies. Su uso es ideal para la vigilancia ambiental en cuencas hidrográficas. Una de las limitaciones de los métodos biológicos es que requiere de un conocimiento previo de la respuesta de determinadas especies, en este caso, a la calidad del agua. Por esa razón, debe haber una base previa de patrones de control que sea verificado por alguna entidad reconocida.

Algunos beneficios:

- Presenta bajos costos.
- Resultados inmediatos.
- Reflejan información actual y pasada.
- Hace idónea la vigilancia ambiental en cuencas hidrográficas (Cárdenas, 2006).

e.- Sostenibilidad

La sostenibilidad depende de la aceptación social que tengan los interesados respecto de la calidad del agua de las fuentes. En Cajamarca, los monitoreos son



Monitoreo participativo realizado conjuntamente entre la población, la empresa minera y funcionarios del Estado. Esto permite construir confianza en la calidad del agua. Foto: [Yanacocha](#).

participativos, y mientras el acuerdo persista entre las partes (para el uso de los bioindicadores), esta práctica se mantiene.

f.- Bibliografía

- Cárdenas, A. (2006). *Implementación de un bio-monitoreo participativo de calidad de agua para la sostenibilidad social y ambiental del canal de riego campanario*. Soluciones Prácticas y ITDG. [Disponible en línea](#).
- Gestión integral del agua en agricultura familiar (GIIAF), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (23 de mayo del 2016). *Cambio climático en el Perú* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#). Yanacocha. (s. f.). *Monitoreo permanente de la calidad del agua*. [Disponible en línea](#).

g.- Contacto

Roberto Montero Palacios
Gerente de Agricultura, Bosques y Mercados
Soluciones Prácticas
Correo: rmontero@solucionespracticas.org.pe
Web: www.solucionespracticas.org

2.13. Vigilantes del agua. Brasil

a.- Descripción general

Vigilantes del agua es una tecnología que consiste en el monitoreo de la calidad del agua basado en la participación de la población local. Esta tecnología innovadora en educación ambiental tiene como principio la capacitación de grupos voluntarios para el monitoreo participativo de la calidad del agua en la cuenca hidrográfica. Para ello, es fundamental el conocimiento de los parámetros de evaluación de la calidad del agua como una forma de orientar acciones de conservación de los recursos naturales para garantizar una mayor disponibilidad hídrica.

Los vigilantes del agua son los responsables del monitoreo periódico del agua, junto con los técnicos agrícolas y educadores sociales de la región. Con ese fin, reciben equipos simplificados de monitoreo certificados por el programa Global Water Watch (GWW), que evalúa los parámetros bacteriológicos tales como *Escherichia coli* y otros coliformes. Estas actividades son complementadas con acciones educativas que proporcionan un efectivo cambio de concepto de la “calidad de vida” para las familias.

b.- Objetivo de uso

La tecnología tiene por objetivo el monitoreo de la calidad de las fuentes de agua utilizadas para consumo humano, basado en la capacitación y formación de agentes ambientales de la propia comunidad (Vigilantes da Água).

Trabajo de toma de muestras de los vigilantes. Foto: Enio Girão



c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

“La experiencia desarrollada en las pequeñas cuencas y reservorios muestra que el control de la calidad del agua, por la comunidad, despierta el interés de las personas para ser agentes locales de transformación socioeconómica, por medio de la formación del grupo de vigilantes del agua. Acciones que parten de un diagnóstico inicial de las cuestiones ambientales y la caracterización de la calidad del agua son trabajadas con el propósito de sensibilizar y capacitar a las personas para el uso adecuado del recurso hídrico y la conservación del ambiente, basados en los recursos disponibles en la cuenca” (Moscoso *et al.*, p. 140).

La principal experiencia se ubica en el Estado de Ceará, en Brasil, en 7 de sus 11 cuencas hidrográficas, en el que las acciones de monitoreo de la calidad del agua son importantes para los pobladores en ciertas fuentes hídricas, como la represa de Santa Bárbara, las cisternas de Valtecino y Vanessa (pobladores locales), los reservorios Campina Alegre y Grande, y el filtro de la escuela, todos monitoreados por los actores ambientales.

Algunas de las instituciones que han promovido esta tecnología son: la Universidad de Auburn (Alabama/ Estados Unidos de América), el Fondo Cristiano para la Infancia, la Universidad Federal de Ceará (UFC), la Universidad del Estado de Ceará (Uece), el Instituto Federal de Educación Tecnológica de Ceará (IFCE), Cáritas Diocesana, el Grupo Asistencial Paulo y Esteban, Konrad Adenauer Foundation, la Superinten-

dente Estatal de Medio Ambiente (Semace), el Proyecto Mata Branca (Conpam/Banco Mundial), la Agencia para el Desarrollo Local Co-producido (Adelco), los gobiernos municipales, los líderes y las comunidades rurales involucradas.

d.- Costos y beneficios

Aun cuando no existe información precisa sobre los costos de inversión de la tecnología por parte de las entidades promotoras, es importante destacar que dependen de la participación efectiva de la comunidad. Sin embargo, los beneficios son altos. La referencia hace mención a que en la zona de aplicación se vio una reducción de hasta el 80 % de las tasas de infección.

Algunos beneficios:

- Proporciona una mejor calidad de agua a las familias rurales.
- Disminuye el riesgo de enfermedades relacionadas con el agua.

e.- Sostenibilidad

La sostenibilidad está en función de la capacidad de organización de la población para poder monitorear la fuente de agua y los sistemas, además de la educación que deben recibir los pobladores sobre el cuidado y calidad del agua para mejorar su calidad de vida y preservar los recursos para las futuras generaciones.

Para la experiencia en mención, Embrapa (Empresa brasileira de pesquisa agropecuaria) tiene interés en apoyar estudios para el biomonitorio de la contaminación hídrica en las cuencas hidrográficas por medio de insectos y anélidos. Esta técnica permitirá a los propios habitantes conocer la situación de la contaminación de los cuerpos hídricos típicos de la región semiárida de una forma más fácil.

f.- Bibliografía

- Figueirêdo, M. C. B., Vieira, V. P. P. B., Mota, S., Rosa, M. F., Araújo, L. F. P., Girão, Ê. G., Ducan, B. L. (2009). Monitoramento comunitário da qualidade da água: uma ferramenta para a gestão participativa dos recursos hídricos no semi-árido. *Revista de Gestão de Águas da América Latina - REGA*, 5(2). [Disponible en línea.](#)
- Moscoso Cavallini, J., Oakley, S., Egocheaga Young, L. (Eds.). (2008). *El Agua como Recurso Sustentable y de uso múltiple* Santiago de Chile: Catalonia. [Disponible en línea.](#)
- Siste, C. E., Girão. E. G., Duncan, B. L., (octubre del 2009). Manual práctico para formação e capacitação de grupos comunitários em métodos de

monitoramento de qualidade da água - módulo II: avaliação bacteriológica da água. En *Documentos*, 120. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. [Disponible en línea.](#)

- Sousa, F. D. M., Girão. E. G., Gomes, R. B., Siste, C. E. (octubre del 2011). Protocolo de garantia de qualidade dos dados do monitoramento bacteriológico. En *Documentos*, 138. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. [Disponible en línea.](#)

g.- Contacto

Enio Giuliano Girão
Embrapa Agroindústria Tropical
Correo: enio.girao@embrapa.br
Web: <https://www.embrapa.br/agroindustria-tropical>





TECNOLOGÍAS DE MANEJO DE AGUA EN LA PARCELA

3.1. Los macrotúneles de control de evapotranspiración. Honduras, Centroamérica



Macrotúneles aplicados a la producción de semilla de tomate. Tegucigalpa, Honduras. Foto: COLPROCAH

a.- Descripción general

La tecnología consiste en la construcción de estructuras pequeñas (5 m de ancho por 16 m de largo) en forma de túneles que sirven para proteger los cultivos, especialmente a las hortalizas. En su fabricación, se utilizan varillas de hierro, que forman un arco al empotrarse al piso, sostenidas por postes con palos rollizos y unidas a alambres galvanizados a los cuales se amarra una cubierta plástica, que tiene propiedades de protección frente a los rayos ultravioleta. Estas cubiertas son temporales y permiten proteger cultivos como el perejil, el apio, la lechuga, el rabanito, el tomate, entre otros.

b.- Objetivo de uso

El objetivo principal de los macrotúneles es controlar los excedentes de precipitación que afectan el cultivo de hortalizas, lo que causa su pérdida total o reduce su calidad por disminución del tamaño, el color o por la salpicadura de hongos en las hojas, las cuales ocasionan la pudrición y el maltrato del follaje. Esta situación es crítica, ya que puede conllevar al

incumplimiento de compromisos comerciales con los clientes que esperan entregas homogéneas y constantes. Además de proteger los cultivos de los excedentes de lluvias, los macrotúneles ofrecen protección frente a los cambios de temperatura, las plagas y otras amenazas.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

Destacan las experiencias de Alimentos Sanos Orgánicos de Productores de Lepaterique (Asoprol) en agricultura orgánica, desarrolladas en el municipio del mismo nombre, en el departamento de Francisco Morazán, en Honduras. Esta zona tiene un clima templado, con una altitud media de 1484 m s. n. m. y con una temperatura promedio anual de 25 °C.

