

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**USO SOSTENIBLE DEL RIEGO PARCELARIO PARA LA
SEGURIDAD Y SOBERANÍA ALIMENTARIA DE LA COMUNIDAD
DE CORPUMA**

Por:

ERICA CELINA TICONA MAMANI

EL ALTO – BOLIVIA

Octubre, 2021

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**USO SOSTENIBLE DEL RIEGO PARCELARIO PARA LA SEGURIDAD Y SOBERANÍA
ALIMENTARIA DE LA COMUNIDAD DE CORPUMA**

*Tesis de Grado presentado como requisito
para optar el Título de Ingeniero en
Ingeniería Agrónomica*

Erica Celina Ticona Mamani

Asesores:

M. Sc. Ing. José Luis Lima Jacopa

M. Sc. Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez

Tribunal Revisor:

Ing. Ernesto Martin Morales Mamani

M. Sc. Ing. Ciro Raúl Quiape Callocosi

M. Sc. Ing. Luis Fernando Machicao Terrazas

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador



DEDICATORIA:

A Dios por su guía, cuidado y por permitirme cumplir esta meta añorada.

A mis padres Zenobio Ticona y Máxima Mamani, quienes me dan su apoyo, comprensión y amor incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindarme su compañía, por no dejarme sola, por darme esta oportunidad de poder alcanzar y realizar mis sueños.

A la Universidad Pública de El Alto, mediante la carrera de Ingeniería Agronómica por haberme acogido toda la etapa de formación académica.

Al Ministerio De Medio Ambiente y Agua (MMAyA) y al Instituto de Investigación Y Extensión Agrícola y Postgrado (IINEAP) – UPEA, por darme la oportunidad de realizar la tesis de grado.

A mis asesores M.Sc. Ing. José Luis Lima Jacopa y al M.Sc. Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez por el apoyo técnico y asesoramiento. Por haber compartido sus conocimientos, por el apoyo brindado y orientación en las correcciones del presente trabajo de investigación.

A los miembros del tribunal examinador, Ing. Ernesto Martin Morales Mamani, Ing. Ciro Raúl Quiape Callocosi y el M.Sc. Ing. Luis Fernando Machicao Terrazas por las revisiones, observaciones y sugerencias que ayudaron a mejorar el presente trabajo.

Al director de la carrera de ingeniería Agronómica Ing. Daniel Condori Guarachi.

A todas aquellas personas que fueron parte de este proceso de superación, por brindarme su apoyo con su participación oportuna.

CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS	i
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
ABREVIATURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii

ÍNDICE DE TEMAS

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Antecedentes	2
1.2.	Planteamiento del problema	2
1.3.	Justificación	3
1.4.	Objetivos	4
1.4.1.	Objetivo general	4
1.4.2.	Objetivos específicos	4
1.5.	Hipótesis	4
2.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1.	Recurso hídrico	5
2.1.1.	El agua	5
2.1.2.	Uso del agua de riego	6
2.1.3.	Gestión del agua	6
2.1.4.	Gestión de sistema de riego	6
2.2.	Riego	6
2.2.1.	Riego superficial	7

2.2.2.	Faces y recesos del riego.....	7
2.2.4.	Eficiencia de aplicación:	9
2.2.3.	Riego parcelario:	9
2.3.	Seguridad alimentaria	10
2.4.	Soberanía alimentaria	11
2.5.	Nueva constitución política del estado (C.P.E.).....	12
2.5.1.	Ley ley N° 2878, Ley de promoción y apoyo al sector de riego	12
2.5.2.	Plan de Desarrollo del Departamento Autónomo de La Paz (PDDA-LP)	13
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1.	Localización	14
3.1.1.	Ubicación geográfica.....	14
3.1.2.	Características edafoclimáticas	14
3.1.2.1.	Clima.....	14
3.1.2.2.	Precipitación.....	14
3.1.2.3.	Suelo.....	14
3.2.	Materiales	16
3.2.1.	Material de escritorio	16
3.2.2.	Material de campo.....	16
3.3.	Metodología	17
3.3.1.	Etapa I – Pre-campo	17
3.3.2.	Etapa II – Campo	17
3.3.2.1.	Reconocimiento del área de estudio.....	17
3.3.2.2.	Diagnostico participativo con Enfoque social y técnico	18
3.3.2.3.	Selección de parcelas	18
3.3.2.4.	Muestreo de agua para riego.....	18
3.3.2.5.	Muestreo del suelo para análisis físico	18

3.3.2.6.	Evaluación del sistema de riego	19
3.3.2.6.1.	Fuente de agua.....	19
3.3.2.6.2.	Aforo del Rio Corpuma.....	19
3.3.2.6.3.	Subsistema de riego comunidad de Corpuma.....	19
a.)	Captación	20
b.)	Canales de conducción (canal principal)	20
c.)	Almacenamiento de los estanques	20
d.)	Canales de distribución (secundario principal)	20
3.3.2.6.4.	Prueba de infiltración del agua en el suelo.....	20
3.3.2.7.	Cuantificación de la producción agrícola	21
3.3.3.	Etapa III– Gabinete	21
3.3.3.1.	Evaluación del riego parcelario en función de la ficha FIV.....	22
3.3.3.2.	Calculo de prueba de infiltración	22
3.3.3.3.	Calculo de la lámina de riego óptima.....	22
3.3.3.4.	Cálculo del caudal	23
3.3.3.5.	Método volumétrico:	24
3.3.3.6.	Cuantificación del volumen de agua.....	24
3.3.3.7.	Lámina de agua	24
3.3.3.8.	Lamina neta (Zn).....	25
3.3.3.9.	Lamina bruta (Zb).....	25
3.3.3.10.	Eficiencia de almacenamiento (ES).....	26
3.3.3.11.	Producción y rendimiento agrícola	26
3.4.	Elaboración del reglamento del riego parcelario	26
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4.1.	Evaluación del caudal y calidad de la fuente de agua para riego	27
4.1.1.	Fuente de agua	27

4.1.2.	Calidad del agua para riego	27
4.2.	Descripción y características del sistema de riego	29
4.2.1.	Subsistema de aducción y almacenamiento del agua para riego	29
4.2.1.1.	Eficiencia del Subsistema de aducción.....	30
4.2.1.2.	Cámaras desarenadoras	31
4.2.2.	Subsistema de distribución del agua para riego	32
4.2.2.1.	Canales de riego (canales primarios)	32
4.2.2.2.	Canal de distribución del riego (canal terciario)	32
4.3.	Evaluación del riego.....	33
4.3.1.	Lámina de riego tradicional o campesino	33
4.3.2.	Análisis de los parámetros de riego edáficos.....	34
4.3.3.	Programación del riego parcelario.....	35
4.3.3.1.	Determinación de la lámina de riego neta (LRN)	35
4.3.3.2.	Determinación de la lámina de riego bruta (LRb).....	36
4.3.3.3.	Determinación de la Frecuencia de riego	36
4.3.3.4.	Tiempo de riego	37
4.3.3.5.	Caudal de riego.....	38
4.3.3.6.	Evaluación de suelo químico	39
4.3.4.	Propuesta del plan de gestión del agua para regantes de la organización de gestión de cuenca (OGC).....	40
4.4.	Análisis de características socioeconómicas del sistema de riego	41
4.4.1.	Áreas de riego y sin riego.....	41
4.4.2.	Número de familias	42
4.4.3.	Producción pecuaria.....	42
4.4.4.	Importancia de los cultivos	43
4.4.5.	Épocas de siembra.....	43
4.4.6.	Variedades de los cultivos que se produce.....	44

4.4.7.	Labores culturales	44
4.4.7.1.	Preparación del suelo.....	44
4.4.7.2.	Fertilización	45
4.4.8.	Destino de la producción	45
4.4.9.	Cantidad de Beneficiarios.....	45
4.4.10.	Distribución por turnos.....	47
4.4.11.	Organización	48
4.4.11.1.	Manejo del agua.....	48
4.4.11.2.	Proceso de la organización de los regantes	48
4.4.12.	Distribución basada por sorteos en los sectores	49
4.4.13.	Mantenimiento.....	49
5.	CONCLUSIONES	50
6.	RECOMENDACIONES	52
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	53
8.	ANEXOS.....	3

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Matriz de definición de la inseguridad alimentaria al considerar los componentes de acceso a alimentos con consumo de alimentos.	12
Cuadro 2.	Parámetros para clasificar la infiltración del suelo	21
Cuadro 3.	Oferta de agua aforado en la fuente de agua	27
Cuadro 4.	Resultados del análisis de agua	27
Cuadro 5.	Subsistema de aducción y almacenamiento	30
Cuadro 6.	Eficiencia del Subsistema de aducción	31
Cuadro 7.	Canales primarios.....	32
Cuadro 8.	Eficiencia del Canal secundario.....	32
Cuadro 9.	Lamina de riego tradicional.....	33
Cuadro 10.	Parámetros edáficos del cultivo de papa	34
Cuadro 11.	Parámetros edáficos del cultivo de haba	34
Cuadro 12.	Precipitación pluvial y temperatura.....	34
Cuadro 13.	Lamina de riego Neta (LRN) papa.....	35
Cuadro 14.	Lamina de riego Neta (LRN) haba.....	35
Cuadro 15.	Determinación de lámina bruta (LRb) papa	36
Cuadro 16.	Determinación de lámina bruta (LRb) haba	36
Cuadro 17.	Determinación de la frecuencia de riego cultivo de papa.....	36
Cuadro 18.	Determinación de la frecuencia de riego Cultivo haba.....	37
Cuadro 19.	Tiempo de riego, cultivo de papa	38
Cuadro 20.	Tiempo de riego, cultivo de haba	38
Cuadro 21.	Caudal de riego, cultivo de papa	39
Cuadro 22.	Caudal de riego, cultivo de haba	39
Cuadro 23.	Evaluación de suelo químico.....	39
Cuadro 24.	Propuesta del plan para los sectores	40

Cuadro 25.	Áreas de riego.....	41
Cuadro 26.	Números de familias	42
Cuadro 27.	Producción pecuaria	42
Cuadro 28.	Época de siembra	44
Cuadro 29.	Variedades de los cultivos.....	44
Cuadro 30.	Destino de la producción.....	45
Cuadro 31.	Beneficiarios asistentes y no asistentes	46
	Lista de beneficiarios del sector Cruz Pata.....	24
	Lista de beneficiarios del sector Isquillani.....	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Riego por superficie método Kanis.....	9
Figura 2.	Mapa de ubicación del área de estudio	15
Figura 3.	Fotografía del Rio Corpuma y punto de aforo.....	19
Figura 4.	Valores típicos de K, para diferentes cultivos completamente desarrollados.	23
Figura 5.	Normas Riverse para el análisis del agua para Riego	29
Figura 6.	Esquema del lugar de trabajo.....	30
Figura 7.	Cámara desarenadora	31
Figura 8.	Canal de agua secundario	33
Figura 9.	Cultivos importantes.....	43
Figura 10.	Cantidad de beneficiarios varones - mujeres.....	47
Figura 11.	Turnos de riegos	47
Figura 12.	Organización de los regantes.....	49

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Ficha de muestreo de suelo	4
Anexo 2.	Reconocimiento del área de estudio	4
Anexo 3.	Ficha de identificación.....	4
Anexo 4.	Análisis de suelo	11
Anexo 5.	infraestructura cámara o hidrante.....	17
Anexo 6.	Planilla de infiltración	17
Anexo 7.	Ciclo fenológico del cultivo	19
Anexo 8.	Análisis de agua.....	20
Anexo 9.	Estanques.....	21
Anexo 10.	Lista de beneficiarios de los 3 sectores Cantuyu, Cruz pata e Isquillani.....	22
Anexo 11.	Propuesta del plan de gestión de riego	27
Anexo 12.	Fotografías de la gestión 2019 al 2020	31

ABREVIATURAS

CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CAT/PRONAR	Componente de asistencia técnica programa nacional de riego.
Cm	Centímetro
ET _o	Evapotranspiración de referencia
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura
FIV	Ficha de identificación y validación de proyectos de riego
FR°	Frecuencia de riego Tradicional
GPS	Global Positioning System
INFOAGRO	Información técnica agrícola
K _c	Coefficiente de cultivo
LRN _t	Lamina de riego neto tradicional
MACA	Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios
MAGDR	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural
MMAyA	Ministerio de Medio Ambiente y Aguas
OGC	Organización de gestión de la cuenca
Pasa	Programa de apoyo a la seguridad alimentaria
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
TR° _t	Tiempo de riego Tradicional
Z _n	Coefficiente de cultivo

RESUMEN

El uso del agua en la producción agrícola ha tomado gran importancia en los últimos años, debido principalmente a los efectos del cambio climático, traducido en un aumento exacerbado de eventos adversos agroclimáticos. Las familias de los sectores Cruz Pata, Cantuyo e Isquillani de la comunidad Corpuma del municipio de Jesús de Machaca se dedican a la producción de papa y haba, bajo un sistema de riego parcelario tradicional. La Organización de Gestión de la Cuenca (OGC) se reúne cada día 30 del mes en curso y anualmente nominan a un presidente encargado de administrar el sistema de riego.

El objetivo del estudio fue evaluar la gestión del riego tradicional para mejorar y fortalecer el uso sostenible del agua en el riego parcelario de la comunidad Corpuma, el mismo tiene como fuente principal de agua al río del mismo nombre con 9 l/s (época seca), la misma es conducida inicialmente por una red de tuberías de PVC (sector de Cruz Pata 1.153 metro de tubería, Isquillani 930 metros y Cantuyo con 1.633 metros de longitud con un diámetro de 10" de diámetro), luego mediante canales rústicos de tierra (132 metros en el sector de Cruz Pata, sector de Isquillani 171 metros y el sector de Cantuyo 621 metros de canal), el agua conducida se almacena en estanques construidos de H^oA^o con una capacidad de almacenamiento de 271,32 m³.

