

SISTEMA DE RIEGO EN LA COMUNIDAD DE CHAJLAYA, MUNICIPIO DE CHUMA, PROVINCIA MUÑECAS DEPARTAMENTO DE LA PAZ, BOLIVIA

IRRIGATION SYSTEM IN CHAJLAYA COMMUNITY, CHUMA MUNICIPALITY, MUÑECAS PROVINCE, LA PAZ DEPARTMENT, BOLIVIA

Aruquipa Roberto¹, Ramirez Yovana², Castaya Carmen³, Macuchapi Cristian⁴, De la Cruz Vladimir⁵
^{2,3,4,5} Investigadores de la Carrera Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto.
¹ Docente de Riegos y Drenajes, carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto.

Resumen

El riego es una práctica milenaria en la Comunidad de Chajlaya, donde aún se aplican técnicas de siembra ancestrales y colectivas como el “suyu”, “mara milli” y “milli” destinadas a aprovechar las condiciones favorables de la Tierra. Sin embargo, en la actualidad, se viene observando que los sistemas de riego por gravedad tradicional, cuando manejados de manera inadecuada, son poco eficientes en el uso del agua y pueden inclusive promover procesos erosivos en los terrenos. Lo mencionado es particularmente importante dada la posibilidad de expandir las zonas cultivables y aumentar el rendimiento de los cultivos como el maíz (choclo), haba, arveja, tubérculos y hortalizas para el consumo local y comercialización en las ciudades de El Alto, La Paz y ferias regionales.

El funcionamiento de los sistemas mencionados, se realiza mediante una división de las áreas regables en tres zonas: Pulay, Chajlaya, y Waña Pata donde aplican los turnos de riego respectivos. La captación se realiza mediante una toma artesanal ubicada en el río Lampaya Jawira, conduciéndose el caudal mediante un canal no revestido para posteriormente ingresar por tubería hasta desembocar en sus respectivas cámaras de distribución en las parcelas. En este sentido el presente trabajo se enfocó a establecer mediante aforos, muestreos y pruebas de campo (infiltrometría) los distintos parámetros que estarían afectando la eficiencia del sistema. Como resultado de ello, se ha determinado una muy baja eficiencia de riego; del orden de 17.2% producto de las pérdidas que ocurren principalmente durante la distribución y conducción. Los resultados pretenden establecer lineamientos generales que puedan coadyuvar a mejorar dicha eficiencia para futuros trabajos de capacitación destinados a los regantes.

Palabras clave Sistema, riego tradicional, ancestral, superficie, conocimiento ancestral.

Abstract

Irrigation is an ancient practice in the Community of Chajlaya, where ancestral and collective planting techniques such as “suyu”, “mara milli” and “milli” are still used to take advantage for favorable conditions on the Earth. However, at present, it has been observed that traditional gravity irrigation systems, when handled improperly, are inefficient in water use and can even promote erosive processes on the land. This is particularly important given the possibility of expanding arable areas and increasing the yield of crops such as corn, beans, peas, tubers and vegetables for local consumption and commercialization in the cities of El Alto, La Paz and regional fairs. These systems are carried out by dividing the irrigable areas into three zones: Pulay, Chajlaya, and Waña Pata where the respective irrigation shifts apply. The water collection is implemented using an artisanal outlet located in the Lampaya Jawira river, the flow being conducted through an uncoated channel to later, enter through a pipeline until it flows into their respective distribution chambers in the plots. Thus, the present work was focused on establishing using gauging, sampling and field tests (infiltrometry) the different parameters that would be affecting the efficiency of the system. As a result, a very low irrigation efficiency has been determined, at the order of 17.2%, due to losses that occur mainly during distribution and water driving. The results are intended to establish general guidelines that can help improve this efficiency for future training work for irrigators.

Keywords Traditional, ancestral, irrigation system, surface irrigation, ancient knowledge

1. Introducción

El nombre de la Comunidad Chajlaya deriva de dos vocablos de origen aymara: “chaja” (ronquera) y “alaya” (arriba, lugar que señala arriba) (Quispe, 2011). aunque puede interpretarse también como alguien que avanza o visionario.

La práctica del riego en la Comunidad de Chajlaya es milenaria y complementa técnicas de siembra

ancestrales y colectivas como el “suyu”, “mara milli” y “milli”, sin embargo, en la actualidad, se viene observando una baja eficiencia en los sistemas de riego por gravedad tradicional, además de prácticas de manejo que pueden desencadenar procesos erosivos en las parcelas, afectando el rendimiento de los cultivos.