La experiencia de Asoprol ha sido impulsada por diversas entidades, entre ellas la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (Cosude), PyMerural y el Programa Nacional de Desarrollo Agroalimentario de Honduras.

d.- Costos y beneficios

De acuerdo con sus promotores (Gómez y Vásquez, 2011, p. 17), el costo de construcción de un macrotúnel de 80 m asciende a HNL5615 (70.19 L/m), a un tipo de cambio referencial de HNL 18.89 por cada USD\$ 1, en valores del año 2010. Asimismo, se estima que el tiempo máximo de duración de la instalación es de 3 años y se pueden obtener dos ciclos anuales de apio y perejil.

Teniendo en cuenta su aplicación para el cultivo de apio y perejil, la misma fuente destaca entre los principales beneficios los siguientes:

- Aumenta el rendimiento en comparación con el cultivo al aire libre (37 % en apio y 25 % en perejil).
- Mejora la calidad del producto (mayor grosor del tallo, color intenso y sin daño por lluvia o granizo).
- Reduce el costo de mano de obra (15 % en apio y 6 % en perejil).
- Facilita el deshierbe de malezas.
- Incrementa el margen neto de apio, desde 9 % al aire libre a 33 % bajo macrotúnel.
- Incrementa el margen neto de perejil, desde 45 % al aire libre a 54 % bajo macrotúnel.

e.- Sostenibilidad

Esta tecnología aplica para zonas de clima templado, donde la temperatura promedio sea menor de 24 °C y cuando el exceso de lluvias sea un factor limitante para el cultivo de hortalizas. Los macrotúneles se pueden construir con facilidad y a bajo costo, en la medida en que en su fabricación intervienen mano de obra y materiales locales. Gracias a estas características existe una alta demanda de los productores, de manera que cada vez más entidades públicas y privadas promueven su adopción.

f.- Bibliografía

- Acisenlace. (28 de junio del 2011). *Macrotúnel, un cultivo para la Soberanía Alimentaria* [Archivo de video]. [Disponible en línea.](#)
- Fomilenio - Chemonics – PDP. (22 de junio del 2010). *La tecnología del Macrotúnel, utilizada en el cultivo de hortalizas* [Archivo de video]. [Disponible en línea.](#)
- Global Water Patnership. (s. f.). *Macro túneles para optimizar la producción de hortalizas y el uso del agua*. Hoja Informativa, Costa Rica, Tegucigalpa, Honduras: GWP Centro América. [Disponible en línea.](#)
- Gómez, D. y Vásquez, M. (2011). *Macrotúnel. Serie: Producción orgánica de hortalizas de clima templado*. Tegucigalpa: PyMerural y Pronagro. [Disponible en línea.](#)

g.- Contacto

Programa Pymerural Tegucigalpa, Honduras
Correo: info@swisscontact.org.hn
Web: www.pymerural.org

3.2. Sistemas de riego intermitente o de manejo de multicompuertas. Sinaloa, México



Apertura de multicompuertas. Foto: Point de tecnificado por gravedad.

a.- Descripción general

El sistema de riego intermitente o de manejo de multicompuertas consiste en aplicar una cierta lámina de riego mediante pulsos o intermitencias a intervalos de tiempo definidos, con la finalidad de mejorar la eficiencia de aplicación del riego por gravedad, “logrando eficiencias mayores al 80 %” (Beláustegui y Mustieles, 2010). Estos sistemas controlan los volúmenes de agua definidos para los surcos.

La implementación de la tecnología consiste en instalar tuberías (superficiales o enterradas) o mangas multicompuertas (superficiales) a lo largo de los sistemas de conducción, y se complementa con válvulas de compuerta en cada toma. Las válvulas son de conexión rápida para abrir o cerrar el paso de agua y lograr la intermitencia.

La tecnología permite humedecer el suelo por tramos utilizando “un efecto natural que tienen todos los suelos en mayor o menor medida. Y este es la disminución de la capacidad de infiltración que tiene un suelo cuando, una vez mojado, se retira el agua y se deja ‘descansar’ por un corto tiempo” (Nalvarte y Canchari, s. f.). Para ello, se deben hacer cálculos previos relacionados con la velocidad de avance, la velocidad de infiltración y el volumen y el tiempo de saturación.

La metodología de la tecnología comprende dos etapas durante el riego: avance y remojo. Se comienza con el avance, período que tiene como finalidad hacer un mojado rápido de todo el surco. Esto se logra mediante los pulsos de agua en el surco, tarea que consiste en alternar un período de escurrimiento de agua con otro, de similar duración, de reposo del suelo. Se finaliza con el remojo, que consiste en abrir el flujo de agua un tiempo determinado y cortarlo por la misma duración, de modo que el volumen de agua aportado durante ese período sea capaz de infiltrarse en su totalidad a lo largo del surco (Nalvarte y Canchari, s. f.).

b.- Objetivo de uso

El objetivo de la tecnología es mejorar la eficiencia de aplicación del agua en riego por gravedad, reducir las pérdidas por percolación y desagüe (final de surco), además de uniformizar la distribución de humedad de todo el surco, para permitir la aplicación de fertirriego.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

Este sistema se ha aplicado en muchas zonas del mundo para cultivos como arroz, maíz, plátanos, ajíes, entre otros. En el Perú, se ha aplicado en el cultivo de arroz.

Esta tecnología ha cobrado importancia en la agricultura de Sinaloa, en México, especialmente en la producción de maíz, en el que ha mostrado un alto rendimiento. Sinaloa se encuentra al noreste de México, es el estado de mayor producción alimentaria de ese país, y tiene un clima subhúmedo, con una temperatura media anual de 25 °C y una precipitación pluvial promedio de 830 mm.

La tecnología es ideal para zonas deficitarias de agua o para donde haya la necesidad de controlar la salinidad del suelo. Se instalan mayormente en sistemas colectivos de baja presión, en los que la multicompuerta permite regular el riego en función de láminas y frecuencias de riego especificadas previamente. Se aplica en sistemas de riego colectivo con una conducción de baja presión en sistemas de canal o tubería.

Una entidad que ha desarrollado este tipo de tecnología es el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap) de México.

d.- Costos y beneficios

Los costos de instalación del sistema son bajos comparativamente con los rendimientos que se pueden obtener, sobre todo en zonas donde hay poca disponibilidad de agua o donde la salinidad del suelo puede ser un problema. El costo referido por el Programa subsectorial de Irrigaciones (PSI) del Ministerio de Agricultura y Riego del Perú es de USD\$700/ha para la costa.

En cuanto a los beneficios, se destacan:

- Al ser un sistema por gravedad, requiere de baja presión de funcionamiento (si se utiliza un sistema de bombeo, se estaría ahorrando energía).
- Disminuye la percolación profunda y el desagüe al final del surco, razón por la que tiene una alta eficiencia de aplicación y, por ende, ahorro de agua.
- Permite tener surcos de mayor longitud.
- Debido a que la técnica no posee partes complejas, tiene un bajo costo de mantenimiento.
- Existe la posibilidad de aplicar fertirriego sin el riesgo de perder fertilizantes por percolación.
- El equipo, por su sencillez, no requiere fuertes gastos (Beláustegui, 2010).

e.- Sostenibilidad

La tecnología del sistema de riego intermitente se basa en un método de riego sostenible. Posibilita mejorar la eficiencia de aplicación del agua, ayudando a disponer de recursos para poder producir más alimentos. Por su parte, Nalvarte y Canchari (s. f.) indican que las tuberías multicompuerta pueden ser hechas artesanalmente y que son fáciles de construir, por lo que

se constituyen como una alternativa de bajo costo que puede ser adoptada por los agricultores de bajos recursos económicos. Además, propicia el ahorro de agua y fertilizantes en el manejo agrícola.

f.- Bibliografía

- Beláustegui, S., Mustieles, A. (30 de julio del 2010). *Sistema de riego intermitente para el uso eficiente del agua*. Sinaloa: Agrosíntesis. [Disponible en línea](#).
- INTA SRL. (9 de marzo del 2014). *Sistema de Riego por Gravedad con Mangas y Multicompuertas* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).
- Ministerio de Agricultura. (s. f.). *Sistemas de riego por gravedad: Sistema de riego por caudal intermitente*. Hoja de divulgación del Proyecto Subsectorial de Irrigación. Arequipa: Ministerio de Agricultura. [Disponible en línea](#).
- Nalvarte, R. y Canchari, R. (s. f.). *Necesidades de agua y evaluación de los sistemas de riego intermitente y continuo en el cultivo del brócoli*. Lima: Programa de Investigaciones en hortalizas de la Universidad Nacional Agraria La Molina. [Disponible en línea](#).
- Sifuentes, E., Macías, J., Quintana, J., Correl, R., González, V. y Ojeda, W. (2011). *Tecnologías de Riego bajo condiciones de Escasez de Agua en Maíz*. Sinaloa: Fundación Produce Sinaloa, A. C. [Disponible en línea](#).
- Sinaloaproduce. (5 de noviembre del 2008). *Manejo eficiente del agua y fertilizantes (1/2)* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).
- Sinaloaproduce. (5 de noviembre del 2008). *Manejo eficiente del agua y fertilizantes (2/2)* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).

g.- Contacto

Ernesto Sifuentes Ibarra
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Fundación Produce Sinaloa A. C.
Correo: sifuentes.ernesto@inifap.gob.mx
Web: <http://www.fps.org.mx/>

3.3. Riego por mangas bajo sistemas de gravedad. Uruguay



Riego por mangas plásticas Foto: [Guillermo Simón](#)

a.- Descripción general

Las mangas son dispositivos de polietileno o polipropileno que se instalan a nivel de tomas de canal abierto. Dichas mangas permiten aplicar el agua al terreno por medio de perforaciones a distancias predeterminadas, en donde se instalan válvulas (compuertas). Esta tecnología busca incrementar la eficiencia del riego del arroz, utilizando las mangas como conducción del agua en el interior del terreno. Es necesario conocer con exactitud los caudales de riego, la cantidad de agua que se destina a cada sector de la chacra y los tiempos de riego.