El riego tradicional establece una Lámina de riego neta de 33,23 mm en el sector Cantuyo; 34,20 mm en Cruz Pata y 45,07 mm en Isquillani. Con un área de riego de 1424,64 m², el caudal de riego en Cantuyo 0,0046 (m³/s) en Cruz Pata 0,0015 (m³/s) e Isquillani 0,00467 (m³/s). El Tiempo de riego es de 12 horas en los sectores de Cantuyo e Isquillani y 48 horas (2 días) en el sector Cruz Pata.

ABSTRACT

The use of water in agricultural production has taken on great importance in recent years, mainly due to the effects of climate change, translated into an exacerbated increase in adverse agroclimatic events. The families of the Cruz Pata, Cantuyo and Isquillani sectors of the Corpuma community of the Jesús de Machaca municipality are dedicated to the production of potatoes and broad beans, under a traditional parcel irrigation system. The Basin Management Organization (OGC) meets every 30th of the current month and annually nominates a president in charge of managing the irrigation system.

The objective of the study was to evaluate the management of traditional irrigation to improve and strengthen the sustainable use of water in the parcel irrigation of the Corpuma community, it has as its main source of water the river of the same name with 9 l / s (dry season), it is initially conducted by a network of PVC pipes (Cruz Pata sector 1,153 meters of pipe, Isquillani 930 meters and Cantuyo with 1,633 meters in length with a diameter of 10 "in diameter), then through rustic earth channels (132 meters in the Cruz Pata sector, Isquillani sector 171 meters and the Cantuyo sector 621 meters of canal), the conducted water is stored in ponds built of H^oA^o with a storage capacity of 271.32 m³ in the Isquillani zone, 239.80 m³ in the Cantuyo sector and 230 m³ in the Cruz Pata area.

Traditional irrigation establishes a net irrigation sheet of 33.23 mm in the Cantuyo sector; 34.20 mm in Cruz Pata and 45.07 mm in Isquillani. With an irrigation area of 1424.64 m², the irrigation flow in Cantuyo 0.0046 (m³ / s) in Cruz Pata 0.0015 (m³ / s) and Isquillani 0.00467 (m³ / s). The irrigation time is 12 hours in the Cantuyo and Isquillani sectors and 48 hours (2 days) in the Cruz Pata sector.

1. INTRODUCCIÓN

El agua representa casi las tres partes de la superficie de nuestro planeta y constituye un elemento imprescindible para la vida. Se puede afirmar que sin agua no hay vida, en algunas regiones la precipitación es insuficiente o su distribución es irregular; el riego se convierte en una herramienta de vital importancia para su óptima producción de los cultivos. (Aduviri, 2015).

La cuenca Corpuma se encuentra ubicada en el Altiplano Norte boliviano, caracterizada como una zona árida, la misma forma parte de la cuenca Altiplánica endorreica. (Pacosillo, 2018).

El riego agrícola o más conocido como riego tradicional es una de las prácticas más ancestrales utilizadas por el hombre para producir sus alimentos, es un método barato ya que es aportada en forma natural por las precipitaciones pluviales. Se sabe también que las actividades agropecuarias son la base de la alimentación y de sobrevivencia para la humanidad, por esta razón se tiene que producir más con menos recursos y a un menor costo.

La seguridad alimentaria, se refiere a garantizar el acceso a una adecuada cantidad y variedad de alimentos seguros en todo momento del año, es uno de los derechos básicos de todo individuo, mientras que la soberanía alimentaria, refiere al derecho de los habitantes de un pueblo, comunidad, etc., a tener alimentos nutritivos y culturalmente adecuados, accesibles, producidos, solventando su nutrición de todos los miembros de la familia.

En América Latina y el Caribe la situación de inseguridad alimentaria es común en muchos países afectando principalmente a grupos de población de bajos ingresos en áreas rurales como urbanas. (FAO, 2000).

Existe una tendencia hacia la sobre explotación de recursos naturales y deterioro de los sistemas tradicionales de producción, los cuales hoy no disponen de las condiciones necesarias para su óptimo funcionamiento. Los agricultores no tienen un control en la cantidad de agua entregada al suelo, ni en la cantidad de agua que se pierde por

infiltración profunda. De esta manera, el riego se conduce de forma empírica y presenta valores muy bajos de uniformidad y eficiencia de aplicación (Cisneros, 2003).

1.1. Antecedentes

Según Apaza 2013, el sistema de riego Turrini, se caracteriza por su gran potencial agrícola y pecuario, y siendo como limitante la baja disponibilidad del agua, donde la producción de cultivos se ve restringida al no contar con agua para riego complementario, lo que incide en los ingresos económicos para las familias. Al ver, la existencia de recursos naturales disponibles como agua, el cual se desperdicia al no poder acumular, los beneficiarios han identificado la posibilidad de acumular el agua a través de una presa, cuya presa está en construcción aprovechando la formación natural y escurrimiento de aguas superficiales de la cuenca, que tiene como objetivo alimentar de agua riego a las zonas más productivas de la comunidad como ser; Alta, Centro y Baja.

Según la Ley 2878, los estudios en el área de riego deberán estar en el ámbito del desarrollo agropecuario del país y enmarcado en las políticas públicas de riego para obtener la reducción de los riesgos climáticos proporcionando agua para asegurar las cosechas en los diferentes cultivos, incremento de la productividad y producción agropecuaria, posibilitando el abastecimiento de productos para el mercado local y generar excedentes para la exportación; de esta manera se contribuirá la seguridad alimentaria y algunos casos posibilitara el aumento de los ingresos de las familias.

1.2. Planteamiento del problema

El Altiplano boliviano se caracteriza por diversos niveles de aridez, el cual se acentúa más debido a la variabilidad climática, en razón de este fenómeno, se registran años con bastantes precipitaciones pluviales y otros años con déficit de lluvias, aspecto que vulnera la seguridad y soberanía alimentaria de las familias que habitan esta región.

En las condiciones actuales de manejo del riego parcelario tradicional, aparentemente no se realizan un aprovechamiento óptimo del agua, traducido en un mayor número de familias regantes, tiempo de riego prolongado y procesos de escorrentía y lixiviación, que puedan desencadenar un proceso nocivo y de degradación del suelo, debido a la poca información del método de riego, en el diseño agronómico y principalmente en el diseño

hidráulico, por lo tanto mejoraría la eficiencia del riego para una mejor gestión del recurso agua.

En el área rural, si bien los productores se dedican más a la producción de tubérculos, cereales y hortalizas, no contemplan en su dieta diaria, debido a que sus hábitos están orientados al consumo de carbohidratos (arroz, maíz y derivados como fideo) y su producción la comercializan en ferias, porque generan un ingreso importante para el productor de Corpuma.

En el sector hay una escasa información del tema, además no se encuentra disponible en el lugar del municipio Jesús de Machaca por ello se realizara el trabajo de investigación sobre riego tradicional.

1.3. Justificación

La necesidad de agua para riego en épocas de mayor escasez hace que se busquen alternativas de solución para un uso racional de las aguas, es decir la distribución de acuerdo a la necesidad de cada familia.

En la comunidad de Corpuma si bien se ha hecho un estudio inicial, por el cual se conocen algunos principios básicos referentes al volumen de agua disponible para riego en los diferentes sistemas a lo largo de la cuenca, por otro lado también, es importante analizar tres aspectos como es la organización, operación y mantenimiento del sistema tradicional del riego, ya que estas actividades juegan un rol importante en la producción agrícola, como parte de la seguridad y soberanía alimentaria.

Por esta razón, este trabajo tiene como finalidad, mostrar experiencias a partir de un diagnóstico mediante la realización de encuestas a los regantes y medición de parámetros de riego, para determinar su situación actual de productividad considerando los aspectos técnicos y agronómicos. La eficacia del riego parcelario mejorara la productividad, la calidad de vida de los hogares en la comunidad, optimizar el recurso hídrico considerando los aspectos técnicos y agronómicos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar la gestión del riego tradicional para mejorar y fortalecer el uso sostenible del agua en el riego parcelario de la comunidad Corpuma.

1.4.2. Objetivos específicos

- Describir la gestión social de riego
- Evaluar el riego parcelario para determinar las necesidades hídricas de los cultivos.
- Analizar las características socioeconómicas de la comunidad, relacionadas al riego parcelario.

1.5. Hipótesis

- El uso sostenible del agua a través del riego parcelario, no tiene incidencia en la seguridad y soberanía alimentaria.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Recurso hídrico

Los recursos hídricos son todos los cuerpos de agua existentes en el planeta, desde océanos, ríos, arroyos, lagunas, etc. Son indispensables para la vida y su distribución en el tiempo y espacio es variable. (Contreras, 2017).

El agua, como elemento esencial de la vida en la tierra tal como la conocemos, ha sido, desde siempre, una constante en la vida del hombre, formando ríos, lagos y océanos, el agua sirve como medio de transporte, fuente de alimento. (Da Silva *et al.* 2011).

Los recursos hídricos se encuentran almacenados en estado sólido, líquido o gaseoso. El agua de los océanos representa el 97% del recurso y es salada; mientras el agua dulce representa el 3%, se encuentra en estado sólido en los glaciares y en estado líquido en las aguas superficiales y subterráneas siendo una parte muy pequeña del recurso es la que permite el desarrollo de los diferentes procesos biológicos terrestres. (Pérez de la Cruz, 2011).

2.1.1. El agua

El agua cubre más del 70 % de la superficie del planeta; se la encuentra en océanos, lagos, ríos; en el aire, en el suelo. Es la fuente y el sustento de la vida, contribuye a regular el clima del mundo y con su fuerza formidable modela la Tierra. Posee propiedades únicas que la hacen esencial para la vida. (Fernández, 2012).

Según Vásquez *et al.*, (2016) el agua es el elemento clave e integrador de los demás elementos de una cuenca que permite el desarrollo de la vida, las actividades productivas y económicas. Si se maneja y aprovecha adecuadamente este recurso natural se obtendrá grandes beneficios para la población, y el desarrollo sostenible de la cuenca: agua potable, riego, pesca, producción de energía, actividades industriales, minera, navegación, turismo, biodiversidad, servicios diversos, etc. En caso contrario se presentará: erosión, deslizamientos, inundación, contaminación, deterioro del paisaje y medio ambiente, etc.

2.1.2. Uso del agua de riego

Según MACA (2004), el uso de agua para riego, es el suministro artificial al terreno para la producción agropecuaria.

Se define al uso del agua en el riego, como la aplicación del agua a una actividad. Cuando existe consumo es entendido como uso consuntivo que es la diferencia entre el volumen suministrado y el volumen descargado. Existen otros usos que no consumen agua como la generación de energía eléctrica, que utiliza el volumen almacenado en presas. A estos usos se les denomina no consuntivos. (Comisión nacional de agua, 2010).

2.1.3. Gestión del agua

Según Gerbrandy (1988), citado por Apollin *et al.*, (1998), define el concepto de Gestión de Agua, como el conjunto de acuerdos, reglas y actividades que posibilitan que el agua sea distribuida entre los distintos usuarios y sus parcelas en forma organizada y adecuada al riego de los sistemas de cultivo que implementan.

2.1.4. Gestión de sistema de riego

La gestión en sistemas de riego, se refiere a todas las actividades que la gente realiza para poner en funcionamiento el sistema de riego. En esta actividad participan diferentes actores que necesariamente interactúan entre ellas para determinar los medios a utilizar y las acciones a realizar, de tal manera que les permita usar el agua. (CAT/PRONAR, 2001)

2.2. Riego

MACA (2004), define riego como la aplicación de agua al suelo con el propósito de suministrar la humedad esencial para el crecimiento de la planta, que podría ampliarse a los propósitos siguientes:

1. Proporcionar al suelo la humedad para el desarrollo de los cultivos.
2. Asegurar las cosechas contra sequías de corta duración.
3. Refrigerar el suelo y la atmósfera para mejorar las condiciones ambientales y hacer más favorable el desarrollo vegetal: lavar y/o disolver las sales del suelo.
4. Reducir el peligro de tubificación de suelos.
5. Suavizar las parcelas de producción.

De acuerdo con esta definición, el riego no solamente es el conjunto de aspectos técnicos para la aplicación de agua a los cultivos, sino que básicamente, implica la participación de personas en el aprovechamiento del agua para los cultivos.

Amurrio (2002) citado por Rojas (2011) menciona que los sistemas de riego tradicionales u originarios, son construidos rústicamente por los mismos agricultores, sin la participación de instituciones; son operados y mantenidos por los mismos agricultores, éstos sistemas de riego, pueden ser: con agua permanente para el riego de todo el año y con riegos complementarios durante las épocas de lluvia solamente. Los sistemas de riego comunitarios con riego permanente todo el año, son pocos y utilizan aguas de ríos, lagunas, deshielos, quebradas y vertientes.

2.2.1. Riego superficial

El riego es una práctica que se viene aplicando desde tiempos inmemoriales, el desarrollo antiguo de las civilizaciones dependía en gran parte de las prácticas de riego que en ese entonces utilizaban. Los incas, han demostrado pericia y eficiencia en el buen manejo del agua de riego, con la construcción de obras de infraestructura que todavía perduran, realizadas en laderas y topografías agrestes, que actualmente son difíciles de construir, en zonas en que el recurso agua es escaso (Benites, 2010).

Según Santos *et al.*, (2010), el riego por superficie (o de gravedad) continúa teniendo una importancia relevante en el desarrollo del regadío, no solo porque corresponde aproximadamente al 80 % de las áreas regadas del mundo, sino porque continúa siendo el método más apropiado, técnicamente, para suelos llanos y pesados, y, económicamente, para muchos cultivos y sistemas de producción. Los sistemas de riego de gravedad son muchos, en correspondencia con los procesos de la aplicación del agua a las parcelas regadas. Estos se resumen esencialmente a los sistemas de surcos, canteros, fajas, surcos a nivel y riego de esparcimiento.

