

NOMBRE DE TITULO:

**Los Waru Waru una alternativa tecnológica para la agricultura sostenible en Puno, Perú**

AUTORES:

**Hugo Rodríguez Benavides**  
**Jaime Villena Soria**  
**Samuel Ordóñez Colque**  
**Marco Fernández Valdivia**

[PIWANDES - Instituto de Innovación Tecnológica y Promoción del Desarrollo](#)  
[piwandes@terra.com](mailto:piwandes@terra.com)

PAIS:

**Perú**

waru warus en Puno

## Antecedentes y Problemática

El Departamento de Puno en Perú, ubicado en el sur del Perú, presenta altitudes que van desde los 3,808 a más de 5,000 m.s.n.m., cuenta con una población aproximada de 1'264,000 habitantes (59.1% rural), siendo su principal actividad la agropecuaria (47% de la PEA); se caracteriza por las fuertes restricciones climáticas, las que determinan la presencia intermitente de fenómenos climáticos adversos como sequías, inundaciones, temperaturas bajo cero (heladas) y veranillos, haciendo de la agricultura una actividad altamente riesgosa. También se viene advirtiendo una reducción del periodo de precipitaciones el cual es cada vez más tardío y concentrado mayormente a 90 días, ocasionando problemas para la siembra y desarrollo de los cultivos.

El uso indiscriminado de los recursos naturales y el desconocimiento de tecnologías apropiadas para cada zona, dan lugar a un manejo ambiental inadecuado, lo que constituye un problema que acrecienta cada vez más la desertificación y la escasez de agua en el Altiplano de Puno, así como el deterioro de la capacidad de producción de los suelos agrícolas, cuyos efectos podrían ocasionar graves daños a las generaciones futuras, limitando sus posibilidades de un desarrollo sostenible.

Los suelos en el Altiplano de Puno son relativamente superficiales, además estos se ven amenazados por problemas de erosión hídrica y eólica de diferentes intensidades, donde aproximadamente el 10% sufren de erosiones severas. Degradándose la fertilidad natural física, química y biológica de los suelos, lo cual está asociado al uso inadecuado de tecnologías de producción, así como también prácticas inapropiadas de cultivos, manejo de agua y suelos y pastoreo intensivo de praderas naturales, a ello se agrega el problema de la parcelación y atomización de la tierra.

## Aspectos históricos

Los principales estudios arqueológicos sobre waru waru en el altiplano puneño se han realizado en las pampas de Huatta, por Clark Erickson durante la década de los 80' que incluyó excavaciones arqueológicas

y reconstrucción de camellones o waru waru, quien ha propuesto dos fases de construcción y uso de waru waru, que denomina como Fase I y Fase II:

La Fase I (1000 a.C. - 300 d.C.) expresa la más temprana evidencia del uso de waru waru en el altiplano peruano boliviano que corresponde a las sociedades Pre-Pukara (Qaluyo y/o Cusipata), con un aumento de intensidad de uso entre 600-800 a.C. Posterior al colapso de Pukara, (300 d.C.) no se cuenta con material diagnóstico Tiwanaku asociado a los waru waru. Este vacío ha sido interpretado como un momento en que los waru waru no fueron construidos y usados con la intensidad del periodo anterior, mas que un abandono habría ocurrido una contracción en el área de cultivo (Erickson C.).

Durante la Fase II (1000 - 1450 d.C.) se produjeron cambios en el tamaño de los waru waru. Es contemporánea al desarrollo de los Collas uno de los más importantes señoríos aymaras.

El abandono habría ocurrido durante la época Inca, como resultado de la política de conquista y dominio y debido a un fuerte despoblación debido a las guerras y al traslado de poblaciones rebeldes, mediante el sistema de mitmaq, reemplazándolas por poblaciones foráneas, las cuales al desconocer el manejo de waru waru los abandonaron (De la Vega E.).

Este tipo de infraestructura agrícola de manejo de agua y suelo no es exclusiva del Altiplano peruano-boliviano, ha existido y existe en diversos lugares de la tierra, estando relacionada con las formas más antiguas de desarrollo intensivo de agricultura, denominándosele genéricamente como camellones. Actualmente se utilizan en diferentes partes del mundo como es el caso de México, Colombia, Venezuela, Bolivia, Ecuador y en Asia y otros continentes.