La instalación de las mangas, se realizan después de la siembra, previo a un diseño en función de la pendiente, que permite precisar el espaciamiento entre manga y manga, además se planifica la estrategia de riego de cada módulo definido por las mangas, al conocer el área de los módulos se define el caudal necesario y tiempo de riego, con el objetivo de lograr una intermitencia del riego que asegure una adecuada condición hídrica del suelo en todo momento (suelo saturado o barro). Una vez que se empieza el riego, se procede a la colocación de las compuertas en las mangas. (Bandeira y Böcking, 2014, p. 3)

b.- Objetivo de uso

El objetivo de la tecnología es mejorar la eficiencia del riego del arroz sustituyendo las conducciones secundarias o los canales internos por mangas y compuertas. Asimismo, estas permiten controlar la cantidad de agua que se destina a cada sector del terreno y los tiempos de riego, para usar la cantidad necesaria de agua.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

En Uruguay se ha utilizado en zonas donde la eficiencia de riego es un problema y donde no se han podido implementar mecanismos de riego controlado y presurizado. Las mangas son una mejora del riego por gravedad, ideal para cultivos de arroz.

Según Bandeira y Böcking (2014), en este país, el cultivo de arroz es el de mayor magnitud en cuanto al gasto de agua, al registrar una evapotranspiración (ET) de 670 a 700 mm (6700 a 7000 m³/ha), dado que la disponibilidad de agua libre en el suelo evita que las plantas gasten energía en absorberla. Si a los 7000 m³/ha de la ET del arroz se le aplicara un coeficiente de eficiencia de riego de un 65 % a 70 % (valores alcanzables con adecuados manejos y controles), se necesitaría en la chacra unos 10 000 a 10 800 m³ de

agua/ha. A esta enorme cantidad, habría que sumar el agua que se pierde por las ineficiencias en la conducción desde la represa hasta la chacra (canales) y de la propia represa. Esto determina que la reserva de agua en una represa, para poder regar una chacra de arroz, sea del orden de los 13 400 y 14 400 m³/ha en los mejores casos, y superior a los 15 000 m³/ha en condiciones complejas de suelo y manejo.

Esta tecnología se puede utilizar a diferentes escalas, aunque a nivel de pequeñas parcelas se hace menos necesaria, porque podrían utilizarse otros métodos como el de impulsos.

d.- Costos y beneficios

La distancia entre mangas y/o el diseño de distribución deben estudiarse en profundidad. Hay que llegar a un adecuado balance entre la cantidad de mangas que se usan por hectárea (determinantes del costo del cultivo) y las necesidades y/o calidad de riego (determinante del gasto de agua y rendimiento en grano). Con mayor cantidad de tubo ventanas se mejoraría la eficiencia de riego, pero demandaría mayores inversiones iniciales, por lo que hay que determinar el punto de equilibrio.

La experiencia en Uruguay demostró costos de instalación de USD\$70/ha, con un tiempo de duración de las mangas de 2 años, lo que permite su reposición. El ahorro de agua es considerable, aproximadamente 1450 m³/ha (cerca del 10 %), la cual podría ser destinada para otros cultivos (en la experiencia se recomienda la soja) o aumentar el área de arroz.

Los beneficios son:

- Durante el manejo del sistema no se requiere de personal calificado, ya que será suficiente con la simple orientación, al encargado de realizar el riego, sobre qué mangas y compuertas debe abrir y cómo implementar una rotación de riego en cada chacra para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo.
- Disminuye la erosión teniendo en cuenta los grandes caudales y las pendientes, ya que si no se utilizarían las mangas, se tendría que trasladar el agua por canales de tierra, lo que causa erosión.
- Disminuye la pérdida que se tiene por conducción en comparación con los sistemas convencionales (canales de tierra).

e.- Sostenibilidad

Es de bajo costo, pero se justifica cuando hay una buena área a regar. El criterio de sostenibilidad ambiental es considerable, si se toma en cuenta que un impacto fuerte es prevenir la pérdida de suelo por per-

colación profunda excesiva. La sostenibilidad social es factible, si existe la posibilidad de invertir entre las organizaciones de usuarios en la mejora de los sistemas de gravedad abiertos a convertirlos en mangas.

f.- Bibliografía

- Agro Rural. (14 de febrero del 2008). *Pronamachcs - Proyecto Piloto de Riego Tecnificado* [Archivo de video]. [Disponible en línea.](#)
- Bandeira, S. y Böcking, B. (2014). *Riego de Arroz por Mangas: Aportes y conclusiones de la experiencia de 4 zafas de riego de arroz por mangas en sustitución de las conducciones secundarias o canales internos de tierra*. Salto: Donistar S. en C. [Disponible en línea.](#)
- Bandeira, S. y Böcking, B. (14 de febrero del 2014). *Riego de Arroz con Mangas Plásticas: En busca de la eficiencia y tecnificación del riego de arroz* [Presentación de PowerPoint]. [Disponible en línea.](#)
- Pyrriego. (26 noviembre del 2013). *Riego en arroz, sistema de riego por manga y compuertas* [Archivo de video]. [Disponible en línea.](#)

g.- Contacto

Héctor Javier Pirchi
EEA INTA Concepción del Uruguay
Correo: pirchi.hector@inta.gob.ar
Web: <http://inta.gob.ar/unidades/632000>

3.4. Pishku chaqui, redireccionamiento del agua de los ríos a través de acequias. Ecuador

a.- Descripción general

Es un sistema de riego en el que el agua del río o de la quebrada se redirecciona a través de una acequia principal. Cada cierta distancia se conduce una parte del caudal a una acequia secundaria, la cual posteriormente se divide en dos mediante el uso de champones formando una figura de “Y” invertida que se asemeja a una pata de pájaro. El agua, al finalizar su recorrido por las acequias terciarias, empieza un movimiento por gravedad y cubre la superficie del terreno por inundación, facilitando así el desarrollo de los cultivos (Martínez, 2013).

El *pishku chaqui* (q. pata de pájaro) es una tecnología especial para el riego de pastos (potreros) y también una técnica agroecológica que hace posible la fertilización de pastos con estiércol mediante los canales pequeños que ayudan a dispersarlo.

b.- Objetivo de uso

El objetivo de la tecnología es humedecer todas las zonas de cultivo para obtener un riego uniforme y con una mejor distribución del agua en la parcela.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

Esta práctica se desarrolla en la microcuenca de El Chimborazo, en Ecuador, en zonas donde el agua es limitada y se tienen problemas de eficiencia en la cobertura del riego. Esta microcuenca se encuentra desde los 3170 hasta los 5000 m s. n. m., con una superficie total de 16 522 ha. Debido a las condiciones hídricas de escasez de este recurso y del terreno en pendiente en zonas de ecosistemas de montaña de la región andina y mesoamericana, el suministro de agua se realiza mediante un método tradicional, transmitido por generaciones, conocido como *pishku chaqui* o “pata de pájaro”. Es aplicado para diversos cultivos.

Foto: IICA TAAF MESO ANDINO



El sistema fue estudiado como parte de los trabajos de tesis promovidos por el Proyecto TAAF Mesoandino, promovido por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) en colaboración con la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, La Universidad Nacional Agraria La Molina y CARE Perú.

d.- Costos y beneficios

El costo es bajo, ya que se reduce prácticamente al costo de mano de obra, dependiendo del tamaño de la parcela, caudal y pendiente a manejar, con un esfuerzo proporcional.

Los beneficios son:

- Permite la distribución uniforme del agua, si se aplica para regar pastizales.
- Como método de siembra de agua, permite distribuir el agua en una mayor área, logrando su infiltración.

e.- Sostenibilidad

A partir del Proyecto TAAF, se comprobó que los campesinos de la zona mencionada ponen en práctica este método ancestral en pequeñas parcelas. El sistema es transmitido entre generaciones y es una alternativa para mejorar la distribución del agua en la parcela.

f.- Bibliografía

- Martínez Olivo, M. (2013). *Tecnologías campesinas en el uso racional del agua, empleadas en sistemas productivos de altura vulnerables a eventos climáticos extremos, microcuenca del Río Chimborazo Ecuador*. Ficha Técnica, Conservación y Uso Racional del Agua. IICA TAAF Meso Andino. [Disponible en línea](#).
- Martínez Olivo, M. (2014). *Identificación y caracterización de tecnologías campesinas e indígenas en el uso racional del agua, empleadas en sistemas productivos de altura vulnerables a eventos climáticos extremos, en la microcuenca del río Chimborazo* (Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo) [Disponible en línea](#).
- Semira Comunicaciones. (30 de junio del 2014). *Video-TAAF Meso Andino*. (Minuto 9:00-10:19) [Archivo de Video]. [Disponible en línea](#).

g.- Contacto

Mayra Martínez Olivo
Investigadora de FonCT IICA TAAF Mesoandino
Correo: maya_g0122@yahoo.es
Web: <http://taafmesoandino.pe.iica.int/El-proyecto/quienes-somos.aspx>

3.5. Surcos y cancheros. Chimborazo, Ecuador



Foto: COSUDE

a.- Descripción general

Los surcos son las hendiduras que se realizan en el terreno para dar paso controlado (direccionado) al agua, por debajo de la superficie del cultivo. Según Martínez (2014), “los surcos se basan en uno de los métodos más comunes de riego superficial. Permiten que el agua se desplace en una línea recta entre las hileras del cultivo, mojando el área cultivable” (p. 2).