2.2.2. Faces y recesos del riego

De acuerdo a Fuentes (2001), desde que el agua entra al cantero o en el surco, una parte de su volumen discurre por estos y el resto se va infiltrando progresivamente a lo largo de los mismos. Para comprender mejor el movimiento del agua en el suelo regado por

superficie, cuyo proceso hidráulico es sumamente complejo, conviene dividir el tiempo de riego en distintas fases separadas por unos momentos singulares:

- ✓ Momento de inicio del riego (MI1): Cuando el agua empieza a entrar en el cantero o en el surco.
- ✓ Momento de avance (Ma): Cuando el agua cubre todo el cantero o llega al final del surco.
- ✓ Momento de corte (Mc): Cuando deja de entrar agua en el cantero o en el surco.
- ✓ Momento de vaciado (Mv1): Cuando en la parte inicial del cantero o del surco se ha infiltrado toda el agua.
- ✓ Momento de receso (Mv2): Cuando en la parte final del cantero o del surco se ha infiltrado toda el agua.

Las fases delimitadas por estos momentos son las siguientes:

- ✓ *Fase de avance*: Comprendida entre el momento de avance y el momento de inicio del riego.
- ✓ *Fase de receso*: Comprendida entre el momento de receso y el momento de vaciado.

Para representar gráficamente el avance y el receso se llevan al eje de ordenadas los tiempos transcurridos desde el inicio del riego, y al eje de abscisas las longitudes mojadas. El avance es mucho más rápido al principio que al final del cantero o del surco, debido a que conforme avanza el riego hay más superficie de suelo infiltrando agua, lo que se refleja en la forma de la curva de avance.

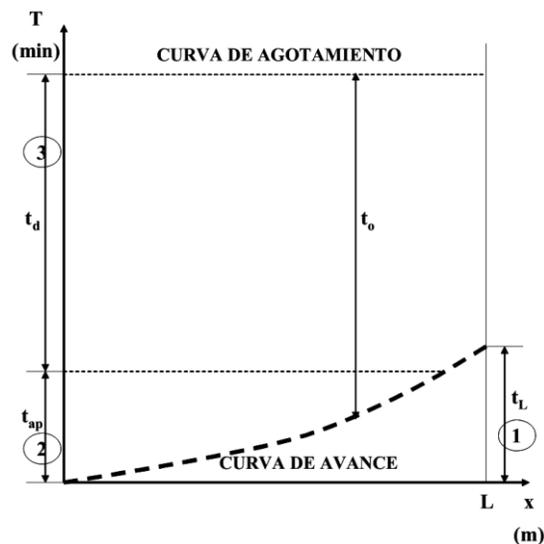


Figura 1. Riego por superficie método Kanis.

Fuente: Morabito *et al.* (2008).

2.2.4. Eficiencia de aplicación:

La eficiencia de aplicación (E_a) del agua de riego es la relación entre el agua aplicada al suelo y el agua que efectivamente infiltra en el perfil, durante el proceso de riego, quedando almacenada en la zona radical del cultivo considerado. La E_a es una función continua, cuyo rango es bastante limitado, pudiendo ser $0 < E_a < 1$, ocurriendo $E_a = 0$ cuando se riega a un suelo totalmente saturado y $E_a = 1$, cuando se riega un suelo comparativamente seco, con una pequeña cantidad de agua, sin que se produzca escurrimiento superficial ni percolación profunda. Los métodos de riego superficiales, en los cuales el agua influye sobre la superficie del suelo, desde su punto de aplicación hasta el lugar donde infiltra el perfil, una E_a comparativamente baja, cuando efectivamente se repone en el perfil del suelo la mayor parte del agua evapotranspirada por los cultivos, el rango efectivo de variación de E_a para el caso de métodos superficiales, varía entre 0,1 para un riego ineficiente, hasta 0,55 aproximadamente, para riegos con un nivel técnico de la producción de cultivos (Gurovich, 1999).

2.2.3. Riego parcelario:

El riego es básicamente una tentativa del hombre para alterar el ciclo hidrológico a nivel local y promover un incremento de la producción agrícola. El riego es el suministro oportuno de la cantidad adecuada de agua a los cultivos, de tal manera que estos no sufran disminución en sus rendimientos y sin causar daños al medio ambiente, para lo cual debemos respondernos básicamente tres preguntas: ¿Cuándo regar?, ¿Cuánto regar? y ¿Cómo regar?, así mismo el agua aplicada al suelo está determinado por el tipo y manejo del sistema, generalmente cuando se trabaja con sistemas de riego por superficie se requieren mayores cantidades comparadas a los sistemas de riego presurizado y localizado (Chipana 2003).

Amurrio (2002), menciona que los sistemas de riego tradicionales u originarios, son construidos rústicamente por los mismos agricultores, sin la participación de instituciones

ajenas a sus comunidades, son aperados y mantenidos por los mismos agricultores, estos sistemas de riego, pueden ser: con agua permanente para el riego de todo el año y con riegos complementarios durante las épocas de lluvia solamente. Los sistemas de riego comunitarios con riego permanente todo el año, son pocos y utilizan aguas de ríos, lagunas, deshielos, quebradas y vertientes.

2.3. Seguridad alimentaria

Existe seguridad alimentaria cuando las personas tienen, en todo momento, acceso físico y económico a suficientes alimentos, a fin de llevar una vida activa y sana. Esta definición le otorga una mayor fuerza a la índole multidimensional de la seguridad alimentaria e incluye la disponibilidad y acceso de los alimentos, la utilización biológica de los alimentos y la estabilidad de los otros tres elementos a lo largo del tiempo. (FAO, 2006).

La seguridad alimentaria es un tema de economía política, los problemas y soluciones dependen de la intervención de múltiples actores sociales (el estado y el campesino), actuando conjuntamente sobre un territorio que juega el papel de actor imprescindible para el abastecimiento de alimentos. Por otra parte, la seguridad alimentaria significa combatir el hambre como un fenómeno social y comprensivo que no se reduce a la escasez de alimentos o a la insuficiencia de ingresos, por tanto exige un enfoque ético para garantizarla. (Jiménez, 2011).

En Bolivia es un tema de vital importancia, con mayor frecuencia se puede observar que son más los sectores de la población que todavía sufren los efectos de una alimentación insuficiente o inadecuada, la cual se expresa principalmente en las altas tasas de desnutrición o la presencia de déficits específicos de algunos nutrientes como el hierro y la vitamina A. Estos conjuntos poblacionales son vulnerables a la inseguridad alimentaria. Contradictoriamente, la mayoría de esta población es indígena y campesina, o sea, productora agropecuaria. (PROCOSI, 2013).

Según el PASA y MAGDR, 2002, la seguridad alimentaria, se determinada por tres elementos:

- a) **Disponibilidad de los alimentos.**- Consiste en la cantidad y calidad de alimentos suficientes para alimentar a todas las familias, de acuerdo a una dieta adecuada

conforme a su edad, sexo, estado fisiológico y nivel de actividad al que estén sometidos.

- b) **Acceso a los alimentos.**- Se refiere a que la población tenga la capacidad de adquirir alimentos (poder adquisitivo) suficientes para alimentarse con una dieta adecuadamente nutritiva.

- c) **Uso de los alimentos.**- Se define como el consumo de alimentos necesarios y el aprovechamiento biológico de parte del organismo. La disponibilidad, acceso y el uso de los alimentos es obstaculizado por razones de un deficiente estado de salud, gustos personales, hábitos inadecuados, la cultura, falta de educación alimentaria, inadecuado procesamiento y deficiente almacenamiento.

2.4. Soberanía alimentaria

Según Food Secure Canada, (2012), citado por la FAO, 2003; la soberanía descansa sobre seis pilares:

- ❖ **Se centra en alimentos para los pueblos:** Pone la necesidad de alimentación de las personas en el centro de las políticas; insiste que la comida es algo más que una mercancía.

- ❖ **Pone en valor a los proveedores de alimentos:** Apoya modos de vida, respeta el trabajo de todos los proveedores.

- ❖ **Localiza los sistemas alimentarios:** Reduce la distancia entre proveedores y consumidores de alimentos, rechaza el dumping y la asistencia alimentaria inapropiada, resiste la dependencia de corporaciones remotas e irresponsables.

- ❖ **Sitúa el control a nivel local:** Lugares de control están en manos de proveedores locales de alimentos, reconoce las necesidades de habitar y compartir territorios, rechaza la privatización de los recursos naturales.

- ❖ **Promueve el conocimiento y las habilidades:** Se basa en los conocimientos tradicionales, utiliza la investigación para apoyar y transmitir este conocimiento a generaciones futuras, rechaza las tecnologías que atentan contra los sistemas alimentarios locales.
- ❖ **Es compatible con la naturaleza:** Maximiza las contribuciones de los ecosistemas, mejora la capacidad de recuperación, rechaza el uso intensivo de energías de monocultivo industrializado y demás métodos destructivos.

Cuadro 1. Matriz de definición de la inseguridad alimentaria al considerar los componentes de acceso a alimentos con consumo de alimentos.

Consumo Acceso	Consumo Alimentario Pobre	Consumo Alimentario Limite	Consumo Alimentario Aceptable
Acceso Pobre	Inseguridad Alimentaria	Inseguridad Alimentaria Severa	Inseguridad alimentaria moderada
Acceso limite	Inseguridad alimentaria severa	Inseguridad alimentaria moderada	Seguridad alimentaria
Acceso aceptable	Inseguridad alimentaria moderada 7% Taypi	Seguridad alimentaria 7% Taypi	Seguridad alimentaria 100% Corpuma 100% Llallagua 86% Taypi 100% Pampa

Fuente: Claros, 2019.

2.5. Nueva constitución política del estado (C.P.E.)

En la Nueva Constitución Política de Estado Boliviano que fue aprobada en octubre del 2008, brinda una serie de beneficios y derechos constitucionales, a continuación se han extractado los más importantes para el sector de estudio.

2.5.1. Ley ley N° 2878, Ley de promoción y apoyo al sector de riego

- La Ley N° 2878 Ley de Promoción y Apoyo al Sector Riego para la Producción Agropecuaria y Forestal, establece las normas generales que regulan el

aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos en las actividades del riego para la producción agropecuaria y forestal, su política, el marco institucional, regulación y de gestión de riego, para otorgar y reconocer derechos, establecer obligaciones y garantizar la seguridad de las inversiones comunitarias, familiares, publicas y privadas.

- Que el ámbito de aplicación de la indicada Ley, comprende la regulación del uso y aprovechamiento del agua para riego, la infraestructura e inversiones relacionadas con estas actividades, así como el rol y funciones de las instituciones públicas y privadas del sector riego, en el territorio nacional. (lexivox, 2006).

2.5.2. Plan de Desarrollo del Departamento Autónomo de La Paz (PDDA-LP)

El Plan De Desarrollo Departamental 2007 - 2010, tiene como propuesta de desarrollo, “la conformación de una matriz productiva, mediante la cual se pretendía cambiar el patrón primario exportador excluyente”, y a través de la cual Bolivia, se transforme, integre, diversifique, logre la ocupación del conjunto de su territorio y el desarrollo de los complejos productivos. Con un Estado promotor y protagonista del desarrollo: que promueva políticas productivas; el fortalecimiento del mercado interno; genere excedentes, contribuya a la acumulación interna y los distribuya equitativamente.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

3.1.1. Ubicación geográfica

Según INEAP (2012), Jesús de Machaca es parte de la sexta sección municipal de la Provincia Ingavi del departamento de La Paz, Geográficamente ubicado entre los 16° 35' 53" latitud Sur y 68° 50' 23" longitud Oeste, a una altitud de 3900 m.s.n.m., a 158 km de la ciudad de La Paz. (Figura 2).

3.1.2. Características edafoclimáticas

3.1.2.1. Clima.

El municipio de Jesús de Machaca tiene un clima frío, al encontrarse en plena meseta andina altiplánica, está flanqueado por la Cordillera Occidental y por la Cordillera Oriental. La temperatura media ambiente anual es de 8.5 °C, la máxima media anual es de 17.6 °C, la mínima media anual es de -0.5 °C, la máxima extrema anual es de 22.0 °C (diciembre) y la mínima extrema anual de -11.0 °C (agosto) (SENAMHI, 2016).

3.1.2.2. Precipitación

El período de precipitación pluvial anual alcanza los 435,3 mm, la mayor precipitación se registró en el mes de enero con 108,6 mm y la menor precipitación en los meses de junio y agosto con un 4,8 y 7,7 mm, seis meses presentan lluvias considerables (mayor a 25mm/mes) con un total de 369,90mm, representando el 85% d la precipitación anual, denominándose época humedad y el 15% se distribuye en los demás meses dándonos una época seca. (Pacosillo, 2019)

3.1.2.3. Suelo

El suelo de Jesús de Machaca es muy poco desarrollado y carente de horizontes orgánicos. Con frecuencia se dan procesos erosivos laminares y por cárcavas. Gran parte de éstos suelos son tierras cubiertas, algunas veces, por pocas especies vegetales nativas debido a los afloramientos rocosos y a las áreas fuertemente erosionadas o tierras infértiles (Jordan, 2011).