## Los waru waru y el PIWA

La reconstrucción de waru waru efectuada entre 1986 y 1989 se realizó sin el conocimiento de los principios y criterios técnico científicos de dicha tecnología que condujo a resultados adversos por muchas instituciones, En tales circunstancias, que el Proyecto PIWA, cuya denominación oficial es “**Programa Interinstitucional de Waru Waru**”, inició sus actividades en Agosto de 1989 como respuesta a la necesidad de contar en Puno con una institución que, a partir de la investigación aplicada y su validación mediante un sistema de extensión, proveyera los principios, criterios y conocimientos técnico científicos que sustentan el funcionamiento y dinámica de los sistemas de waru waru. Su ejecución contó con el apoyo de la COTESU hoy Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), la misma que se extendió hasta diciembre del 2001, teniendo como contraparte nacional al Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca del INADE.

Por su naturaleza interinstitucional, PIWA trabajó con entidades estatales y no gubernamentales, ocho de cada tipo en principio, desarrollando la primera experiencia de esta naturaleza en el medio; además, incorporó a diversas organizaciones de la población de base como comunidades campesinas, clubes de madres, grupos familiares y familias, así como a colegios agropecuarios, característica que acompañó su acción durante sus doce años de trabajo. Con este marco institucional, el PIWA estableció dos ejes de intervención, la investigación y la extensión, a partir de los cuales se logró la recuperación y revaloración de la tecnología articulándola y enriqueciéndola con principios técnico científicos de la ciencia contemporánea, los mismos que se socializaban periódicamente entre sus entidades asociadas así como hacia la población campesina, conforme se obtenían resultados de la investigación y de su validación con el concurso de dichos actores. El desarrollo de la investigación fue realizado en términos interdisciplinarios con participación de investigadores asociados provenientes de las entidades asociadas, además que se realizó en campos de los campesinos incorporándolos a éstos al proceso.

## El agroecosistema de waru waru

Es una infraestructura agrícola, mediante la cual se modifica el relieve del terreno, al construir terraplenes elevados sobre la superficie original del terreno, intercalados con canales, de los cuales se extrae el suelo para formar los terraplenes con lo cual se logra la interacción de los elementos suelo - agua - clima - planta - hombre; especialmente en áreas con restricciones para la agricultura, debido a la deficiencia de drenaje, problemas de anegamiento temporal, frecuentes heladas y de bajo o potencial para la actividad agrícola.

## Principios de la Tecnología

El sistema waru waru, modifica el medio, mediante la conformación y ampliación de la cama de cultivo, acondicionamiento de canales para coleccionar, conducir, represar y distribuir el agua en un esquema de "cosecha de agua" y crea un microclima, generando condiciones favorables para el desarrollo de los cultivos, estos principios son:

### A. Ampliación de la cama de cultivo,

Los suelos en el Altiplano de Puno son relativamente superficiales; la construcción de terraplenes implica el incremento de suelo fértil, incrementándose la cama de cultivo, con el consiguiente beneficio para el desarrollo de los cultivos.

### B. Mantenimiento de niveles adecuados de la humedad,

por:

- Subirrigación, el agua acumulada en los canales, mantienen la adecuada humedad en el suelo por los procesos de infiltración y ascensión capilar.
- Retención del agua por el suelo, debido a la mejor agregación y porosidad de los suelos de la cama de cultivo

### C. Efecto microclimático, que atenúa las heladas hasta en 2.5°C, mejorando las condiciones para el desarrollo de los cultivos, esto se debe a:

- La sinuosidad del terreno generada por la alternancia de terraplenes y canales, así como a la altura de los terraplenes, ocasionando la turbulencia de las masas de aire frío y caliente, atenuando el efecto dañino de las heladas.
- Efecto termorregulador, el agua retenida en los canales acumula la radiación solar durante el día, para irradiarla hacia los cultivos durante la noche.
- Drenaje de aire frío hacia los canales, por su mayor peso específico.

### D. Lixiviación de sales,

que son disueltas con las precipitaciones y lixiviadas hacia los canales del sistema, posteriormente son eliminadas a través de los canales de drenaje.

## Resultados

El PIWA durante su vida institucional ha logrado:

- Ampliación de la frontera agrícola con la construcción y reconstrucción de 2,127 hectáreas de sistemas de waru waru
- 7,093 hectáreas de producción de cultivos de papa, quinua, cañihua, cebada y avena forrajeras y pastos cultivados,
- Inserción de cultivos promisorios en las cédulas de cultivo tradicional (cebolla, poro y acelga y revalorización de la maca.
- Participación de 7,188 familias campesinas, agrupadas en diferentes formas de organización social para el trabajo, tales como familiares, grupos familiares y Comunales principalmente.