El tipo de surco dependerá de la pendiente del terreno: si es de baja pendiente, se utilizan surcos lineales, pero si se presentan pendientes relativamente fuertes, una opción a utilizar son los surcos en forma de “S” o cancheros (Ecuador), que también son usados en pendientes bajas, con la finalidad de tener un mayor control sobre la conducción del agua de riego. Asimismo, se puede usar este método para aumentar la longitud de los surcos, así como en suelos de texturas arcillosa, para mejorar la infiltración del agua. Se aplican también en cultivos de hortalizas y leguminosas. Cabe destacar la gran importancia que una buena nivelación tiene en la mejora de la práctica del riego, ya que por lo general justifica la inversión necesaria para realizar dichos trabajos.

Para hacer un buen diseño del sistema de riego por surcos, se deben tener en cuenta factores como el

suelo (pendiente, textura y profundidad), el cultivo y el sistema de distribución del agua en el predio.

b.- Objetivo de uso

El objetivo de esta tecnología es disminuir la erosión del suelo y mejorar el manejo del agua en la parcela. Es conveniente para parcelas de pendiente moderada e ideal para manejar turnos cortos de riego y caudales que normalmente pueden ser elevados. En general, reduce (regula) la velocidad de avance del agua, facilita una adecuada infiltración y reduce la erosión.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

Estas tecnologías son aplicables en lugares con suelos de mala estructura, en los que, en contacto con el agua de riego, se producen costras que inducen la compactación y reducen el intercambio gaseoso del suelo. Además, son útiles para algunos cultivos que son muy sensibles al encharcamiento, ya que, al sembrarse sobre la parte superior del surco, se evita mojar el cuello de la planta y el sistema radicular nunca se cubre por completo, por lo que se garantiza su aireación aun durante riegos de elevada duración (Faci y Playan, 1994, p. 19).

La experiencia fue promovida por el proyecto Tecnologías de Adaptación al Cambio Climático desde la Agricultura Familiar (TAAF Mesoandino), desarrollado en la zona de Chimborazo, en Ecuador.

d.- Costos y beneficios

El costo de mano de la obra para hacer los surcos es proporcional a la extensión del terreno, pero no representa grandes costos.

En cuanto a los beneficios, se destacan:

- Permite saturar el suelo para adaptarse a los turnos de riego, que generalmente son semanales (8 días).
- No requiere de una estructura altamente sofisticada, puesto que es suficiente mantener en buen estado las acequias y los surcos.
- En el caso de los surcos en “S”, permiten disminuir la fuerza del caudal de agua, para evitar la erosión del suelo y conseguir una mayor concentración del riego.
- Permite regar huertos frutales susceptibles a enfermedades del cuello de la planta, ya que evita su humedecimiento.
- Con surcos profundos, se evita que el agua de riego entre en contacto con las plantas (hojas).

e.- Sostenibilidad

Son prácticas muy antiguas en la zona de Chimborazo, en Ecuador, que se mantienen en el tiempo, heredadas de generación en generación, por su practicidad en cuanto al manejo. Además, al aplicar el agua aprovechando la diferencia de cotas del terreno, no se requiere del consumo de energía (excepto en zonas donde se utiliza agua de acuíferos). Este tipo de tecnología seguirá siendo útil siempre que se mejore su eficiencia, y en muchos casos las mejoras son muy simples y no requieren de grandes inversiones de capital.

f.- Bibliografía

- Cueva, K. y Groten, U. (2010). *Saberes y Prácticas Andinas: Una muestra para revalorizar los sistemas de conocimiento BioCultural local*. Quito: EcoCien- cia, Ecopar. [Disponible en línea.](#)
- Faci Gonzáles, J. y Playan Jubillar, E. (1994). *Principios básicos del riego por superficie*. Zaragoza: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. [Disponible en línea.](#)
- Martínez Olivo, M. (2013). *Tecnologías campesinas en el uso racional del agua, empleadas en sistemas productivos de altura vulnerables a eventos climáticos extremos, microcuenca del Río Chimborazo Ecuador*. [Ficha Técnica] Conserva-

ción y Uso Racional del Agua. Ecuador: Instituto Interamericano para la Cooperación para la Agricultura; CARE; Escuela Superior Técnica de Chimborazo; TAAF Meso Andino y Fondo Concursable para la Cooperación Técnica. [Disponible en línea.](#)

- Martínez Olivo, M. (2014). *Identificación y caracterización de tecnologías campesinas e indígenas en el uso racional del agua, empleadas en sistemas productivos de altura vulnerables a eventos climáticos extremos, en la microcuenca del río Chimborazo* (Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo). [Disponible en línea.](#)

g.- Contacto

Mayra Martínez Olivo
Investigadora
Proyecto FonCT IICA TAAF Mesoandino
Correo: maya_g0122@yahoo.es
Web:
<http://taafmesoandino.pe.iica.int/El-proyecto/Quienes-Somos.aspx>

3.6. Atajados complementados con microrriego por aspersión. Bolivia



Excavación de atajado concluida Foto: [RiegoBolivia](#)

a.- Descripción general

En múltiples lugares se producen precipitaciones que se concentran en pocos meses del año, de manera que se reduce el período apto para la producción agrícola, por ejemplo, en cultivos de secano (dependen solo de la lluvia). Además, se presentan lluvias de alta intensidad que traen consigo escorrentías que no son aprovechadas por los cultivos y que erosionan el suelo. Para este tipo de casos, la tecnología de atajados complementados con microrriego se presenta como una alternativa de mitigación ante la escasez de agua. Al existir una mayor disponibilidad de agua, hace posible incrementar las áreas de riego, así como favorecer el cultivo durante la época de veranillos, en la que la producción depende casi exclusivamente del agua de riego, lo cual garantiza el beneficio económico de las familias.

Los atajados son estanques excavados en la tierra con la finalidad de almacenar escurrimientos superficiales de lluvia o de otras fuentes. Tienen un diseño que cuenta con una técnica sencilla y barata, y pueden ser construidos a mano o mediante el uso de maquinarias. Asimismo, puede complementarse con distintas obras hidráulicas tales como canales colectores, cámaras de sedimentación, canales de ingreso, vertederos, bebederos para el ganado, cercos perimetrales, etc. Para completar el paquete tecnológico, se usan sistemas de microrriego por aspersión, para utilizar el agua de forma racional y eficiente.

El microrriego por aspersión es un método que emplea aspersores que simulan las precipitaciones. Para la implementación se requiere de una red de tuberías que trasladen el agua, para lo cual se pueden usar tubos de PVC, metal o mangueras plásticas o de polietileno. Para la aplicación del riego por aspersión se requiere de una presión adecuada para el funcionamiento óptimo de los aspersores. Por este motivo, se recomienda la ubicación estratégica de los atajados, de modo que se aproveche la carga hidráulica y no se necesite de energía adicional.

b.- Objetivo de uso

El objetivo es recolectar las aguas de lluvia que escurren superficialmente durante precipitaciones torrenciales y aprovechar esta reserva hídrica en momentos de escasez de agua, así como mejorar la eficiencia del uso del agua mediante el acompañamiento del sistema de microrriego.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

Es ideal para aplicarse en zonas áridas, como es el caso de Potosí, en Bolivia, y en zonas donde la cantidad de agua es limitada y la demanda no es cubierta por el sistema tradicional de riego por gravedad. Debido a que los atajados son acompañados por un sistema de microrriego presurizado, se debe aplicar en lugares donde

haya elevaciones para aprovechar la carga hidráulica.

Las entidades promotoras de esta tecnología son la ONG Soluciones Prácticas y la Fundación Sartawi Sayariy, con el financiamiento de la Unión Europea en el marco del proyecto Fortalecimiento de los Medios de Vida Sostenible para las Familias Campesinas del Municipio de Colquencha. Otro promotor fue la Cooperación Alemana, mediante el proyecto Cosecha de Agua, a través del Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable (Proagro).

d.- Costos y beneficios

Los costos de instalación implican una inversión inicial que a veces no puede ser cubierta por las familias. Por ello, es necesario el apoyo de algunas instituciones al inicio. Sin embargo, cuando el riego a nivel parcelario empieza a mostrar resultados, las familias asumen libremente los costos de operación y mantenimiento. Si el atajado beneficia a varias familias, estas se agrupan para formar un comité de riego que velará por la operación y mantenimiento de todo el sistema.