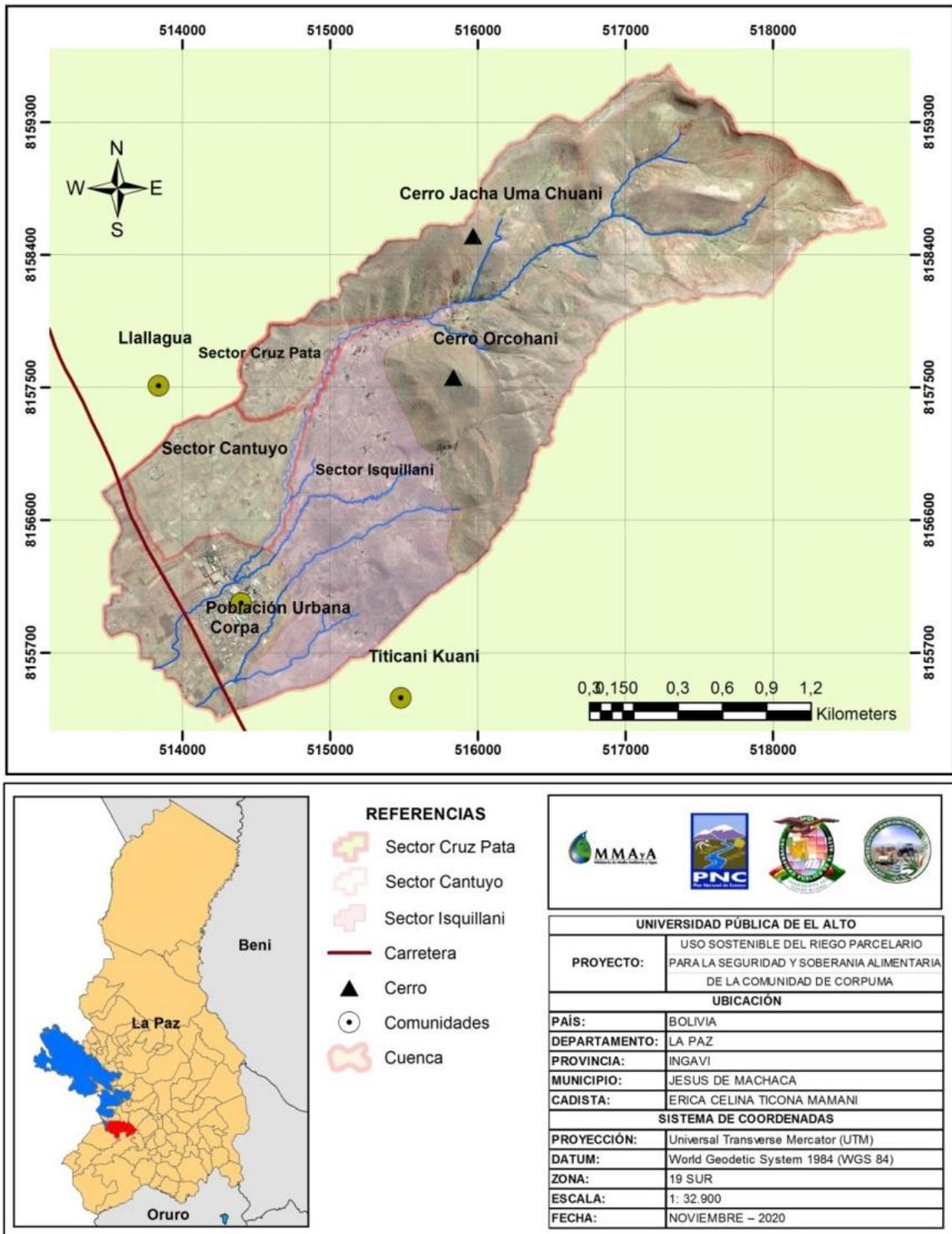


Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio

Fuente: Elaboración propia

3.2. Materiales

3.2.1. Material de escritorio

- Boletines de encuestas.
- Cuaderno de anotaciones.
- Laptop.
- Calculadora.

3.2.2. Material de campo

- Equipo GPS (Sistema de Posicionamiento Global).
- Cuaderno de anotaciones.
- Flexómetro.
- Cinta Métrica.
- Bolígrafos.
- Brújula.
- Cronometro.
- Picota.
- Pala.
- Martillo.
- Bolsas plásticas.
- Tableros.
- Etiquetas de muestreo de suelo.
- Fichas de muestreo de suelo.
- Cuchillo edafológico.
- Balde de 20 litros.
- Cilindro densidad aparente del suelo.
- Juego de Cilindros Infiltrómetros.
- Wincha de 50 metros.
- Planillas de campo.
- Cámara fotográfica.

3.3. Metodología

El método utilizado en el presente estudio fue el descriptivo, para describir el método de riego empleado, el analítico para organizar y generar resultados de las observaciones que se suscitaron.

La metodología descriptiva, que consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción de las actividades, apoyado en visitas de campo, sondeos, encuestas, conversación con los usuarios, etc. (Mendioca, 1998 citado por Macías, 2011).

3.3.1. Etapa I – Pre-campo

Se recopiló información secundaria como, documentaciones e investigaciones que tengan relación o fueron realizadas en el área de estudio y aledañas. Las documentaciones como el Plan de Desarrollo Municipal (PDM).

Se obtuvo también información de las reuniones y asambleas con usuarios y autoridades de las comunidades, para informar, coordinar y ejecutar la investigación, de acuerdo al cronograma. Para registro de datos primarios de trabajo de campo, fueron elaborados etiquetas para registro de suelos (Anexo 1) e Infiltración Básica.

3.3.2. Etapa II – Campo

3.3.2.1. Reconocimiento del área de estudio

El área de estudio comprende a las zonas de: Isquillani, Cantuyu y Cruz Pata con superficie y topografía irregular. Se organizaron reuniones y asambleas con usuarios y autoridades de las comunidades, para informar, coordinar y ejecutar la investigación, de acuerdo al cronograma. (Anexo 2).

Durante este proceso se realizó el recorrido del campo, que consistió en la observación visual del área que abarca el estudio, como una primera fuente de información, identificando todo el sistema de riego como las áreas agrícolas de la comunidad.

3.3.2.2. Diagnostico participativo con Enfoque social y técnico

La base metodológica para la obtención de información se realizó mediante encuestas estadísticas y dinámicas permitiendo obtener información de las fuentes de agua, infraestructura, organización de los regantes, derechos y formas de repartos, sistemas de producción, a base de la Ficha de identificación de proyectos de riego, (FIV). (MMAyA, 2019). (Anexo 3).

Los diagnósticos que se realizaron es a base de métodos participativos, primero con las autoridades de la comunidad.

3.3.2.3. Selección de parcelas

Se seleccionó seis parcelas representativas de los cultivos de papa y haba de los tres sectores para su respectivo muestreo y evaluación de tipo de suelo, disponibilidad de agua, topografía, otros.

3.3.2.4. Muestreo de agua para riego

Se hizo el muestreo de agua del rio de Corpuma en el punto de aforo que abastece al reservorio, el cual se llevó para su respectivo análisis al laboratorio de IIDEPROQ el cual pertenece a la Facultad de Ingeniería – UMSA.

3.3.2.5. Muestreo del suelo para análisis físico

La toma de muestra fue hecha en la capa arable de las parcelas seleccionadas, con el cilindro metálico de (5 x 5 cm), de forma detallada mediante la observación de las características morfológicas, registrando su espesor, color, textura, grava, piedra, cantidad de agua, etc. También se colecto datos sobre el sitio del perfil, aspectos como relieve, topografía, erosión, pedregosidad superficial, etc. Los criterios para la descripción fueron hechos conforme a la “Guía para la descripción de suelos” (FAO, 2009).

Los parámetros considerados para el análisis de Laboratorio de Suelo de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés.fueron: Capacidad de campo, punto de marchites permanente, pH, conductividad eléctrica, materia orgánica (%), capacidad

de intercambio catiónico, potasio intercambiable y nitrógeno total fosforo disponible. (Anexo 4).

3.3.2.6. Evaluación del sistema de riego

La evaluación del sistema de riego tradicional consistió en describir y analizar el manejo, operación y mantenimiento del sistema actual. Se procedió a evaluar la infraestructura del estanque y sus respectivos componentes, se consideró el volumen y caudal de agua que ingresa a cada estanque, la toma de cada sistema y los caudales del canal primario, secundario y parcelario dentro de los límites de la comunidad en estudio. (Anexo 5).

3.3.2.6.1. Fuente de agua

La fuente más importante de agua para el riego, es el rio Corpuma, los cuales abastecen a los usuarios en el aspecto agrícola y pecuario.

3.3.2.6.2. Aforo del Rio Corpuma

El punto de aforo está ubicado en la parte alta de la comunidad lleva el nombre de Tranca Achachila, se realizó por el método volumétrico, usando un balde de 20 litros y un cronómetro calculando el tiempo de llenado del agua.



Figura 3. Fotografía del Rio Corpuma y punto de aforo
Fuente: Elaboración propia

3.3.2.6.3. Subsistema de riego comunidad de Corpuma

La descripción y evaluación de las características estructurales de la infraestructura en la red de riego, se tomó los siguientes datos:

- Captación.
- Canales de conducción (canal principal).
- Almacenamiento.
- Canales de distribución (canales secundarios).

a.) Captación

Rio de Corpuma: Se encuentra ubicado en la misma comunidad de Corpuma, el rio alimenta a los estanques sus caudales varían de acuerdo a la época. La estructura está compuesta de forma rustica, se conecta a una tubería que se reparte por las tres zonas.

b.) Canales de conducción (canal principal)

El canal principal es el rio de Corpuma se midió con el gps; tiene una extensión de 3.179 metros.

c.) Almacenamiento de los estanques

Se utilizan para la recepción del agua del rio, para después poder ser utilizados en las parcelas. La infraestructura del riego está construida de hormigón armado, se midió con wincha métrica el tamaño y profundidad del estanque.

d.) Canales de distribución (secundario principal)

Las superficies de las áreas de estudio se determinaron con el wincha métrica y el gps para determinar sudistancia de los canales.

Como lo destaca Gerben Gerbrandy (1995) “se necesitan más elementos que la única infraestructura de riego para que el agua llegue hasta los cultivos” y, en particular, deben existir acuerdos y reglas para la distribución del agua entre los diferentes usuarios.

3.3.2.6.4. Prueba de infiltración del agua en el suelo

La prueba de infiltración se realizó aplicando los infiltrómetros de doble anillo para cada parcela relacionado al área de estudio.

Esta prueba se realizó introduciendo dos anillos de acero biselados de 50 y 30 cm de diámetro y 25 y 35 cm de altura hasta una profundidad de 8 a 10 cm, luego se vertió agua en ambos cilindros manteniendo el área saturada; la lectura se realizó en el Cilindro

interior a los 5, 10, 15, 30, 60, 120 min. Los datos obtenidos durante la prueba permitieron hacer el cálculo de la velocidad de infiltración básica. Los datos se registraron en la planilla de infiltración básica (Anexo 6).

Cuadro 2. Parámetros para clasificar la infiltración del suelo

INFLITRACION	NORMA (mm/h)
Muy rápida	> 254
Rápida	127 – 254
Moderadamente rápida	63 -127
Moderadamente	20 – 63
Moderadamente Lenta	5 – 20
Lenta	1 – 5
Muy lenta	<1

Fuente: USDA (1971) – US Department the interior bareau of Reclamation mencionado por Flores (2005).

3.3.2.7. Cuantificación de la producción agrícola

Se cuantifico la producción al momento de la cosecha del cultivo de papa y haba con los productores de cada zona anotando en una planilla los rendimientos, con una balanza eléctrica se pesó la cantidad de papa y haba que había en una planta, producción total de la planta, este procedimiento se realizó en todas las zonas de estudio.

3.3.3. Etapa III– Gabinete

En base a los reportes obtenidos del laboratorio y de campo se llevaron los datos a cuantificar.

3.3.3.1. Evaluación del riego parcelario en función de la ficha FIV.

Se cuantifico y sistematizó los datos de las encuestas para poder determinar los objetivos determinados, de acuerdo al desarrollo de los objetivos, donde se ordenó la información respecto a la gestión de riego.

3.3.3.2. Calculo de prueba de infiltración

La infiltración es un proceso en el cual el agua penetra desde la superficie del terreno hacia el suelo de forma vertical en un tiempo determinado, el cual se mide en tiempos de velocidad. (Serrano, 2010).

$$I_i = K_i(T)^n \quad (\text{ec. 1})$$

Dónde:

I_i = Velocidad de infiltración instantánea (cm/ hr)

K_i, n = Coeficientes empíricos de la función de infiltración ($-1 < n > 0$)

T = Tiempo (min)

3.3.3.3. Calculo de la lámina de riego óptima

a.) Fenología

La etapa inicial del cultivo desde el inicio de siembra, etapa de desarrollo del cultivo comienza desde un 10% de cobertura de terreno, etapa media va desde la cobertura efectiva total hasta el momento de floración y etapa final que va desde la madurez y fructificación, hasta la cosecha o senescencia total. En el mismo estudio se analizó a los cultivo de papa y haba. (Anexo 7)

b.) Coeficiente de cultivo (K_c)

El coeficiente de cultivo K_c representa un criterio de uso de agua por el cultivo desarrollado en condiciones óptimas, el cual surge de la relación directa existente entre dos parámetros de gran importancia (ET_c y ET_o). (FAO, 2020)

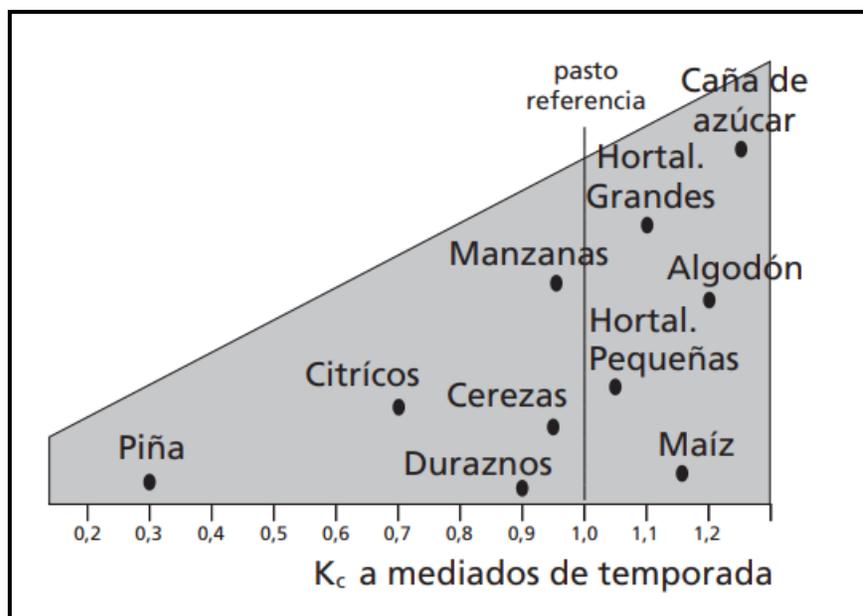


Figura 4. Valores típicos de K, para diferentes cultivos completamente desarrollados. Fuente: (FAO, 2020)