Debido a las características edafoclimáticas favorables de la zona, las Tierras de Chajlaya poseen una buena aptitud agrícola, potencialidad que puede aprovecharse mediante la aplicación de riego complementario para asegurar la producción, inclusive en la época de estiaje. En la cédula de cultivos destaca la producción de maíz (choclo), haba y arveja verde, papa, oca, papaliza y hortalizas que tienen gran importancia para el consumo local y la comercialización en las ciudades de El Alto, La Paz y ferias regionales.

Los agricultores de la región conocen los beneficios del riego, aunque lo realizan apenas en pequeñas áreas, en promedio de 0.83 hectáreas por familia. Debido a la disponibilidad de terrenos con tales características, se estima que existe la posibilidad de triplicar el área actualmente cultivada emprendiendo varias campañas al año dado el clima favorable y la existencia de fuentes de agua como el río Chorobamba, donde se ubica la toma del área objeto del presente estudio. Por otro lado, se cuenta con otros cursos de agua que en un futuro pueden ser considerados para proyectos como el LamphayaJawira, PolayJawira, CulaJawira y Waña Pata Jawira.

La mencionada toma es artesanal, cuenta con un canal no revestido que viene funcionando por mucho tiempo y una línea de tubería de 500 metros de PVC de 8 pulgadas, con sus respectivos puntos establecidos para la distribución de agua para riego (PICAR, 2019).

El riego por gravedad, consiste en la aplicación de una lámina en la superficie del suelo, relativamente seco, a partir de uno de sus extremos o la cabecera de la parcela (Fuentes et al., 2004). En términos generales, la eficiencia de este sistema es baja, pues implica diversas pérdidas que ocurren hasta la aplicación del agua. Asimismo, el riego por gravedad depende en gran medida del grado de habilidad o experticia que tiene el regante para manejar el caudal y evitar su desperdicio.

2. Materiales y Métodos

Ubicación

En área de estudio se encuentra en el municipio

de Chuma, provincia Muñecas del departamento de La Paz. La obra de toma del sistema de riego (Lampay Jawira) está ubicada en las siguientes coordenadas: Latitud 50°90'27", Longitud Este 82°65'46" a una altitud media de 3625 msnm.

Características Físicas y Climáticas

La topografía de la zona es muy accidentada, al estar localizada en una zona montañosa, a cuyos pies surge un paisaje de Piedemontes y quebradas muy profundas y erosionadas. El clima predominante es templado y subhúmedo típico de cabecera de valle, con una temperatura promedio 15°C y una precipitación anual de 950mm.

Gestión de riego

A continuación, se describen los elementos que componen el sistema de riego de la comunidad Chajlaya y las particularidades para su gestión.

Unidades de riego

La administración del sistema de riego de Chajlaya se basa en un reparto organizado del agua entre los regantes de la comunidad para lo cual se han establecido tres zonas: Pulay, Chajlaya y Waña Pata, las mismas que aprovechan el caudal mediante una rotación previamente programada (turno de riego).

Frecuencia de riego

Cada una de las zonas mencionadas utiliza el agua por tres días, resultando en una frecuencia de riego de nueve días. Se ha establecido que tres aplicaciones durante toda la campaña agrícola serían suficientes para garantizar la producción.

Tiempo de riego

El tiempo de riego varía entre 30 minutos a 3 horas, dependiendo del tamaño de la parcela que recibe la lámina.

Mantenimiento

El mantenimiento se realiza de manera colectiva e incluye la obra de toma y limpieza del canal de conducción. Normalmente no se aplican los recursos necesarios para reparaciones mayores como arreglo de las compuertas y otros.

Organización

La comunidad delega la responsabilidad de la gestión del sistema de riego a las autoridades

locales. Con la finalidad de gestionar un nuevo proyecto se conforma un Comité de Riego.

Tecnología de riego

Conforme mencionado, las técnicas de riego de la comunidad se denominan “suyu”, “mara milli” y “mili”. A continuación se describen brevemente las mismas.

El “suyu” es una práctica propia de los terrenos situados a mayor altitud, donde la agricultura depende casi exclusivamente de las precipitaciones. La estrategia consiste en preparar el suelo a fines de la época de lluvia para facilitar su infiltración y realizar una siembra temprana en el mes de agosto.

La práctica del “mara milli” se realiza en la parte central de las laderas, donde normalmente se cuenta con el canal troncal de riego. Así, en los meses más secos es posible producir aplicando el denominado “riego complementario”.

A su vez el “mili” se realiza en terrenos ubicados por debajo del canal troncal de riego, es decir la producción se garantiza totalmente con agua de “riego suplementario”.