“El costo con atajado de una capacidad de almacenamiento de agua de alrededor de 1200 m³ como fuente hídrica para un sistema familiar de microrriego gira alrededor de los USD\$7385”; pero cabe resaltar que el “beneficio bruto anual aumenta considerablemente de USD\$820 a USD\$2210, mientras que el beneficio neto (lo que queda en el bolsillo del productor) se triplica, de USD\$188 a USD\$583”. Esto se debe principalmente a la diversificación de la producción y al aumento del número de plantas por hectárea (Proyectos Integrales de Cosecha de Agua, s. f.).

En cuanto a los beneficios, se destacan:

- La disposición de reservas de agua, que ayuda a incrementar el área productiva. Como el atajado da lugar a una siembra temprana, las familias pueden asegurar el 50 % de su producción (productos re-levantes y diversificados) para el autoconsumo.
- La creación de un microclima local más húmedo, que es más favorable para la vida silvestre.
- Permite brindar seguridad hídrica en los tiempos de sequía, para evitar la pérdida completa de la producción.
- Asegura la cosecha, al aplicar riegos complementarios a los cultivos de secano cuando cesan las precipitaciones en épocas de lluvia.
- Incrementa la producción, al instalar pequeñas parcelas para la agricultura bajo riego suplementario, en otras palabras, dependientes completamente del suministro de agua del atajado.

e.- Sostenibilidad

La replicación de esta tecnología no es complicada, pero debe adaptarse a las condiciones particulares de cada zona. Es necesario también tener en cuenta los criterios adecuados, basados en resultados, para lograr un modelo ideal acorde con la realidad, ya que solo así será sostenible en el tiempo. Para conseguirlo, se deben fortalecer las capacidades de las organizaciones de riego, de modo que más adelante puedan asumir las responsabilidades de la operación, el mantenimiento y el manejo de los turnos, y lograr el grado de eficiencia para obtener buenos resultados.

f.- Bibliografía

- Rodríguez, F. (2012). *Mantenimiento de Sistemas de Microrriego: Cartilla para el Usuario de Riego*. La Paz: Soluciones Prácticas, Fundación Sartawi Sayariy. [Disponible en línea](#).
- Rodríguez, F. (2012). *Operación de Sistemas de Microrriego: Cartilla para el Usuario de Riego*. La Paz: Soluciones Prácticas - ITDG y la Fundación Sartawi Sayariy. [Disponible en línea](#).
- Proyectos Integrales de Cosecha de Agua (PICAs) (s. f.). [Cartilla informativa] *Cosecha de Agua con atajados en los Andes Bolivianos*. [Disponible en línea](#).

g.- Contacto

Roberto Montero
Gerente de Agricultura, Bosques y Mercados
Soluciones Prácticas
Correo: rmontero@solucionespracticas.org.pe
Web: <http://www.solucionespracticas.org>.

3.7. Reservorio rústico y riego presurizado vinculados a diversas tecnologías. Cusco, Perú

a.- Descripción general

La tecnología está diseñada con un enfoque de “gestión integral de microcuencas”, la cual considera al agua como un vector articulador de la diversidad de recursos naturales presentes en la microcuenca. La finalidad es alcanzar la máxima productividad en pequeños espacios a través de métodos modernos como el riego presurizado. Con esa finalidad, se presenta la tecnología denominada “Reservorio rústico y riego presurizado vinculados con diversas tecnologías”.

El reservorio rústico es el primer componente de esta tecnología y sirve como almacenamiento y cámara de carga del sistema para el funcionamiento de los difusores (aspersores y goteros). La captación se realiza gracias a las escorrentías producidas por las lluvias, los manantes y los riachuelos, cuyas aguas son recibidas en un canal aductor que conduce hacia el reservorio.

Posteriormente, el agua es trasladada por una red de distribución que llega hacia las parcelas y es entregada a los cultivos, ya sea con el uso de aspersores o mediante el riego por goteo. Esta tecnología representa un motor de cambio, con el que se puede tener agua todo el año y aprovechar de manera óptima el recurso hídrico. Así, un gran número de familias pueden trabajar sus huertos y contar con pastos, y complementar sus actividades con el cultivo de hortalizas con fitotoldos (invernaderos), la instalación de pastos y la crianza de cuyes.

b.- Objetivo de uso

El objetivo es hacer viable la pequeña agricultura, y potenciar las capacidades humanas disponibles, con la implementación de nuevas formas de riego y el abastecimiento de agua durante todo el año, mediante el almacenamiento del agua en reservorios.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

Acerca del ámbito de aplicación, principalmente son todas las zonas donde se realiza la agricultura de secano, que conlleva a cultivar una sola vez al año, lo cual no resulta rentable para las familias. En el caso del Perú, sería en los territorios que conforman la sierra sur.

Un ejemplo del desarrollo de esta tecnología se tiene en la provincia de Canas, en las comunidades de los distritos de Yanaoca y Pampamarca, sobre los 3200 m s. n. m. En estas zonas, la agricultura es poco pro-

ductiva debido a problemas relacionados con el área, el acceso al riego y el clima. En este ámbito, la actividad principal era la ganadería lechera extensiva, pero luego se diversificó con la agricultura parcelaria, que combinó diversas prácticas denominadas “tecnologías apropiadas”. Las parcelas de la zona tienen un área de 0.5 a 1.5 ha como máximo. En el caso del riego, el cambio se produjo por la aspersión y el goteo.

La entidad promotora de la tecnología es Sierra Productiva, que se propuso como meta demostrar que la pequeña agricultura puede ser rentable. El reto principal fue generar tecnología para la agricultura a pequeña escala orientada a la promoción del emprendimiento social. Su finalidad fue manejar la diversidad en las pequeñas parcelas de los agricultores de la sierra, para lo cual se pensaron en diversas tecnologías adecuadas para la zona, teniendo en cuenta la seguridad alimentaria, con la producción orientada hacia el mercado. Los resultados de las tecnologías fueron visibles luego de algunos años, cuando los productores lograron comercializar sus productos excedentes. Esta experiencia ha recibido el segundo puesto en el World Challenge convocado por la BBC de Londres y la revista *Newsweek*.

d.- Costos y beneficios

Un ejemplo de la accesibilidad por costo es que en la zona de Carnachique, en la provincia de Otuzco, en La Libertad, al norte del Perú, las familias, por propia iniciativa y gracias a modelos que vieron en algunas parcelas, invirtieron en comprar parte de los aspersores para sus parcelas. En dicha zona, estas inversiones alcanzan los S/1200 (USD\$380) por parcela, en donde siembran repollos, zanahorias, cebollas y beterragas. En otras zonas se ha logrado una buena producción de papa, la cual se pudo vender a buen precio.

Los beneficios son:

- Permite regar en temporadas en las que no hay lluvias.
- Favorece a la producción de cultivos durante todo el año, al posibilitar la siembra de diversos productos.
- La relación con tecnologías vinculadas con los cultivos complementa el paquete tecnológico, lo cual ayuda a mejorar la producción.
- La variedad de productos cultivados permite a las familias tener una dieta balanceada y nutritiva, así como poder comercializar los excedentes de la producción y mejorar sus ingresos económicos.



El programa Sierra Productiva ayuda a mejorar el nivel de vida de los agricultores de la provincia de La Libertad. Foto: [Barrick sin Fronteras](#)

e.- Sostenibilidad

La tecnología es sostenible en el tiempo gracias a la metodología que utiliza Sierra Productiva para la difusión de este tipo de experiencias, la cual se realiza a través del sistema de capacitación campesino a campesino. En cuanto a las capacitaciones, estas las brindan los *yachachiq*, quienes son líderes tecnológicos encargados de difundir los beneficios del proyecto.

Al facilitar el acceso al agua durante todo el año, se vuelve posible el cultivo de una variedad de productos, los cuales ayudan a mejorar la nutrición de las familias. Además, los excedentes que se generan son comercializados, lo que contribuye con la economía familiar.

f.- Bibliografía

- Aysproject. (17 de marzo del 2011). *EcoTrack - Sierra Productiva (Cuzco, Peru)* [Archivo de video]. [Disponible en línea.](#)
- Fondo de Cooperación para el desarrollo Social, Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (4 de diciembre del 2013). *2013 11 07 - Huancavelica, Unión Ambo - Testimonio de Yachachiq Francisco Sotacuro* [Archivo de video]. [Disponible en línea.](#)
- Llosa, J. (s. f.). *La cosecha y la siembra del agua experiencias exitosas: Casos* (pp. 52-55). La Revisa Agraria. [Disponible en línea.](#)

- Sierra Productiva.org. (s. f.). *Sierra Productiva*. Cuzco, Perú. [Disponible en línea.](#)
- Sierra Productiva.org. (s. f.). *Tecnologías productivas*. En *Sierra Productiva*. Cuzco, Perú. [Disponible en línea.](#)

g.- Contacto

Carlos Paredes
 Director Ejecutivo
 Sierra Productiva
 Correo: carlos7paredes@yahoo.es
 Web: <http://www.sierraproductiva.org/>

3.8. Fertirrigación agroecológica. Brasil

a.- Descripción general

De acuerdo con Sánchez (2000), “fertirrigación” o “fertigación” son los términos que describen el proceso por el cual los fertilizantes son aplicados junto con el agua de riego. La experiencia de los “kits de fertirrigación agroecológica” en Brasil es una innovación tecnológica y social desarrollada de manera rizomática, en la que un sistema de fertirrigación es aplicada con el uso de material reciclable en suelos pobres para ahorrar agua, reducir la eutrofización y promover otros beneficios.