3.3.3.4. Cálculo del caudal

El caudal se determinó mediante un seguimiento en el manejo de agua de riego. Las actividades a realizar son las siguientes actividades:

- Aforo de caudales (método de volumétrico y el método del flotador).
- Tiempos de riego
- Determinación de volúmenes de aplicación

El caudal fue medido en los puntos de toma, canal principal, y canal parcelario. Para caudales se utilizó un aforador RBC. En la mayoría de los casos se utilizara la técnica de sección-velocidad (flotador), que consiste en seleccionar un tramo del canal, de longitud conocida y sección regular donde se larga el flotador al centro de la corriente, midiendo el tiempo que emplea en recorrer el tramo conocido deduciendo la velocidad de la ecuación tenemos:

$$V = E/T \quad (\text{ec.2})$$

Dónde:

V = Velocidad superficial (m/s)

E = Distancia (m)

T = Tiempo (s)

3.3.3.5. Método volumétrico:

Según Minagri Pe, (2015), este método se basa en medir el tiempo que demora en llenarse un balde de un volumen conocido. Al dividir la capacidad del balde (litros) por el tiempo empleado (segundos) se obtiene el caudal en l/s, como se indica en la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{V(l)}{T(s)} \quad (\text{ec. 3})$$

Dónde:

Q = Caudal (l/s)

V = Volumen (l)

T = Tiempo (s)

3.3.3.6. Cuantificación del volumen de agua

Serrano (2014), señala que la eficiencia de riego se define (despreciando los cambios en el almacenamiento del agua de riego dentro de las fronteras), según la relación:

$$\%ER = \frac{\text{Agua de riego usada beneficiosamente}}{\text{Agua de riego aplicada}} * 100 \quad (\text{ec. 4})$$

3.3.3.7. Lámina de agua

La lámina de agua es el espesor de agua que queda almacenada en el suelo (Chipana, 1996).

El cálculo de la lámina de riego será realizado en función del volumen que ingresa a la parcela y el área regada. Para este fin se utilizara la siguiente ecuación:

$$L = \frac{Q*T}{A} \quad (\text{ec. 5})$$

Dónde:

L=Lamina (mm)

Q = Caudal (m³)

T = Tiempo (s)

A= Área regada (m²)

3.3.3.8. Lamina neta (Zn)

Según Serrano (2010) se denomina una expresión muy empleada en los proyectos de riego, que no es más que el déficit permitido de manejo.

$$Z_n = (UCC - UPMP) / 100 \times Prof \times Da \quad (\text{ec. 6})$$

Dónde:

Z_n = Lamina neta de agua aplicado por riego (mm)

UCC = Humedad de capacidad de campo (%)

UPMP = Humedad punto de marchites (%)

Dap = Densidad aparente (g/cm³)

Prof = profundidad radicular (cm)

3.3.3.9. Lamina bruta (Zb)

Es la lámina derivada a la parcela durante todo el periodo de riego (Sandoval y Vargas, s /a)

$$Z_b = Z_n E_a \quad (\text{ec. 7})$$

Dónde:

Z_b=Lamina bruta (mm)

Z_n = Lamina neta (mm)

E_a = Eficiencia de aplicación

3.3.3.10. Eficiencia de almacenamiento (ES)

Este parámetro es complementario al concepto de eficiencia de aplicación, para cubrir en parte la incapacidad de mostrar situaciones de sub-riego.

$$ES = \frac{\text{Lamina promedio en el CI}}{DHS} * 100 \quad (\text{ec. 8})$$

Dónde:

ES=Eficiencia de almacenamiento (%)

DHS= Deficiencia de humedad del suelo

CI= Lamina promedio en el cultivo

La eficiencia de almacenamiento, mide el grado en el que es repuesta la humedad en la zona radicular hasta alcanzar la capacidad de campo.

3.3.3.11. Producción y rendimiento agrícola

Se cuantifico la producción de las parcelas estudias en t/ha y qq/ha para su mejor estudio, usando una planilla Excel para su respectivo análisis.

3.4. Elaboración del reglamento del riego parcelario

Se analizó el reglamento para sugerir un mejoramiento en su uso del riego parcelario tradicional con la finalidad de normar el correcto uso del agua para riego.

El reglamento en cuestión manifiesta en su parte principal el aprovechamiento sostenible del recurso agua en todas las actividades productivas y de consumo animal, además manifestar el uso y aprovechamiento para otros fines, como la piscicultura y otras actividades.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación del caudal y calidad de la fuente de agua para riego

4.1.1. Fuente de agua

La principal fuente de agua utilizada con fines de riego parcelario geográficamente se ubica entre los 16°39'35" de latitud Sur y 68°51'02" de longitud Oeste, a una altitud de 4085 m.s.n.m. El lugar es conocido localmente como Tranca Achachila, tiene un caudal de 6,74 l/s.

Cuadro 3. Oferta de agua aforado en la fuente de agua

Punto de Aforo							
Mes	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
(l/s)	3	4,2	6	9	10	8	7

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Calidad del agua para riego

La muestra de la fuente de agua fue analizada en el laboratorio de Universidad de San Simón, Centro de aguas y Saneamiento Ambiental cuyos resultados se describen en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Resultados del análisis de agua

ANÁLISIS FÍSICO		
PARÁMETRO ANALIZADO	UNIDADES	RESULTADO
Sólidos totales	mg/l	1930
Sólidos suspendidos	mg/l	835
Sólidos disueltos	mg/l	1095
ANÁLISIS QUÍMICO		
pH (T=25 °C)	--	6,1
Conductividad (25°C)	μS/cm	1053
Calcio	meq Ca ²⁺ /l	9,76
Magnesio	meq Mg ²⁺ /l	1,32
Sodio	meq Na/l	1,13

Fuente: Elaboración propia

Entre los sólidos suspendidos y disueltos llegan a sumar los 1930 (mg/l) de sólidos totales disueltos en la muestra de agua, encontrándose dentro del margen permitido de (0-2000 mg/l).

El pH tiene un valor de 6,1, no es excesivamente alto o bajo considerándose como neutro, este se encuentra muy cerca de los valores normales (6,5 - 8,4).

Con respecto a los cationes podemos señalar que:

- El Sodio (Na^+) se encuentra en el rango usual (0 – 40 meq/l).
- El Calcio (Ca^{++}) se encuentra dentro del rango usual de (0 – 20 meq/l).
- El Magnesio (Mg^{++}), también se encuentra dentro de los valores normales (0 – 5 meq/l).

Según la norma Riverside la conductividad eléctrica se catalogaría como Alta y en relación al índice SAR Baja, el valor de 1053 $\mu\text{S}/\text{cm}$ es aceptable ya que está dentro del rango de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ entonces, el agua para riego de la Comunidad Corpuma correspondería a la Clase C3-S1, por lo tanto, esta agua puede utilizarse para el riego pero con precauciones por el contenido de sales.

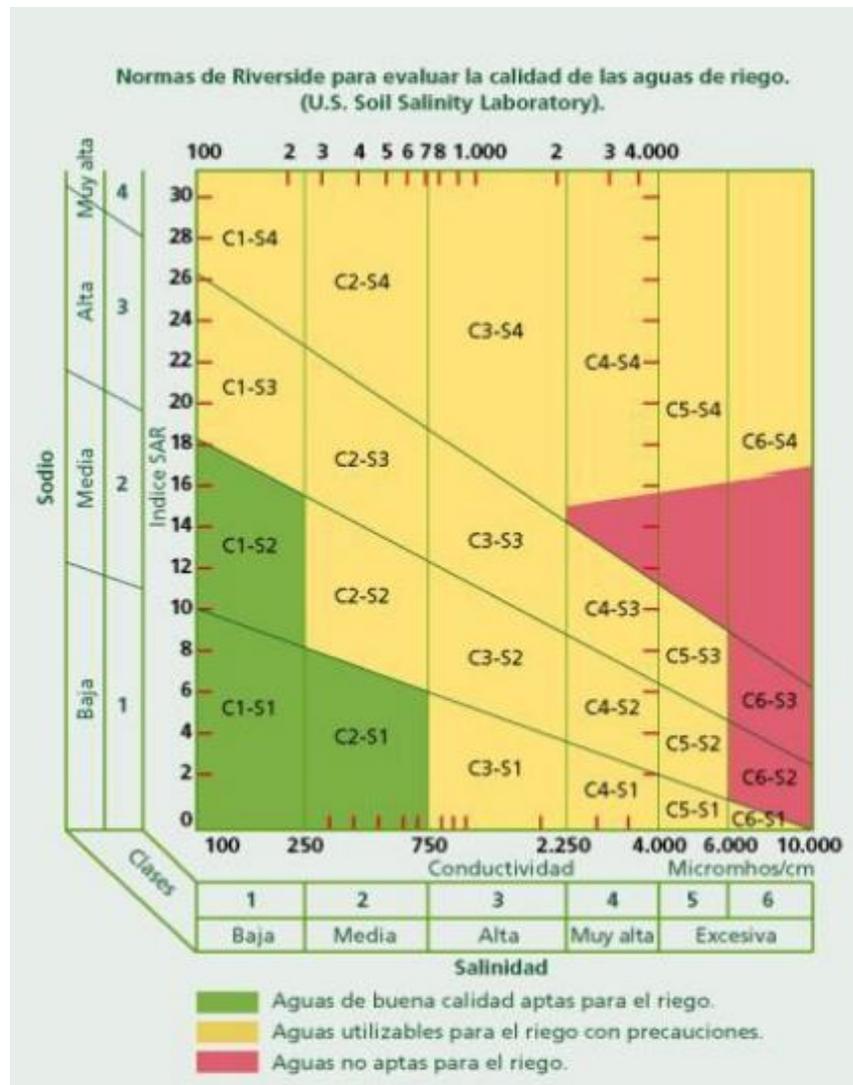


Figura 5. Normas Riverside para el análisis del agua para Riego

Fuente: Blasco y de la Rubia (Lab. de suelos IRYDA, 1973) citado por Pérez 2010.

4.2. Descripción y características del sistema de riego

4.2.1. Subsistema de aducción y almacenamiento del agua para riego

La obra de toma es común para los tres sectores y consta de un canal de aducción que está conformado en parte de tierra el mismo posteriormente se conecta con tubería de 5 pulgadas de diámetro, en diferentes longitudes a los estanques de almacenamiento como se describe en el siguiente cuadro.

Cuadro 5. Subsistema de aducción y almacenamiento

Sector	Canal de aducción (m)		Longitud total (m)	Volumen de almacenamiento del estanque (m ³)
	Tierra	Tubería		
Cruz Pata	315	735	1050	230,00
Isquillani	141	860	1001	271,32
Cantuyo	404	1,500	1904	239,81
Total	860	2,995	3,955	741,13

Fuente: Elaboración propia

El canal de aducción cuenta con una longitud total de 3,955 metros, el volumen de almacenamiento es de 741,13 m³., totales en la siguiente figura se puede observar el esquema de trabajo.

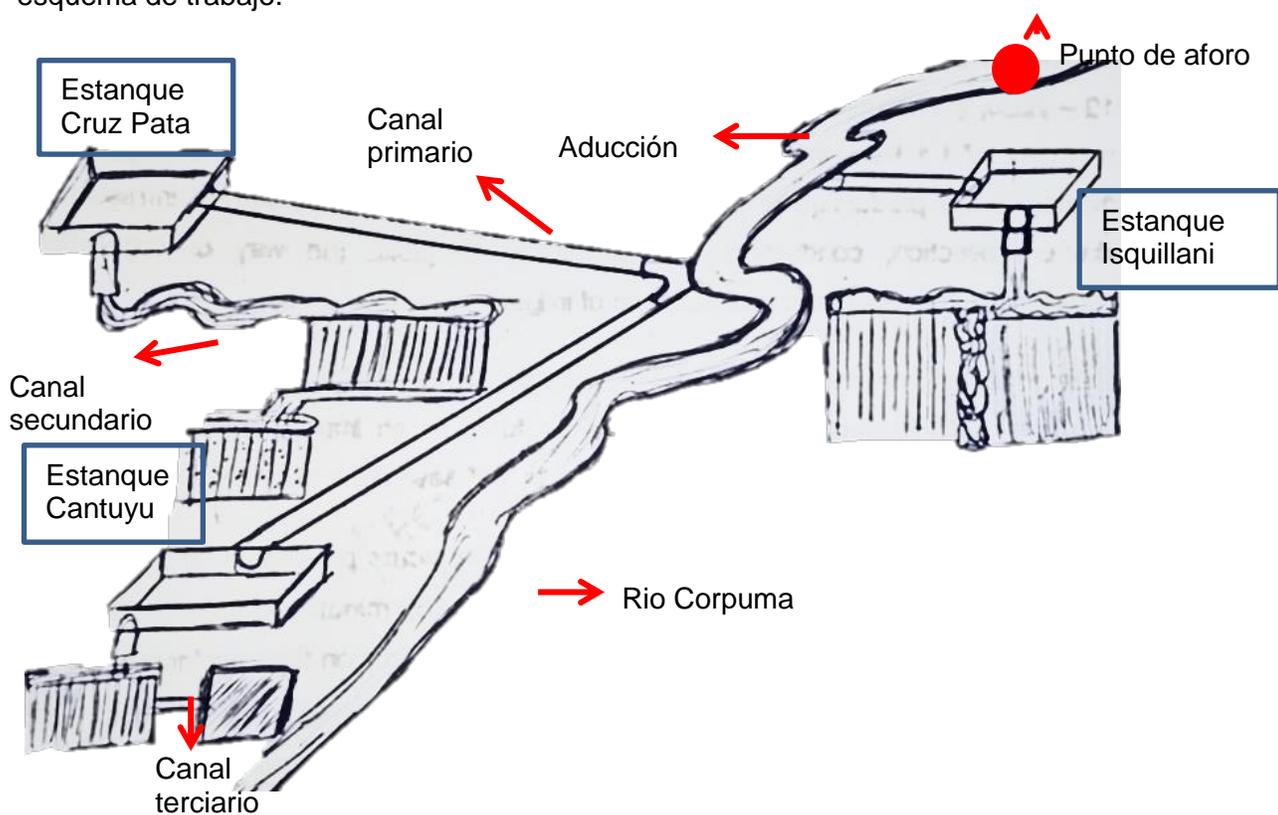


Figura 6. Esquema del lugar de trabajo

Fuente. Elaboración propia

4.2.1.1. Eficiencia del Subsistema de aducción

La eficiencia del subsistema de aducción se describe en el siguiente cuadro.