3. Materiales y Métodos

Para la realización del presente trabajo se utilizaron cilindros infiltrómetros, equipo topográfico: estación total y GPS navegador. Asimismo se tomaron muestras de suelo superficial y agua de la fuente para su caracterización en laboratorio.

Para la determinación de la infiltración de agua en el suelo, se aplicó el método de los infiltrómetros de doble anillo (o doble cilindro). Con los resultados obtenidos en las pruebas de infiltración se elaboraron curvas de velocidad de infiltración en función del tiempo). Asimismo se procedió a la obtención de los coeficientes de ajuste de la ecuación de Kostiakov aplicando un procedimiento estadístico y análisis de regresión para lo cual se realizó primeramente la transformación logarítmica de los datos.

4. Resultados y Discusión

A continuación se presentan los principales resultados de la caracterización del sistema de riego de la Comunidad Chajlaya.

Aforo

Como resultado del aforo realizado en la fuente, por el método volumétrico directo se determinó un caudal disponible variando entre 23 a 30 litros por

segundo. Sin embargo, se estableció una gran merma o pérdidas en el canal no revestido.

Calidad de agua

En el siguiente cuadro se presentan los resultados del análisis de agua de la fuente.

Cuadro N°1 Parámetros de calidad del agua en la fuente y categorización.

CE (ms/cm)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	RAS	Categ.
122	10.5	6.8	4	0.24	C1S1

Fuente: Elaboración propia con base en datos analíticos.

En función a los datos obtenidos se estableció que el agua captada se encuadra en la categoría C1, es decir agua de baja salinidad y bajo contenido de sodio, S1, apta para riego.

Textura del Suelo

La proporción de las fracciones granulométricas se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro N°2 Proporción de fracciones granulométricas en muestras de suelo superficial en la Comunidad Chajlaya.

Arena

(%) Limo

(%) Arcilla

(%) Clase Textural

49 39 12 Franco

Fuente: Elaboración propia con base en datos analíticos.

Los suelos se encuadran en la Clase Textural “Franca”. Dicha textura permite una buena agregación y uniformidad en el proceso de infiltración del agua a través del perfil del suelo.

Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural
49	39	12	Franco

Fertilidad del suelo

Los valores de macronutrientes de muestras de suelo superficial se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro N°3 Niveles e macronutrientes en muestras de suelo superficial en la Comunidad Chajlaya.

M.O.(%)	N Total (%)	P (mg/Kg)	K (cmol _c +/Kg)
2.3	0.11	44	0.49

Fuente: Elaboración propia con base en datos analíticos.

Los valores de nutrientes varían de bajos a moderados. Para mantener una concentración suficiente de nutrientes en el suelo se aplican enmiendas orgánicas, normalmente estiércol ovino.

Cédula de cultivos

En el siguiente cuadro se presenta la cédula de cultivos de la zona.

Cuadro N°4 Cédula de cultivos Comunidad Chajlaya

Suyu	Mara milli	Milli
Papa	Papa	Maíz Choclo
Oca	Haba	Arveja verde
Papaliza	Arveja	Haba verde
Maíz Choclo	Maíz Choclo	Papa temprana
Habas	Arveja	Cebolla
Trigo	Zanahoria	Nabo
Cebada	Nabo	Zanahoria

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo.

Sistema de riego

El sistema de riego de la comunidad consta de obra de toma, línea de aducción, cámaras y compuertas. Un esquema se muestra en la siguiente figura.

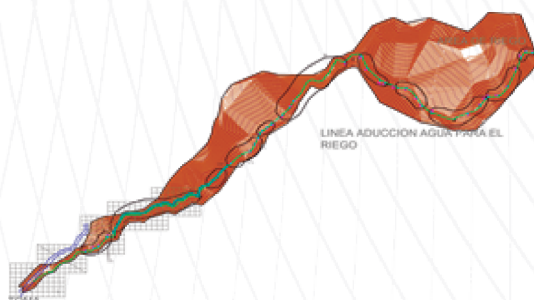


Figura N°1 Componentes del sistema de riego en la Comunidad Chajlaya.

El sistema presenta la carga hidráulica gravitacional, ofreciendo la energía hidráulica gratis para riego por aspersión y goteo.

Eficiencia de riego

Eficiencia de captación (Eca)

El caudal en el río fue de 35.2 l/s, el caudal en canal conducción fue de 23 l/s. Por lo tanto la Eca se estima en un 65.34%.

Eficiencia almacenamiento (Eal)

La capacidad del reservorio existente corresponde a 110.14 m³. Donde se aprovecha íntegramente ese volumen. Por tanto, la Eal es del 100%.

Eficiencia de conducción (Ec)

El caudal de captación fue de 23 l/s, el caudal conducción de 11.2 l/s, por tanto la Ec es de un 48.7%.