La metodología de diseño se basa en un prototipo que utiliza material reciclable, cáscara de coco verde desechado, botellas de refrescos, cañas de bambú, cuerdas, entre otros. Se utiliza un sistema de riego localizado que proporciona agua a las plantas a 40 cm de profundidad en el suelo, mediante un conducto hidrofílico para abastecer de agua en forma proporcional a la pérdida por evapotranspiración (ET).

El conjunto está enterrado al lado de las plántulas y la adición de 2 a 3 litros de agua por día por el sistema capilar enterrado promueve la unión y el crecimiento de las plantas durante el período seco (6 meses en el cerrado), con una pérdida mínima de fertilizantes (compost y cenizas) acomodados dentro del coco.

b.- Objetivo de uso

El objetivo de los “kits de fertirrigación” es promover un sistema accesible, factible y de costos bajos que mejore el riego y fertilización en zonas con altas tasas de ET. La tecnología permite ahorrar agua, reducir la eutrofización del acuífero (menos lixiviación-percolación, solución fertilizante), utilizar mano de obra ociosa, al igual que materiales reciclables, entre otros beneficios.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

En el estado de Mato Grosso, en Brasil, hay poca variedad de especies de plantas que se adaptan a las condiciones de suelo y el clima. Existen temperaturas muy altas (30 a 40 °C durante todo el año), altos niveles de sol todo el año, niveles bajos de humedad relativa en el aire (menos de 30 % por más de 6 meses al año), y además viento, que causa altas tasas de ET. El suelo es arenoso y bajo en capacidad de intercambio catiónico (CTC), lo que causa poca retención de agua y nutrientes. En la estación seca, las plantas están estresadas por falta de agua y en la época de lluvias hay desnutrición por el lavado de nutrientes-lixiviados o se pierden con la erosión (UFMT, 2008).

Las instituciones ejecutoras fueron las asociadas a la

Foto: Agro Alimentando



Universidad Federal de Mato Grosso con sus socios, el Ecocentro de Akora, que trabaja en la región de la Chapada dos Guimarães - MT, en el área de influencia del Lago Manso.

d.- Costos y beneficios

Esta tecnología es extremadamente accesible, factible y con costos muy bajos de producción e implementación. El proyecto surgió para beneficiar a familias en situación de vulnerabilidad social, tanto en el campo como en la ciudad. En total, ha beneficiado a más de 2000 personas.

El proyecto ha logrado la reducción de la eutrofización del acuífero (menos lixiviación-percolación, solución fertilizante), ahorro de agua, utilización de mano de obra ociosa, uso de materiales reciclables, retardo de la capacidad de vertederos o similares, empoderamiento de las familias y reducción de la tasa de sedimentación de lagos y manantiales.

Los beneficios son:

- Los fertilizantes son aplicados de manera directa, solo en la zona humedecida, donde se encuentran las raíces.
- Existe mejor control de dosis de nutrientes.

e.- Sostenibilidad

La experiencia ha demostrado una alta capacidad de replicabilidad. El prototipo fue diseñado originalmente para personas en condición de pobreza, campesinos y pueblos indígenas en áreas pequeñas. La intención no era patentar la tecnología, al contrario, el interés era socializar su desarrollo en aquellas condiciones de suelos pobres, como suelos de arena agotados de nutrientes. Con pequeños ajustes se puede transferir la tecnología a diferentes contextos. También, se puede combinar la tecnología con la captura y uso de agua de lluvia en cisternas.

f.- Bibliografía

- Galdámez, J. (2010). *Riego por goteo con botellas recicladas*. [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).
- Huanca, W. (s. f.). *Curso Riego por goteo y fertirrigación. Plusformación*. [Disponible en línea](#).
- Sanches, C. E. (s. f.). *Irrigação e Pulverização: Fertirrigação por Gotejamento*. *Jornal Dia de Campo*. [Disponible en línea](#).
- Sánchez, J. (28 de febrero del 2000). *FERTIRRIGACION: Principios, Factores, Aplicaciones*. Trabajo presentado en el Seminario de Fertirrigación: Apukai - Comex, Lima. Perú. [Disponible en línea](#).
- Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

(2008). *Fertirrigação agroecológica*. En *Harmonizando Água e Alimento: Busca de Soluções. Grupo de Trabalho Preparatório para o 6o Fórum Mundial da Água* (pp. 50-53). IICA - Representación de Brasil y Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS). [Disponible en línea](#).

Experiencias en otros contextos

González, V., Pomares, F. (2008). *La fertilización y el balance de nutrientes en sistemas agroecológicos*. Valencia: Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE). [Disponible en línea](#).

Jiménez, J. M., Rodríguez, J. C. (s. f.). *Recomendaciones para la preparación de soluciones de fertilizantes a utilizar en fertirriego*. Costa Rica: Sepsa, Dirección Regional Central Sur del Ministerio de Agricultura. [Disponible en línea](#).

g.- Contacto

Gertjan B. Beekman
IICA, Representación Brasil
Correo: gertjan.beekman@iica.int
<http://www.iicadesertification.org.br/index.php/quem-somos>

3.9. Uso de bomba de ariete en pequeñas fincas. Norteamérica, Centroamérica y Sudamérica

a.- Descripción general

La bomba de ariete hidráulico es un equipo que utiliza la energía del agua situada a cierta altura (desnivel de un río, presa u otro depósito), lo cual permite elevar el agua hasta una altura mayor que la inicial mediante el fenómeno físico conocido como “golpe de ariete”. El equipo bombea el agua de forma continua y funciona sin necesidad de energía eléctrica o combustible. Se instala en un depósito o curso de agua continuo, el cual capta el líquido por una tubería que ingresa a una “T” con dos válvulas check en cada ramal. El ramal 1 tiene el check que permite levantar un pistón con cierto peso y que luego se cierra para provocar el golpe. El agua que retorna se va por el otro ramal que hace ingresar el agua por el check respectivo, y este se va elevando a niveles mayores. Asimismo, en el ramal 2 hay una cámara de regulación de presión de aire, que permite el flujo continuo de agua.

Al respecto, Gutiérrez (2013) señala lo siguiente: “La bomba de ariete es impulsada por la energía del agua que fluye por la tubería que lo alimenta. Funciona continuamente, todo el día sin interrupción, no requiere electricidad ni otro combustible que la alimente. Así no tiene costos operacionales, ni causa polución al medio ambiente” (p. 10).

b.- Objetivo de uso

Se utiliza en zonas donde el principal problema es elevar el agua a niveles superiores. Además, para el correcto funcionamiento de la bomba de ariete, al producir cierto derrame de agua, se debe asegurar que el abastecimiento en la zona sea continuo. La cantidad de agua que se capta y la que se eleva está, más o menos, en la proporción de 5 a 1.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

Esta tecnología es adecuada para zonas donde el nivel de agua no es muy profundo, ya que la capacidad de bombeo disminuye con la profundidad del pozo. Así, para que la bomba pueda operar es importante contar con un suministro de agua permanente que parta desde el punto de bombeo y cuyas pérdidas, las cuales son altas, puedan retornar a la misma fuente.

Se puede implementar en diferentes escalas, pero, dado el poco volumen de agua que eleva, se presta a ser usado en pequeños predios o fincas. Si se requiere de más altura, tendría que aumentar el caudal, pero el “desperdicio” de agua sería mayor, por lo que se sugiere complementar con pequeñas obras de recaptación y devolución de agua a la fuente.

Bomba de ariete. Foto: [Nitsu Energía Alternativa](#)



d.- Costos y beneficios

La principal ventaja es el cero costo de energía, aunque puede requerir una mínima inversión en la instalación de la bomba. Esta es una tecnología limpia de bombeo de agua para aquellos lugares en los que el acceso a la energía para el impulso es un problema, y constan de diferentes diseños.

En cuanto a los beneficios, se destacan:

- El coste energético es nulo, puesto que utiliza la energía hidráulica para su funcionamiento.
- No requiere de mantenimiento frecuente.
- Incrementa la presión del agua, lo que hace posible la impulsión por una tubería y así lograr bombear a una altura superior.

e.- Sostenibilidad

Sobre este punto, Gutiérrez (2013) sostiene que “la bomba de ariete es impulsada por la energía del agua que fluye por la tubería que lo alimenta. Funciona continuamente, todo el día sin interrupción, no requiere electricidad ni otro combustible que la alimente. Así no tiene costos operacionales, ni causa polución al medio ambiente” (p. 10). Esto es lo que lo hace sostenible.

f.- Bibliografía

- Canal de Maquitol. (13 de abril del 2011). *Bomba de ariete hidráulico (hydraulic ram pump)* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).
- Chávez Jaeger, A. [Ana Chávez jaeger] (1 de julio de 2012). *Bomba de Ariete Espectacular* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).
- Sistemas de Agua y Saneamiento para el Desarrollo. (29 de noviembre del 2013). *Resumen de las I Jornadas Internacionales de Bombas Manuales y de Ariete (29/11/2013)*. Grupo de cooperación de la E. T. S. I. D. Industrial en la Universidad Politécnica de Madrid. [Disponible en línea](#).
- UPM. (10 de octubre del 2014). *Aspectos Generales de Bombas de Ariete 9/13* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).
- Vega, E., Hugo, V., Obregón, S., Bolaños, R., Espinoza, E., y Payán, A. (2011). *Guía Metodológica de Alternativas Técnica de Agua*. Serie: Asistencia Técnica, Guía para Extensionistas Agropecuarios. Nicaragua: INTA y PESA-FAO. [Disponible en línea](#).