Cuadro 6. Eficiencia del Subsistema de aducción

Sector	Caudal captado en la fuente (l/s)	Caudal de ingreso al estanque (l/s)	Eficiencia (%)
Cruz Pata	3	1,5	50
Isquillani	3,4	2,5	73
Cantuyu	4	2,1	52,5
Total	10.4	6.1	58,6

Fuente. Elaboración propia

En el mes de octubre, se captó un caudal de 3 (l/s) en la obra de toma, luego de su conducción por el canal de tierra y tubería hasta el estanque se verificó un caudal de ingreso de 1,5 (l/s), representando una eficiencia de conducción del 50% en el sector de Cruz Pata. El restante 50% seguramente se infiltró en el canal de tierra.

El sector de Isquillani captó un caudal de 3,4(l/s) en el punto de aforo, al ingresar al estanque fue 1,5 (l/s), representando una eficiencia de riego de 73%, el restante se perdió por la infiltración del canal de tierra.

Cantuyu en el mes de octubre captó un caudal de 4(l/s) de agua al ingreso al estanque fue un caudal de 2,1 l(l/s), dándonos como eficiencia un 52%, la otra parte se perdió en la infiltración en los canales de tierra.

4.2.1.2. Cámaras desarenadoras

Según los datos obtenidos las cámaras son pequeñas estructuras de 1,26 cm de ancho y 1,21 cm de largo la profundidad de 80cm insertado con una tubería de salida con 4 pulgadas de diámetro, como se ve en la figura.

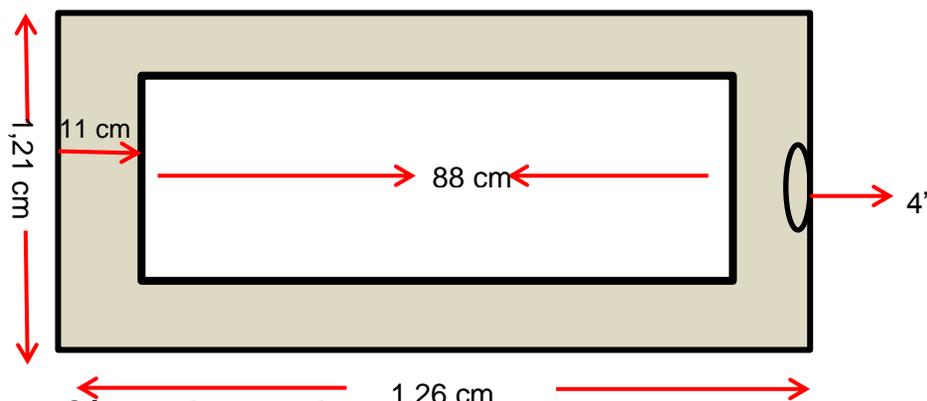


Figura 7. Cámara desarenadora

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Subsistema de distribución del agua para riego

4.2.2.1. Canales de riego (canales primarios)

El canal primario está construido en tierra y describen un ancho entre 30 y 35 cm y una altura promedio de 20 cm.

Cuadro 7. Canales primarios

Sector	Canal de tierra (m)			Eficiencia (%)
	Ancho	Alto	Longitud	
Cruz Pata	0,35	0,20	132	60
Isquillani	0,35	0,20	171	60
Cantuyo	0,35	0,20	621	60
Total			924	60

Fuente. Elaboración propia

De este canal primario pueden llegar a generarse canales secundarios y en menor magnitud canales de tercer orden, todos construidos de manera rustica sobre tierra. La medición de la eficiencia de conducción del agua se ve dificultada por esta condición de los canales de tierra, sin embargo con el propósito de medir la eficiencia especialmente en el canal primario se tiene los siguientes datos:

Cuadro 8. Eficiencia del Canal secundario

Fuente	Sector Cantuyu	Sector Isquillani	Sector Cruz Pata	Porcentaje de eficiencia
Canal de captación	575 mt	455mt	444mt	80%
Canal de conducción	1.633 mt	930mt	1.153 mt	85%
Canal de distribución	621 mt	171mt	132 mt	60%

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.2. Canal de distribución del riego (canal terciario)

El canal terciario se conecta con la parcela de cultivo, este canal generalmente es de tierra y conduce el agua que se aplica al cultivo, su construcción se fundamenta principalmente en el tipo de riego que se aplica y cultivo, siendo el tipo de riego por inundación y en algunos casos describiendo los surcos sembrados, como se observa en la figura 7. Esta forma de riego no permite ser eficiente en el uso del agua, ya que

la misma fluye indistintamente debida principalmente a la pendiente del terreno y al volumen de agua aplicado.



Figura 8. Canal de agua secundario

Fuente: Elaboración propia

4.3. Evaluación del riego

4.3.1. Lámina de riego tradicional o campesino

El riego parcelario generalmente comprende 12 horas de riego continuo por inundación, aplicando un caudal constante. Con el propósito de conocer la cantidad de agua almacenada bajo estas condiciones se recurrió a la ecuación (5), valores que se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 9. Lamina de riego tradicional

Sector	Caudal (m ³ /s)	Tiempo (s)	Área regada (m ²)	Lámina de agua (mm)
Cantuyu	0,0046	43200	598	33,23
Cruz Pata	0,0015	86400	379	34,20
Isquillani	0,00467	43200	447,64	45,07

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados la lámina de riego total es de 26,1mm esta se aplica en las parcelas de la comunidad de Corpuma.

4.3.2. Análisis de los parámetros de riego edáficos

Los resultados del laboratorio fueron en base a los parámetros sugeridos descritos a continuación.

Cuadro 10. Parámetros edáficos del cultivo de papa

Sector	CC	PMP	Dap	Prof	Ib	LRN
Cantuyu	25,66	13,2	1,44	0,20	0,81	7,4
Cruz Pata	28,63	15,41	1,48	0,20	0,47	9,23
Isquillani	28,06	11,29	1,56	0,20	0,81	5,88

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al análisis los suelos de Isquillani son suelos franco arenoso, Cruz Pata franco arcilloso por tanto su capacidad de campo (cc) es muy alta, los suelos del sector de Cantuyu son franco arenosos y la capacidad de campo (CC) es menor.

Cuadro 11. Parámetros edáficos del cultivo de haba

Sector	CC	PMP	Dap	Prof	Ib	LRN
Cantuyu	29,34	12,27	1,44	0,20	0,81	7,4
Cruz Pata	29,22	15,05	1,48	0,20	0,47	9,23
Isquillani	30,75	14,05	1,56	0,20	0,81	5,88

Fuente: Elaboración propia

En razón de no existir datos disponibles para el área de estudio se recurrió a datos históricos del, municipio de Santiago de Machaca donde se tiene a disposición información de Precipitación pluvial y temperatura histórica.

Cuadro 12. Precipitación pluvial y temperatura

CALCULO DE LA ETo MÉTODO DE HARGREAVES (1976-2016)													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Nº días del mes	31	29	31	30	31	30	31	30	30	31	30	31	365
Tº max media	17,7	17,4	17,7	17,8	17,4	16,4	16,3	17,3	18,3	19,4	20,2	19,6	
Tº min media	2,2	1,9	0,6	-3,1	-8,6	-11,3	-11,6	-9,8	-7,6	-5,0	-3,1	-0,2	
TD	15,5	15,5	17,1	14,7	8,8	5,1	4,7	7,5	10,7	14,4	17,1	19,4	
TD exp 0,5	3,94	3,94	4,14	3,83	2,97	2,26	2,17	2,74	3,27	3,79	4,14	4,40	
T ºC	9,95	9,65	9,15	7,35	4,4	2,55	2,35	3,75	5,35	7,2	8,55	9,7	
Ra (mm/día)	16,85	16,3	15,14	13,24	11,42	10,47	10,81	12,32	14,26	15,79	16,63	16,91	
ETo (mm/día)	4,23	4,05	3,88	2,94	1,73	1,11	1,09	1,67	2,48	3,45	4,17	4,71	
ETo (mm/mes)	131,26	117,50	120,30	88,09	53,62	33,20	33,67	50,17	74,51	106,81	125,03	146,04	

4.3.3.2. Determinación de la lámina de riego bruta (LRb)

En los resultados del cuadro anterior en la lámina neta (LN) se observó un total de 12,73 cm, es decir que se debe adicionar 6,37 cm de la lámina bruta (LRb), para mejora el riego.

Cuadro 15. Determinación de lámina bruta (LRb) papa

Sector	CC (%)	PMP (%)	Dap (g/cc)	Prof (cm)	LRmax (cm)	UR	LRNeta (cm)	Eficiencia (%)	LRBruta (cm)
Cantuyu	25,66	13,2	1,44	20	3,59	0,3	1,08	0,6	1,79
Cruz Pata	28,63	15,41	1,48	20	3,91	0,3	1,17	0,6	1,96
Isquillani	28,06	11,29	1,56	20	5,23	0,3	1,57	0,6	2,62

Fuente. Elaboración propia

En los resultados del cuadro 16, se observó la lámina de riego bruta de 7,6 cm para el cultivo de haba se debe aplicar adicionando 14,32 cm de lámina neta a las parcelas.

Cuadro 16. Determinación de lámina bruta (LRb) haba

Sector	CC (%)	PMP (%)	Dap (g/cc)	Prof (cm)	LRmax (cm)	UR	LRN (cm)	Eficiencia (%)	LRBruta (cm)
Cantuyu	29,34	12,27	1,44	20	4,92	0,3	1,47	0,6	2,46
Cruz Pata	29,22	15,05	1,48	20	4,19	0,3	1,26	0,6	2,10
Isquillani	30,75	14,05	1,56	20	5,21	0,3	1,56	0,6	2,61

Fuente. Elaboración propia

4.3.3.3. Determinación de la Frecuencia de riego

Determinación de la frecuencia de riego en el cultivo papa

Cuadro 17. Determinación de la frecuencia de riego cultivo de papa

SECTORES				Cantuyu		Cruz Pata		Isquillani	
Mes	Eto (mm /día)	Kc	ETc (mm/día)	LRBruta (mm)	Fr (día)	LRBruta (mm)	Fr (día)	LRBruta (mm)	Fr (día)
Sep	2,48	0,5	1,24	17,9	14	19,6	16	26,2	21
Oct	3,44	0,7	2,41	17,9	7	19,6	8	26,2	10
Nov	4,16	0,8	3,33	17,9	5	19,6	6	26,2	8
Dic	4,71	0,8	3,77	17,9	5	19,6	5	26,2	7
Ene	4,23	1,05	4,44	17,9	4	19,6	4	26,2	6
Feb	4,05	1,05	4,25	17,9	4	19,6	5	26,2	6

Mar	3,88	1,2	4,66	17,9	4	19,6	4	26,2	6
Abr	2,93	0,85	2,49	17,9	7	19,6	8	26,2	11
May	1,72	0,7	1,20	17,9	15	19,6	16	26,2	22

Fuente. Elaboración propia

La frecuencia de riego para el cultivo de papa en los primeros meses de siembra en el sector de Cantuyu necesitara riego cada 14 días, para los siguientes meses aumentara la

Frecuencia a 5 días. Para el sector de Cruz Pata en el primer mes el riego será dos veces por mes, seguidamente los demás meses se doblara la cantidad de frecuencia de riego y Cantuyu empezara cada 21 días en los siguientes meses la frecuencia de riego será cada 4 veces al mes.

Cuadro 18. Determinación de la frecuencia de riego Cultivo haba

Sector				Cantuyu		Cruz Pata		Isquillani	
mes	Eto (mm/día)	Kc	ETc (mm/día)	LRBruta (mm)	Fr (día)	LRBruta (mm)	Fr (día)	LRBruta (mm)	Fr (día)
Ago	1,67	0,5	0,84	24,6	29	21	25	26,1	31
Sep	2,48	0,5	1,24	24,6	20	21	17	26,1	21
Oct	3,44	1,18	4,06	24,6	6	21	5	26,1	6
Nov	4,16	1,18	4,91	24,6	5	21	4	26,1	5
Dic	4,71	1,18	5,56	24,6	4	21	4	26,1	5
Ene	4,23	1,13	4,78	24,6	5	21	4	26,1	5
Feb	4,05	1,13	4,58	24,6	5	21	5	26,1	6

Fuente. Elaboración propia

La frecuencia de riego para el primer y segundo mes en toda la comunidad será de 1 vez por mes, los meses siguientes cada 5 veces por mes para diciembre y enero cada 6 días.

4.3.3.4. Tiempo de riego

De acuerdo con Pacosillo, (2018) en los sectores de estudio la infiltración varía entre 0,81 y 2,97 (cm/h) para el presente estudio se realizó el promedio de la infiltración de 1,89 (cm/h), como se describe en el siguiente cuadro.