Eficiencia de distribución (Ed)

El caudal de conducción fue de 11.2 l/s, el caudal de distribución de 6 l/s. Por tanto la Ed es de un 54%.

Eficiencia de aplicación (Ea)

Durante trabajo de campo se midió la infiltración en las parcelas regada por el comunario, siendo la eficiencia de aplicación 100%.

Eficiencia de riego (Er)

Aplicando la ecuación:

$$Er = Eca * Eal * Ec * Ed * Ea$$

$$Er = 0.6534 * 1 * 0.487 * 0.54 * 1 = 0.1718$$

$$Er (\%) = 17.18\%$$

Se obtuvo una eficiencia de riego baja 17.18%, en promedio debería aproximarse a un 35%. En la práctica de los 23 l/s de recurso hídrico disponible, únicamente se aprovechan unos 6l/s debido a las durante la captación, conducción y distribución.

Infiltración

El resultado de la medida de la infiltración de agua en el suelo se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro N°5 Parámetros para la determinación de la velocidad de infiltración de agua en el suelo

Tiempo acumulado "t"	Lamina infiltrada (cm)	X=Log (t)	Y= log lacum	X*Y	X ²	Y ²
1	4	0	0.60	0	0	0.36
2	8.3	0.30	0.92	0.28	0.09	0.84
3	12.8	0.48	1.11	0.53	0.23	1.23
5	18	0.70	1.26	0.88	0.49	1.58
7	23.6	0.85	1.37	1.16	0.71	1.88
9	29.3	0.95	1.47	1.40	0.91	2.15
12	37.6	1.08	1.58	1.70	1.16	2.48
15	44	1.18	1.64	1.93	1.38	2.70
18	50	1.26	1.70	2.13	1.58	2.89
23	57.5	1.36	1.76	2.40	1.85	3.10
28	62.2	1.45	1.79	2.60	2.09	3.22
33	66.7	1.52	1.82	2.77	2.31	3.33
43	74.8	1.63	1.87	3.06	2.67	3.51
53	81.9	1.72	1.91	3.30	2.97	3.66
63	87.4	1.80	1.94	3.49	3.24	3.77
83	97.6	1.92	1.99	3.82	3.68	3.96
113	110.6	2.05	2.04	4.20	4.22	4.18
511		20.24	26.78	35.64	29.59	44.83

Donde:

$$A = 6$$

$$B = 0.66$$

Promedio

$$A = 3.18$$

$$B = 0.4$$

Infiltración acumulada (lacum)

$$lacum = 3.18 t^{0.4}$$

Infiltración instantánea

$$I = 1.3t - 0.6$$

Infiltración básica

$$Ib = 22.8 \text{ mm/Hr}$$

Infiltración promedio

$$Ip = 3.25t - 0.6$$

En función a lo presentado, la infiltración de agua en el suelo se considera moderada, ello probablemente debido a que los suelos se encuentran ligeramente compactados lo cual

afecta su capacidad de transmitir el agua a estratos más profundos. Este hecho puede ser atribuible a prácticas inadecuadas de manejo.

5. Conclusiones

Existe una buena disponibilidad y calidad de recursos hídricos en la Comunidad Chajlaya que permite la expansión de las áreas regables para mejorar del rendimiento y diversificación la cédula de cultivos.

La distribución del agua se realiza de acuerdo a las circunstancias físicas, climáticas y las tradiciones, usos y costumbres, con el establecimiento de turnos y otros elementos que facilitan la gestión.

Se ha determinado una baja eficiencia en el sistema tradicional de riego por gravedad en la Comunidad de Chajlaya, sobre todo debido a pérdidas durante la conducción.

Los resultados de infiltración indican que se deben implementar prácticas de manejo y conservación de suelos en las parcelas.

Se recomienda el cambio tecnológico a sistemas de riego presurizado (aspersión y goteo) aprovechando la topografía de la zona (gravitacional).

6. Agradecimientos

A la Comunidad de Chajlaya, tanto a sus bases y autoridades, por compartir e intercambiar sus experiencias.

A los estudiantes de la Universidad Pública de El Alto - Carrera de Ingeniería Agronómica por el esfuerzo e interés en realizar la interacción social.

7. Referencias bibliográficas

- Quispe J. (2011). Chajlaya, una historia jamás contada.
- Pinto V. J. método de riego por gravedad. Programa Profesional de. Ingeniería Agronómica. Universidad Católica de Santa María. 2006.
- Aruquipa R. Riegos y Drenajes.
- PICAR. Ampliación del Sistema de Riego Comunidad Chajlaya