Experiencias en otros contextos:

- UPM. (10 de octubre del 2014). *Análisis de una bomba de Ariete en Togo 10/13* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).
- UPM. (10 de octubre del 2014). *El Ariete Hidráulico. Proyecto e instalación en Ntongui (Angola) 12/13* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).

g.- Contacto

Luis Lorenzo Gutiérrez
 Centro de Innovación en Tecnología para el Desarrollo Humano, Universidad Politécnica de Madrid
 Correo: luis.lorenzo@upm.es
 Web: <http://www.itd.upm.es/2013/04/30/primerasjornadas-internacionales-sobre-bombas-manuales-y-de-ariete/>

3.10. Bomba de mecate o bomba de sogá. Centroamérica



Bomba de mecate Foto: [WaterWiret](#)

a.- Descripción general

La bomba de mecate es una tecnología accionada por energía mecánica. De acuerdo con el Institución de Nutrición de Centro América y Panamá (2006), “(e)s un sistema utilizado para extraer agua del subsuelo u otra fuente de agua hasta la superficie o nivel deseado con el mínimo de esfuerzo físico. Básicamente consiste en un mecate (lazo) autoenlazado o ‘sinfín’, que accionándolo en ‘circuito cerrado’, hace posible mover hasta la superficie porciones continuas de agua” (p. 2). Esta bomba permite elevar el agua hasta 5 o 6 m por encima del nivel del suelo, pudiendo ser vertida en un depósito que, a su vez, alimenta a una red de distribución con la que es posible alcanzar, por gravedad, puntos de agua situados a varios cientos de metros de distancia del pozo (Incap, 2006, p. 2).

“La cuerda se coloca alrededor de una rueda de bicicleta situada sobre el pozo. La cuerda lleva amarrados unos tapones de plástico (hechos de cualquier material flexible como las llantas, cada 20 o 30 cm) que pasan dentro de un tubo de PVC. Los tapones de plástico funcionan como pistones y el tubo de PVC funciona como

un cilindro. La rueda de bicicleta se hace girar a mano, de forma que la cuerda baje al pozo y vuelva a subir por el tubo”.

b.- Objetivo de uso

El objetivo de la tecnología es elevar el agua a cierta altura, desde zonas donde el recurso puede estar debajo, en un pozo o en una fuente que la almacena, de modo que el problema principal es extraerla. La altura o elevación puede llegar a los 10 o incluso 15m, dependiendo del tamaño de la cuerda y en caso se cuente con un tubo de 2 a 3 pulgadas.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

Es una tecnología limpia de bombeo de agua útil para lugares en los que el acceso a energía para el impulso es un problema. La bomba de mecate es apropiada para pequeños productores y viviendas que utilizan agua subterránea. Para su fabricación, se pueden utilizar materiales de bajo costo y resistentes a la corrosión. El diseño es simple, de fácil construcción local y puede ser operada sin mucho esfuerzo.

d.- Costos y beneficios

Se trata de una tecnología de diseño simple y de operación sencilla, que resulta apropiada por su bajo costo, sencillez y eficiencia. Con respecto a su fabricación, instalación, mantenimiento y explotación, estos pueden ser asumidos por las comunidades mediante sus propios recursos, contribuyendo al desarrollo sostenible (Incap, 2006).

Los beneficios son:

- Son de bajo costo y se puede implementar con material de la zona. Todos los componentes de la bomba de mecate se encuentran fácilmente en cualquier comunidad: mecate (lazo), llantas usadas, cuadro y rueda de bicicleta vieja y tubo de plástico.
- El agua puede usarse para el consumo humano, para los animales o destinarse a la agricultura.
- Por su fácil manejo, la bomba puede ser manejada por mujeres y niños, distribuyendo entre toda la familia el tiempo y el esfuerzo para la obtención del agua.

e.- Sostenibilidad

Esta tecnología ayuda a mejorar el nivel de vida de la población de países en desarrollo, ya que el agua bombeada puede ser utilizada no solamente para el consumo humano, sino también en pequeños sistemas de riego y para proporcionar agua a los animales, incrementando la producción y el ingreso de las familias dueñas de pequeñas parcelas. Además, puede ser replicada en distintos lugares, gracias a su sencillez, bajo costo y eficiencia.

Para lograr la sostenibilidad en el tiempo, se debe tener en cuenta el proceso de mantenimiento, por ser este fundamental para determinar su éxito o fracaso.

f.- Bibliografía

- Fundación Alfredi Harp Helú Oaxaca. (13 de abril del 2015). *Ecología FAHHO-Bomba de mecate* [Archivo de video]. [Disponible en línea.](#)
- Incapense. (8 de mayo del 2013). *Ecotecnología Bomba de Mecate (Lazo)* [Archivo de video]. [Disponible en línea.](#)
- Institución de Nutrición de Centro América y Panamá (Incap). (2006). *Ficha 4: Bomba de Mecate*. Serie III: Fichas Tecnológicas, Ecotecnologías para la Seguridad Alimentaria y Nutricional. Institución de Nutrición de Centro América y Panamá (Incap). [Disponible en línea.](#)
- Mancebo Piqueras, J. A., Rebassa Tous, G. (2010). *Bomba Mecate Sobre elevada (BM-II). Manual práctico de construcción, instalación, operación y mantenimiento*. Ingeniería sin Fronteras Asociación

para el Desarrollo, Grupo de Cooperación Sistemas de Agua y Saneamiento para el desarrollo, Universidad de Castilla La Mancha, Universidad Politécnica de Madrid. [Disponible en línea.](#)

- Sistemas de Agua y Saneamiento para el Desarrollo. (28 de noviembre del 2013). *Resumen de las Jornadas Internacionales de Bombas Manuales y de Ariete (28/11/2013)*. Grupo de cooperación de la E. T. S. I. D. Industrial en la Universidad Politécnica de Madrid. [Disponible en línea.](#)
- Webster, D. (David Webster). (23 de agosto del 2014). *Bomba De Mecate - Building a water well crank pump from local scraps and about \$25.00* [Archivo de video]. [Disponible en línea.](#)

Experiencias en otros contextos

- Canal de infantilesable. (30 de diciembre de 2013). INTA y Prohuerta, (2013). *Proyecto Bombas de Soga INTA Choya Guasayán* [Archivo de video]. [Disponible en línea.](#)
- Unidad Cambio Rural. (5 de febrero del 2013). *Proinder - Bomba de soga* [Archivo de video]. [Disponible en línea.](#)
- UPM. (10 de octubre del 2014). *La Bomba de Mecate en abastecimientos de agua y aplicaciones para la seguridad alimentaria 2/13* [Archivo de video]. [Disponible en línea.](#)

g.- Contacto

Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (Incap)

Web: <http://www.incap.org.gt/index.php/es/>

3.11. Control de escorrentía con faja de cultivos permanentes en perímetros del campo. Norteamérica



Filter Strip en Iowa, EE. UU. Foto: Jason Johnson, [United States Department of Agriculture](#)

a.- Descripción general

Esta práctica consiste en sembrar especies de pastos en el perímetro del cultivo, en una franja que va de 3 a 5 m de ancho. Su uso, además, puede complementarse con otras prácticas de amortiguamiento dentro y entre los campos. Se aplica tanto a las tierras de cultivo como de a las de pastoreo.

En los bordes del campo se establecen especies de arbustos, pastos y gramíneas, adaptadas a la zona. Para ello, se debe llevar un buen proceso de sembrado o plantación, lo que implica prestar atención a la preparación del terreno, la densidad de siembras, la profundidad, el manejo de fechas, etc. El suelo debe estar bien nivelado, procurando que las cárcavas, avenamientos o surcos existentes sean nivelados al momento de trabajar el suelo. Si el problema está orientado a evitar la erosión por aire, deben establecerse especies altas que hacen de cortinas rompivientos en la zona de barlovento (desde donde llega el viento).

La altura mínima del pasto puede ser de 30.48 cm (1 pie), aproximadamente, cuando llega el viento. Para el control de la erosión por agua, las plantas se deben colocar en forma perpendicular a la dirección del flujo del agua. Para controlar la calidad del agua por nu-

trientes en exceso en suspensión, se siembra aproximadamente 2 m de ancho de hileras con cultivos tupidos o de mayor cubierta, esto retiene los nutrientes y evita que pasen a las otras áreas.

En el caso de una siembra orientada a mantener especies de fauna, es importante tomar en cuenta el tipo de especie que se quiere preservar. Por ejemplo, hay plantas que permiten la presencia de controladores biológicos de plagas, porque les proveen de alimentos y cubierta. Si el objetivo es mejorar la incorporación de materia orgánica, deben establecerse plantas que provean adecuada biomasa subterránea, maximizar el ancho y largo de la frontera herbácea.

b.- Objetivo de uso

La propuesta se orienta a reducir la erosión del suelo provocada por el viento o el agua, así como mejorar la protección de la calidad del suelo y el agua, pues permite controlar el exceso de nutrientes. Proporciona alimento para la fauna del lugar y permite una cubierta frente a los polinizadores. Incrementa la incorporación de carbono en el suelo, mejorando la calidad del mismo. Además, impacta en la calidad del aire, reduciendo la emisión de partículas en el terreno. Pero

el beneficio principal es mejorar la calidad del agua y evitar la pérdida de suelo.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

Se ha visto esta experiencia en diversas zonas de los EE. UU., en Oregón, Misisipi, etc. La técnica se puede aplicar en zonas donde haya terreno nivelado o con baja pendiente, así como en áreas inclinadas donde se acostumbra la producción en laderas, donde existan problemas de arrastre de sedimentos, contaminación de acuíferos por exceso de nutrientes y donde el consumo agua no genere mucha competencia con el cultivo principal.