Cuadro 19. Tiempo de riego, cultivo de papa

Cultivo papa				
Sector	LRBruta (cm)	lb (cm/h)	Tr (hora)	Tr (minuto)
Cantuyu	1,79	1,89	0,95	56,96
Cruz Pata	1,96	1,89	1,04	62,11
Isquillani	2,62	1,89	1,38	83,05

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo los datos obtenidos, el tiempo de riego para el sector de Isquillani es de una hora y media, Cruz Pata debería hacer el riego por 1 hora y Cantuyu de igual forma una hora de riego.

Cuadro 20. Tiempo de riego, cultivo de haba

Cultivo haba				
Sector	LRBruta (cm)	lb (cm/h)	Tr (hora)	Tr (minuto)
Cantuyu	2,46	1,89	1,30	78,03
Cruz Pata	2,10	1,89	1,11	66,58
Isquillani	2,61	1,89	1,38	82,70

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cuadro, el tiempo de riego para el cultivo de haba en el sector de Cantuyu debería ser una hora y media, para el sector de Cruz Pata debería ser una hora y por ultimo una hora y media para el sector de Isquillani. Los productores actualmente hacen un riego de doce horas causando lixiviación en el suelo.

4.3.3.5. Caudal de riego

De acuerdo al cuadro de caudal de riego, el agricultor generalmente maneja de manera eficiente entre 10 a 20 (litros/segundo-hectárea), sin embargo, de acuerdo a los resultados encontrados, y con el sistema de riego por inundación el caudal de riego en los diferentes sectores sería de 52 (l/s-ha), por lo tanto, el manejo que realiza el agricultor no podría manejar ese caudal bajo condiciones de un riego por inundación, repercutiendo de manera negativa en el uso sostenible de este recurso natural.

Cuadro 21. Caudal de riego, cultivo de papa

Cultivo papa				
Sector	LRBruta (cm)	LRBruta (litro/ha)	Tr (segundo)	Caudal de riego (l/s-ha)
Cantuyu	1,79	179000	3417,6	52,38
Cruz Pata	1,96	196000	3726,6	52,59
Isquillani	2,62	262000	4983	52,58

Fuente: Elaboración propia

Según el cuadro, el riego por inundación que practica el agricultor no favorece la conservación del suelo, observándose procesos de erosión laminar por el flujo del agua que se aplica al suelo por 12 horas de riego, traduciéndose también en procesos de lixiviación de nutrientes, aspectos que favorecen la degradación del suelo. Entonces, para hacer un uso sostenible del recurso agua, se deberá planificar el mejoramiento del sistema de riego parcelario, cambiando por otro tipo de sistema como el de aspersión o goteo, promoviendo de esta manera un manejo racional que tendería al uso sostenible de este recurso natural.

Cuadro 22. Caudal de riego, cultivo de haba

Cultivo haba				
Sector	LRBruta (cm)	LRBruta (litro/ha)	Tr (segundo)	Caudal de riego (l/s-ha)
Cantuyu	2,46	246000	4681,8	52,54
Cruz Pata	2,10	210000	3994,8	52,57
Isquillani	2,61	261000	4962	52,60

Fuente. Elaboración propia

4.3.3.6. Evaluación de suelo químico

Cuadro 23. Evaluación de suelo químico

	CULTIVO DE PAPA			CULTIVO DE HABA		
	Isquillani	Cruz Pata	Cantuyu	Isquillani	Cruz Pata	Cantuyu
CIC (meq)	10,55	14,81	11,31	10,78	17	13,81
M.O. (%)	2,71	3,28	1,64	2,46	3,41	1,7
N (%)	0,21	0,24	0,1	0,15	0,23	0,12
P (PPm)	9,5	170,7	3	8,4	142,2	5,35
K(%)	0,37	1,21	0,18	0,71	0,73	0,37

Fuente: Elaboración propia

Según InfoAgro (2020), es poco exigente en suelo, aunque prefiere suelos arcillosos o silíceos y arcillosos calizos ricos en humus, profundos y frescos. El pH óptimo oscila entre 7,3 y 8,2. Es relativamente tolerante a la salinidad.

El cultivo de papa puede crecer casi en todos los tipos de suelos, salvo donde son salinos o alcalinos; se considera ideal un PH de 5,2 a 6,4 en el suelo. (FAO, 2008).

De acuerdo al análisis en laboratorio, el sector Isquillani 10,6meq en el cultivo de papa y 10,78meq en el cultivo de haba. En el sector de Cruz Pata un 14,81meq en papa y un 17meq en el cultivo de haba y finalmente e sector de Cantuyu el 13,81 meq en el cultivo de haba, mientras que en el cultivo de papa un 11,3 meq, la Capacidad de intercambio catiónico es medio en toda la comunidad de Corpuma.

De acuerdo al análisis de suelo la materia orgánica el sector de Cruz Pata tanto en el cultivo de papa y en el cultivo de haba, tiene más materia orgánica con un 3,41% en el cultivo de haba mientras que en el cultivo de papa un 3,28%, en el sector de Cantuyu no usa mucho materia orgánica con 2,46% en el haba y un 2,71 en el cultivo de papa. La materia orgánica es muy baja en toda la comunidad.

4.3.4. Propuesta del plan de gestión del agua para regantes de la organización de gestión de cuenca (OGC)

Cuadro 24. Propuesta del plan para los sectores

N°	Propuesta	Descripción
1	Fortalecimiento de la organización de gestión de la cuenca (OGC).	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="846 1331 1403 1457">✚ Reglamento interno del comité de usuarios de agua y mejoramiento de la administración. <li data-bbox="846 1478 1403 1562">✚ Operación y mantenimiento eficiente de los sistemas de riego. <li data-bbox="846 1583 1403 1667">✚ Distribución del agua con mayor eficiencia <li data-bbox="846 1772 1403 1856">✚ Construcción de represa o reservorios de almacenamiento.

2	Mejoramiento de la infraestructura hidráulica de riego	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Conducción (Canales principales, laterales, sub laterales y obras de arte). ✚ Almacenamiento (reservorios). ✚ Instalación de riego presurizado (aspersión o goteo) en todos los predios agrícolas.
3	Capacitación en gestión integral del agua	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Manejo y distribución del sistema de riego ✚ Determinación de turnos y eficiencia de riego. ✚ Manejo de caudales y tiempos de riego. ✚ Reglamento de uso del agua. ✚ Diseño parcelario. ✚ Técnicas de conservación de suelos. ✚ Uso de tecnologías agropecuarias innovadoras. ✚ Plan y costos de producción agropecuaria. ✚ Transformación y comercialización de productos agrícolas.

Fuente: Elaboración propia

4.4. Análisis de características socioeconómicas del sistema de riego

4.4.1. Áreas de riego y sin riego

Según las encuestas realizadas con la ficha de validación se determinó que las áreas de riego son un total de 14 ha, las áreas con riego 6 ha en la comunidad de Corpuma.

Cuadro 25. Áreas de riego

Sector	Áreas de riego (ha)	Áreas sin riego (ha)
--------	------------------------	-------------------------

Cantuyu	2.3981	5.3891
Isquillani	3.3179	6.6791
Cruz Pata	1.2421	3.4646

Fuente: Elaboración propia

4.4.2. Número de familias

Las familias en la comunidad de Corpuma son 97 estas familias tienen áreas en producción 48.5 ha.

Cuadro 26. Números de familias

Sector	Familias	Áreas (ha)
Cantuyu	36	18
Isquillani	16	8
Cruz Pata	45	22,5

Fuente: Elaboración propia

4.4.3. Producción pecuaria

Según la encuesta realizada los animales más importantes son bovinos con una cantidad de 387 cabezas de ganado de las familias entrevistadas el precio de cada una de ellas es de 2000 bs

Cuadro 27. Producción pecuaria

Sector	Especie	N° de cabezas	Precio de cabezas
Cantuyu	Bovinos	123	2000 bs
	Ovinos		
	Camélidos		
Isquillani	Bovinos	196	2000 bs
	Ovinos		
Cruz Pata	Bovinos	68	2000 bs
	Ovinos		
	Camélidos		

Fuente: Elaboración propia

4.4.4. Importancia de los cultivos

En la presente figura 22, según la encuesta realizada los usuarios del sector de Cantuyo el cultivo de papa tiene más importancia para ellos con un 40 %, seguidamente está el cultivo de haba 35 %, en la cebolla un 15 % y en las hortalizas un 10%, el sector de Cruz Pata el cultivo importante también es la papa con un 41 %, seguidamente está el cultivo de haba 34 %, la cebolla con un 15 % y en las hortalizas un 10% y el sector de Isquillani con un 59 % en papa, seguidamente está el cultivo de haba 35 %, en la cebolla un 4 % y en las hortalizas un 2%.

De acuerdo PDM (2010), indica que los principales cultivos que se desarrollan son los tubérculos como la papa amarga y dulce, en sus diferentes variedades, y la oca; los cereales como la cebada, quinua y cañahua; y, en ciertas zonas, las hortalizas como la cebolla, zanahoria, lechuga y haba.

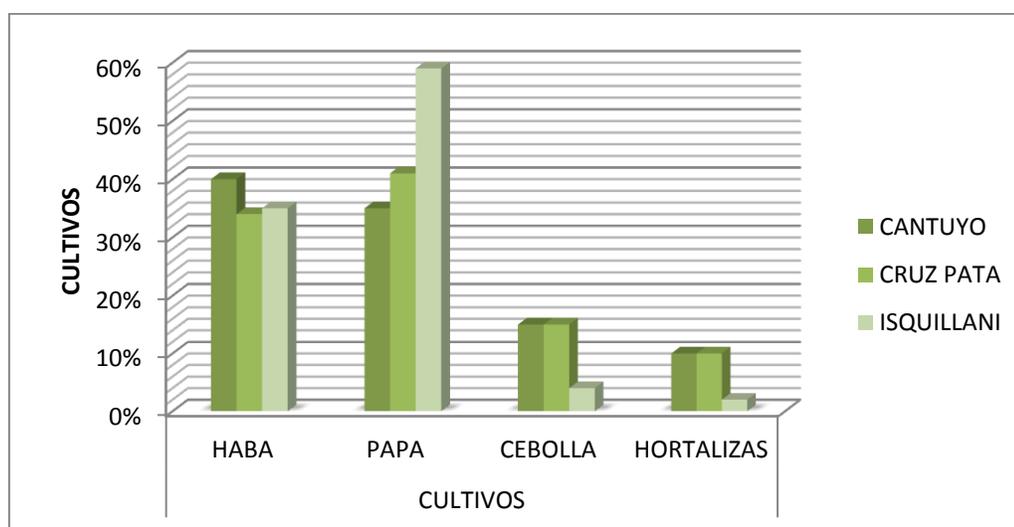


Figura 9. Cultivos importantes.

Fuente: Elaboración propia

4.4.5. Épocas de siembra

El riego se aprovecha a inicios de la siembra, el cultivo de papa empieza los meses de septiembre, octubre y noviembre para poder hacer la cosecha en los siguientes meses y el cultivo de haba empieza a inicios del mes de julio y termina por el mes de agosto;

Monataño (2019), señala que las siembras comienzan a fines de julio con la siembra de haba, y continúan con la siembra de quinua, papa, cañahua y cebada entre septiembre, octubre y noviembre e inclusive se extienden hasta diciembre.

Cuadro 28. Época de siembra

EPOCA DE SIEMBRA												
CULTIVO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Haba							X	X				
Papa									x	X	X	

Fuente: Elaboración propia

4.4.6. Variedades de los cultivos que se produce

Según el cuadro 28, las variedades de los diferentes cultivos de papa y haba es igual para todos los tres sectores en estudio; el cultivo de papa tiene como variedad a la huaycha, sani imilla, pilly y chisquiña. en el cultivo de haba son usnayo, uchokollo.

Cuadro 29. Variedades de los cultivos

variedades del cultivo de papa			
Cantuyo	Cruz Pata	Isquillani	Rendimiento
Huaycha	Huaycha	Huaycha	1.7 t/ha
Sani imilla	Sani imilla	Sani imilla	2 t/ha
Pilly	Pilly	Pilly	1.7 t/ha
Chisquiña	Chisquiña	Chisquiña	1.7 t/ha
variedades del cultivo de haba			
Cantuyo	Cruz Pata	Isquillani	Rendimiento
Usnayo	Usnayo	Usnayo	1.9 t/ha
Uchokollo	Uchokollo	Uchokollo	1.2 t/ha

Fuente: Elaboración propia

4.4.7. Labores culturales

4.4.7.1. Preparación del suelo

De acuerdo a los encuestados a nivel de la comunidad, la preparación del suelo para la producción de cultivos agrícolas se realiza en forma manual un 27%, usando yuntas 40% y los tractores 34%, dependiendo de la economía de los usuarios.

La preparación de terreno en forma manual se realiza con picota y es muy laboriosa, exige mucha fuerza de trabajo, por esta razón los agricultores de las comunidades prefieren utilizar yunta o tractor para acelerar el trabajo, aunque represente mayor inversión de recursos económicos. (Montaño, 2019).

4.4.7.2. Fertilización

Según la encuesta, la fertilización se realiza con abonos orgánicos naturales al momento de la siembra de los diferentes cultivos, se utiliza el estiércol de bovino es el más usado al momento de abonar, podemos observar que la mayoría no usa muchos fertilizantes químicos, por el costo.