- Construcción de 37 almacenes rurales con capacidad de hasta 5 toneladas, diseñados para las características climáticas del Altiplano de Puno, implementados para la conservación y mejoramiento de semillas de papa por los productores campesinos.
- Ámbito de intervención en dos zonas agroecológicas: Circunlacustre y Suni, ubicados en 43 distritos de 9 provincias del departamento de Puno.
- Realización de 160 investigaciones interdisciplinarias sobre las siguientes áreas temáticas: reconstrucción, desarrollo agrícola, rotación de cultivos, manejo integrado de plagas, introducción de nuevos cultivos, evaluación socioeconómica, efectos e impacto, estudios de intervención institucional, entre los mas importantes.
- Formulación de la Propuesta técnica para la reconstrucción, uso y manejo sostenible de los waru waru.

## Efectos e impactos socioeconómicos

En un estudio reciente se ha evaluado los cambios económicos y sociales en las familias que trabajan con la tecnología waru waru, en el ámbito del PIWA, frente a los que no trabajan con waru waru, además determinando resultados por estratos y formas de organización social de la producción, siendo principalmente los siguientes:

### Incremento de la Producción, rendimientos y rentabilidad económica

Cultivos	Rendimientos		Resultados económicos en Waru waru	
	En Waru Waru Tm/ha	En Otros Sistemas tm/ha	Beneficio Neto \$ US	Tasa de Rentabilidad %
Papa Amarga	13.70	7.07	601	68
Papa Dulce	15.50	7.07	855	78
Quinua	1.56	0.90	68	28
Cañihua	1.40	0.68	17	08
Avena Forrajera m.v.	30.88	16.44	1,237	940
Cebada Forrajera m.v.	26.71	14.95	917	842
Alfalfa + Dactylis	7.51		416	109
Haba forraje m.v.	13.50			
Maca	9.80	2.46	2,914	253
Cebolla	30.76	16.61	1688	156
Acelga	47.94	8.0	3091	148
Poroto	43.97		2171	121

*Incremento del valor bruto de producción agrícola y de los ingresos netos*, Los campesinos con waru waru obtuvieron un ingreso bruto por la actividad agrícola de US \$ 2004, mientras que los productores sin waru waru US \$ 839 (40 %). Por otro lado, los ingresos netos promedio en la modalidad de trabajo familiar y grupo familiar se han estimado en 487 y 516 dólares, en las formas de organización familiar y grupo familiar, mientras que en los estratos mas altos III y IV de la zona suni, se estima en 1,393 y 6,055 dólares americanos.

*Disponibilidad de Alimentos para el Autoconsumo*, Las familias con waru waru de los estratos III aumentaron en 2.5 meses en promedio la disponibilidad de alimentos para el autoconsumo, mejorando así su seguridad alimentaria.

*Disminución de la Migración*, los mejores resultados productivos obtenidos conducen a una menor migración de los jefes de familia con waru waru (10.2 meses en los últimos cinco años) mientras que en los que no tienen waru waru fue mayor (15.5 meses), lo que contribuye no solo a retener a la población en el campo, sino en mejores condiciones socioeconómicas.

*Generación de Empleo*, en la construcción de waru waru en la III Fase, se ha generado un total de 5,952 empleos (además de la familia nuclear) que fue pagado bajo formas salariales, semisalariales, y con productos, en la cosecha. Mientras que en el desarrollo agrícola se ha generado un empleo temporal para 36,322 personas, lo que permitió generar 188,840 jornales.

Mejora de condiciones generales de vida, los productores opinan que gracias a los waru waru se ha mejorado por ejemplo su disponibilidad de semilla (71%), área total de cultivos, (60%), cantidad de ganado familiar (40.5%) y las posibilidades de estudios de sus hijos (51.4%), entre otros efectos; los cuales han sido mayores en las formas de organización familiar y grupo familiar, que constituyen las principales formas de intervención institucional.

## La proyección del PIWA

El Proyecto PIWA, a partir de diciembre del 2001, por decisión de su Consejo Directivo pasó a constituirse como una asociación civil privada sin fines de lucro, denominada **PIWANDES –Instituto de Innovación Tecnológica y Promoción del Desarrollo**, con el objeto de consolidar las realizaciones y logros del PIWA, así como de otorgar mayor perspectiva al desarrollo de las capacidades y potencialidades generadas institucionalmente. Hoy, PIWANDES viene transitando su etapa inicial como una nueva institución con el objetivo de aportar al desarrollo del medio andino y de manera muy particular al del Altiplano de Puno, manteniendo la naturaleza interinstitucional de su origen así como la presencia de sus investigadores asociados.