Es importante la selección de las especies de plantas, entre otros elementos. Se debe considerar la tolerancia de la planta a la deposición de sedimentos y sustancias químicas previstas para la aplicación, la sequía en zonas áridas o donde la evapotranspiración potencial puede exceder la precipitación. Si el objetivo también es preservar otras especies de fauna, se debe considerar el tráfico de personas y equipos.

Esta práctica es promovida por el Natural Resource Conservation Service y trabajada en los EE. UU. con pequeños agricultores ecológicos.

d.- Costos y beneficios

Los costos son bajos y están en función del análisis previo de los cultivos a instalar. En muchas zonas donde estos se han instalado, se utilizaron especies de la zona o adaptadas al medio durante años. El costo puede estar en las semillas, pero sobre todo el agricultor deberá evaluar el área a disponer para la siembra en contorno, con el fin de no reducir el área del cultivo principal. Pero si el contorno es con pasto comestible, este puede ser aprovechado para el ganado, o puede tener otros usos. El cuidado de esta faja de pastos puede representar un costo.

La práctica permite el manejo del suelo, el cultivo y el riego. Por tanto, el manejo del agua es parte de un enfoque más integral que considera la preservación de plantaciones o cultivos controladores de calidad de agua, de la erosión y de las plagas.

e.- Sostenibilidad

El mantenimiento es muy fácil, los cultivos pueden perdurar algunos años si son podados anualmente, y pueden sembrarse de ser necesario para cubrir el suelo.

Las plantas nativas son las más adecuadas para la

mejora de la vida silvestre y el hábitat de los polinizadores y proporciona otros beneficios ecológicos adaptados a las condiciones del lugar. En algunas zonas, donde los agricultores se han puesto de acuerdo, se hace un corredor continuo con estas plantaciones, lo que mejora el hábitat de otras especies, que luego pueden ayudar a crear otras condiciones en el ecosistema. Por ejemplo, pueden ser zonas de anidamiento de aves.

Esta práctica puede realizarse en diversas zonas, donde se cuenten con cultivos con mínima pendiente, con áreas de entre 0.5 a 1 ha, porque permite el manejo de los bordes, donde se instalan estas plantas controladoras.

f.- Bibliografía

- Le Bissonnais, Y., Lecomte, V., y Cerdan, O. (2004). Grass strip effects on runoff and soil loss. *Agronomie EDP Sciences*, 24 (3), pp.129-136. [Disponible en línea.](#)
- NRCS. (2010). Field Border 386. Conservation Practice Standards. Natural Resources Conservation Service. [Disponible en línea.](#)
- NRCS (2010). *Filter Strips 393. Conservation Practice Standards. Natural Resources Conservation Service.* [Disponible en línea.](#)

Experiencias en otros contextos

- Muñoz-Cobo, M. P. (1998). Las cubiertas vegetales frenan la erosión en olivar. *Vida rural*, (70), (pp. 46-48). [Disponible en línea.](#)
- Zuazo, V. H. D., Martínez, J. R. F., Tejero, I. F. G., Panadero, L. A., y Raya, A. M. (2012). Mitigación de la erosión de suelos en plantaciones de almendro por cubiertas vegetales: implicaciones para la agricultura sostenible de montaña (SE España). *Comunicata Scientiae*, 3(2), 123-129. [Disponible en línea.](#)

g.- Contacto

Wendy Francesconi
CIAT
Correo: w.francesconi@cgjar.org

3.12. “Labranza mínima” bajo el concepto de resiliencia aplicando la cosecha de agua con reforestación. Centroamérica



Foto: Agronegocios

a.- Descripción general

De acuerdo con el Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Latina (Pasolac) (s. f.), “(l)a labranza mínima es la menor cantidad de labranza requerida para crear las condiciones de suelo adecuadas para la germinación de la semilla y el desarrollo de la planta. Reduce la labor de remoción del suelo. Se prepara el suelo en las fajas/franja constituidas por los surcos donde se va a sembrar (Labranza mínima individual). La función principal es la de disminuir la susceptibilidad del suelo a la erosión, pero también ayuda a mantener el nivel de materia orgánica y proteger la macro fauna en el suelo. Existen formas tradicionales de labranza mínima como son la Siembra al Rayón en el Pacífico de Nicaragua. La labranza mínima se combina con la siembra en contorno. De esta manera se labra el suelo y se realizan las demás labores culturales siguiendo las curvas a nivel” (p. 1).

Como elementos o componentes físicos, la tecnología desarrolla dos modalidades. En primer lugar, el uso de una sembradora de precisión, la cual realiza dos labores principales: la de siembra y la de fertilización localizada, evitando la remoción del suelo, lo cual contribuye a reducir su erosión y a mantener su humedad. El segundo, el uso de la matraca, que es un implemento modificado que hace la misma labor que la máquina sembradora de precisión, es decir, sembrar el grano y fertilizar al mismo tiempo, y que está destinada a productores que siembran en laderas.

b.- Objetivo de uso

Busca disminuir la pérdida de suelos por la erosión (eólica e hidráulica), generado en su mayoría por la remoción de suelo que ocurre durante la labranza convencional.

c.- Ámbito de aplicación y entidades promotoras

La tecnología es aplicable principalmente en zonas donde se presenten precipitaciones medias, ya que los rastrojos necesitan cierta cantidad de humedad para poder descomponerse. Debido a ello, el criterio básico para determinar la viabilidad de la labranza mínima será conocer la zona geográfica. La tecnología se viene aplicando en Nicaragua, en Jalapa, ubicado en Nueva Segovia, así como en diversas zonas de Centroamérica y Sudamérica.

Las entidades que promueven esta tecnología son la Cooperativa Campesinos Activos de Jalapa y La Asociación de Campesinos para el Desarrollo Integral y Sostenible en Nicaragua, entre otros.

d.- Costos y beneficios

Si se compara la labranza mínima con la tradicional, se podrán reducir los costos de establecimiento, especialmente en combustible, si se utiliza maquinaria; si los trabajos son desarrollados por los propios agricultores, se reducen las horas de trabajo, y de la misma forma

se reducirán las horas de tracción animal. Además, al desarrollarse actividades de siembra y fertilización a la vez, también se reduce el costo de laboreo de la tierra.

Los beneficios son:

- Mejora el contenido de materia orgánica y microfauna, incrementando su fertilidad.
- Mejora la estructura del suelo, permitiendo que se infiltre mejor el agua.
- Reduce la pérdida de erosión por viento, la pérdida de humedad.
- Mejora la capacidad de almacenamiento de agua (humedad) del suelo, reduciendo el número de riegos.
- Disminuye la carga de trabajo por laboreo, al igual que los costos en la preparación del suelo.

e.- Sostenibilidad

Esta tecnología es sostenible porque los productores pueden replicarla y mantenerla, y es usada por comunidades resilientes, activamente colectivas y participativas, cuyos enfoques se concentran en el manejo del suelo y la preservación de la humedad. Al ser una tecnología que puede abarcar varios rubros, se ha implementado en Madrid con grandes y medianos productores, para que inviertan y brinden servicios a sus asociados, que son pequeños productores de granos básicos.

Ya se tiene avanzada una metodología de diseño en su primera fase; sin embargo, aún no hay resultados concretos, como muestra la estadística, en cuanto a Nicaragua se refiere.

f.- Bibliografía

- Imagen Agropecuaria. (19 de agosto del 2013). *Labranza mínima* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).
- PESA Centroamérica. (24 de mayo del 2010). *Que-sungual: "Una opción para el Manejo de Zonas Secas de Ladera"* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).
- Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Latina (Pasolac) et al. (2000). *Labranza mínima, siembra en contorno*. En *Guía Técnica de Conservación de Suelos y Agua* (1.a ed.) (pp. 175-177). San Salvador: Pasolac. [Disponible en línea](#).

Experiencias en otros contextos

- Hernández, O. y otros (s. f.). *Manual de Agricultura de Conservación: Guía de Trabajo*. Cuba: Instituto de Suelos del Ministerio de la Agricultura del Cuba (Minag), Dirección Provincial de Suelos Guantánamo, FAO. [Disponible en línea](#).

- Todocampotv. (8 de junio del 2010). *Técnicas para la conservación del suelo* [Archivo de video]. [Disponible en línea](#).

g.- Contacto

José Benites
Consultor Internacional en Agricultura y Manejo de Agua
FAO
Correo: jbenitesjump@gmail.com



**Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
Representación Perú**

Apartado postal No. 14-0185 Lima, Perú
Av. La Molina N° 1581, Distrito de La Molina
Tel.: (0051-1) 349 2273 // 349-1275 / 349-2203
Dirección electrónica: iica.pe@iica.int
www.iica.int