4.4.8. Destino de la producción

De acuerdo al cuadro 29, se puede mencionar que en el sector de Cantuyo la producción del cultivo de papa se lo utiliza para el consumo en 50%, la cuarta parte para la semilla con un 21% la otra mitad para la venta con un 25% y un 2% para la transformación en chuño o tunta. Para el cultivo de haba para autoconsumo es de 31%, para semilla un 26,4%, para la venta un 42% y para transformación es un 1,3%

Cuadro 30. Destino de la producción

Sectores	Producto	Autoconsumo %	Semilla %	Venta %	Transformación %
Cantuyu	Papa	50,4	21,6	25,9	2,1
	Haba	31,5	26,4	41,6	1,5
Cruz Pata	Papa	49,4	21,6	26,9	2,1
	Haba	29,8	26,4	43,6	1,5
Isquillani	Papa	51,6	20,4	25,9	2,1
	Haba	31,8	26,4	41,6	1,2

Fuente: Elaboración propia

4.4.9. Cantidad de Beneficiarios

De acuerdo al cuadro 30, los resultados obtenidos por las encuestas se llegaron a determinar un total de 190 beneficiarios a nivel de la comunidad. (Anexo 10).

En el sector de Cantuyu los beneficiarios que asisten activamente en reuniones son 37% por ser un sector con mayor cantidad de personas mayores adultas, por otro lado Cruz Pata tiene la mayor asistencia por ser una cantidad pequeña con 17 % beneficiarios por último el sector de Isquillani con 46% beneficiarios que están activamente en las reuniones la mayoría son jóvenes adultos; la otra mitad no asiste por ser personas de la tercera edad, algunos migraron a la ciudad de El Alto.

Cuadro 31. Beneficiarios asistentes y no asistentes

Beneficiarios de la comunidad				
Sector	Beneficiarios Totales	%	Beneficiarios Asistentes	%
Cantuyu	75	39%	36	37%
Cruz Pata	26	14%	16	17%
Isquillani	89	47%	45	46%
Total	190	100%	97	100%

Fuente: Elaboración propia

En la figura 23, se observa que la cantidad de asistentes a las reuniones son varones por tener mayor facilidad al momento de movilizarse para llegar a la sede de la comunidad, por lo tanto las mujeres se quedan cuidando a los niños y los ganados.

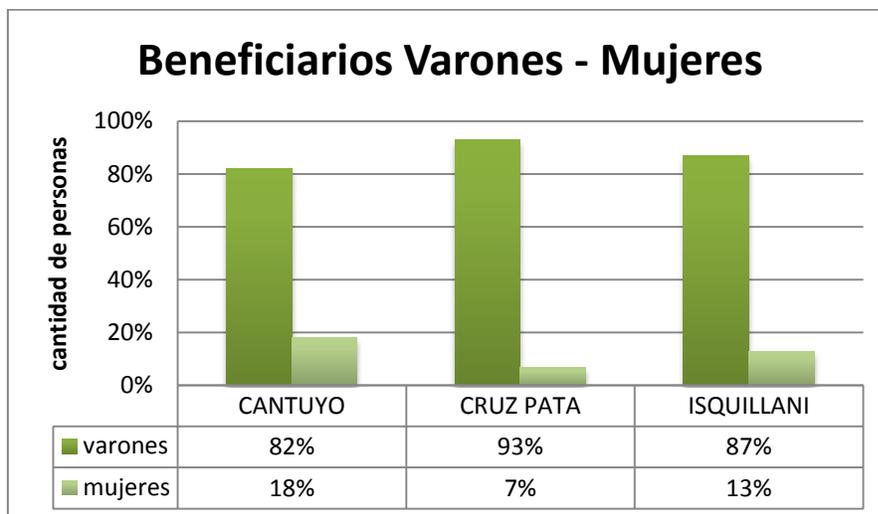


Figura 10. Cantidad de beneficiarios varones - mujeres.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.10. Distribución por turnos

Este tipo de distribución se refiere al riego en general de la comunidad, quienes efectúan riegos que oscilan entre uno a tres riegos por mes a diferentes parcelas y cultivos. Dentro de este tipo de distribución se tienen a los sectores de Isquillani, Cantuyo y Cruz Pata.

Los turnos de riego se inician de diferentes formas en los sectores: Isquillani 12 horas, en Cantuyo 12 horas y Cruz Pata por 2 días por beneficiario, inicia a la 6 am.

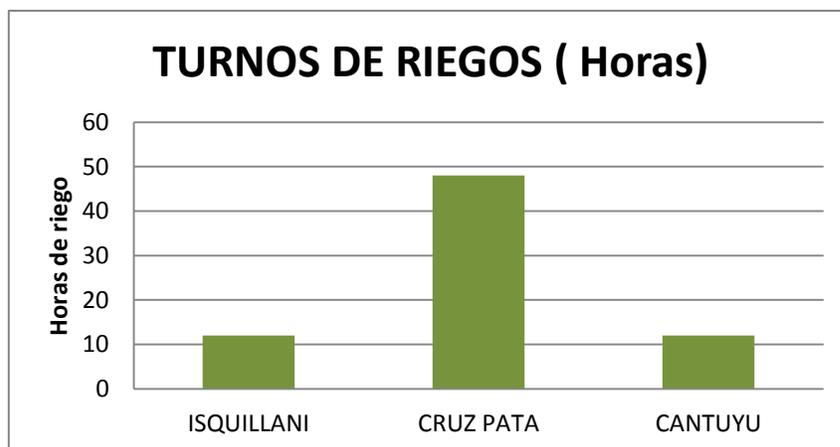


Figura 11. Turnos de riegos

Fuente: Elaboración propia

4.4.11. Organización

4.4.11.1. Manejo del agua

Los usuarios a nivel de la comunidad, el jefe del grupo de usuarios de agua es el presidente de la organización de Gestión de Cuenca (OGC), de Aguas de la cuenca, quien es nominado con el consentimiento de los usuarios de la comunidad. El presidente de la OGC de aguas es responsable de todos los trabajos de organización y mantenimiento de los canales de riego en su zona. Durante la época seca, la distribución de agua de riego se realiza a través de un método rotatorio o por turnos en un intento para que la distribución de agua sea equitativa.

El presidente juntamente con toda la directiva decide en función de apego al reglamento el tiempo y la duración de la rotación en los canales de su comunidad o zona. Generalmente, los trabajos de mantenimiento de los canales de riego son ejecutados por los propios usuarios atendidos por los canales antes de la época de lluvia (entre mayo a junio), aunque en muchas comunidades este trabajo se realiza del mes de julio hasta noviembre. Los principales trabajos de mantenimiento son la limpieza y la reparación de las paredes como también de los canales rústicos y de las secciones de cruce del camino.

4.4.11.2. Proceso de la organización de los regantes

La organización de regantes de la comunidad de Corpuma cubre al redor de 3 sectores las cuales son: Isquillani, Cantuyu y Cruz Pata; están organizadas por la Organización de gestión de Cuenca (OGC), estos son elegidos en Asamblea General, donde participan todos los usuarios de la comunidad. Las asambleas se realizan cada 30 de cada mes para poder realizar las reparticiones del uso de agua del mes, registrando una asistencia de 50%, lo mismo que en las actividades de trabajos comunales; las inasistencias a las asambleas y trabajos comunales se sancionan con una multa acordada en asamblea general.



Figura 12. Organización de los regantes

Fuente: Elaboración propia

4.4.12. Distribución basada por sorteos en los sectores

El tipo de distribución se realiza al sorteo entre los sectores con que cuenta la comunidad. Este sorteo se realiza con el fin de realizar riegos por sectores es decir que cada sector elige la forma de su distribución.

Cantuyu se realiza por asistencia a las reuniones y el aporte de la suma de 2bs; Cruz Pata e Isquillani de la misma manera asistencia a la reunión. Los sorteos se realizan por bolillos con números las cuales se ordenan y se anotan en una lista. Las sanciones de no asistir a la reunión de 20 bs y se queda sin el riego por todo el mes.

4.4.13. Mantenimiento

El mantenimiento se realiza cada mes; limpiando las tuberías de descarga en la parte del estanque, se hace limpieza de los canales los meses de siembra ya que lo necesitan para su riego. Los encargados de la limpieza son el mismo propietario del lugar por donde pasa el canal.

5. CONCLUSIONES

Según los objetivos planteados y los resultados obtenidos en el presente estudio, nos permite sustentar las siguientes conclusiones:

- La participación de hombres y mujeres en el riego es indistinto, no hay una causa de segregación relacionada al género. La fortaleza principal de los regantes es su organización y es necesario fortalecer la misma y en el presente trabajo se pone a consideración de la misma en un reglamento para la OGC del sistema tradicional principalmente referido a su organización. Los usuarios son un total de 190 beneficiarios, el sector de Cruz Pata tiene un 15%, el sector de Isquillani un 60% y el sector de Cantuyu tiene un 35%; pero solo un 57% de los usuarios acude a las reuniones y gozan también del riego.

La organización de Gestión de Cuenca (OGC) de Aguas de la cuenca, el presidente es nominado por el consentimiento de las bases es encargado de las reuniones cada 30 de mes, las funciones del presidente de la OGC es administrar, que sepa aplicar sanciones, etc. Se desarrollan como presidente, vicepresidente y secretario de actas. Los turnos de riego son de 12 horas para los sectores de Cantuyu y Isquillani, para Cruz Pata es por 2 días los riegos empiezan a las 6am.

- La eficiencia de la conducción del agua hasta el almacenamiento es de 60%, con una extensión de 860m, esto se debe al canal de tierra que tiene la conducción el 40% se pierde por la infiltración al suelo y la otra parte se evapora, el volumen total de almacenamiento de los estanques es de 741,13 m³.
Los suelos de los sectores de Cantuyu e Isquillani son franco arenosos y para el sector de Cruz Pata suelo Franco Arcilloso.
- La lamina de riego bruta (LRb) del sector de Cantuyu es 33,23 mm con un tiempo de 43200 segundos, en el sector de Cruz Pata la lámina es de 34,24mm con un tiempo de riego de 86400 segundos y para el sector de Isquillani 45,07 mm con un tiempo de riego de 43200 segundos. De acuerdo a los datos obtenidos lo que

aplica el productor no es el adecuado y que de seguir de esta manera solo se está malgastando este recurso natural, además de poner en serio riesgo la producción de alimentos y favoreciendo procesos de degradación de los suelos.

El agua si tiene incidencia en la seguridad y soberanía alimentaria, en las actuales condiciones de riego parcelario por inundación de la comunidad Corpuma, se está haciendo un uso ineficiente de este recurso natural, aspecto que puede poner en serio riesgo la producción de los cultivos y por lo tanto, la seguridad y soberanía alimentaria de las familias, además en las actuales condiciones se está favoreciendo la degradación del suelo por erosión laminar y lixiviación de nutrientes.

6. RECOMENDACIONES

En base a los objetivos, resultados y conclusiones del presente trabajo, se pueden formular las siguientes recomendaciones:

- La investigación permitió identificar la diversidad y complejidad en el uso de aguas en un sistema de riego tradicional, donde existe una desigual distribución de agua, deficiencia en la aplicación de turnos, que deben ser considerados en su oportunidad antes de llevar adelante proyectos destinados a mejorar la infraestructura existente.
- La gestión de riego tradicional de un sistema de riego tiene características propias con relación a otras, aun si estos están en una misma comunidad, por lo que se debe considerar realizar estudios separados.
- Se debe fortalecer una mayor relación entre las organizaciones tradicionales, nuevas y las que se van a formar posteriormente para mejor manejo de los usuarios.
- Se debe considerar que las futuras intervenciones en un sistema de riego (revestimiento de canales, ampliación de superficie regable, incremento de la población, minifundio), traerá consigo una desorganización en la operación del sistema de riego ahora tradicional, principalmente en comunidades que tienen una raíz profunda en lo que se refiere al manejo del agua de acuerdo a usos y costumbres.
- Se debe tecnificar con riegos de aspersión y goteo en los 3 sectores Cruz pata, Isquillani y Cantuyu para mejorar el riego.
- La evaluación se la hizo por un año agrícola, por esta razón se recomienda que el análisis de este tipo de datos se realice en periodos mayores a dos años.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Aduviri, C.; 2015. Manual de operación y mantenimiento de un sistema de: Riego por aspersión. SEDERI, La Paz, Bolivia, 1p.
- Amurrio, f.; 2002. Principios de la ingeniería de riego y drenaje y su aplicación. UMSS, facultad de ciencias agrícolas, forestales y veterinarios. Cochabamba, Bolivia
- Amurrio, F., 1997. Temas de Riego para técnicos superiores en Agronomía. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 130p.
- Apaza, B.; 2014. Evaluación del sistema de riego de la comunidad Turrini, cantón Ancoraimes, provincia Omasuyos. Tesis Lic. La Paz, Bolivia, UMSA. 80p.
- Benites, C.; 2010. Sistemas Hidráulicas de riego diseño y construcción. Ed. UNAS. Lima, Peru, 699p.
- CAT/PRONAR, 200.1 Gestión Campesina y diseño de sistemas de riego, Textos/Gestión Campesina No 22, CAT/PRONAR, Cochabamba – Bolivia, 3 p.
- Cisneros, R., 2003. Sistemas de riego. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ingeniería. México.
- Contreras, R 2017. Definicon de recursos hídricos. Recuperado el 25 de julio de 2019, <https://es.escribd.com/document/357792415/definición-de-recursos-hidricos>
- Comisión nacional del agua, 2010. Estadísticas del agua en México, General de atención institucional, comunicación y cultura del agua, Ed 2010 Tlalpan, DF, México.
- Chipana, R.; 1996. Principios de riego y drenaje. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La paz, Bolivia. 202p.
- Claros, X.; 2019. Estado actual de la seguridad alimentaria en el ayllu Corpa, Editorial Plural editores Instituto de Ecología. UMSA, La Paz, Bolivia, 18 p.
- Da silva N., Farias M., Raj H., 2011 Recursos hídricos usos y manejo, editorial livraria da física. Segunda Ed. Sau pablo, Brasil, 141 p.

- FAO, 2000. Mejorando la Nutrición a través de huertos y granjas familiares.3p
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2006. Seguridad alimentaria informe de políticas. Ed Bolivia 2 p.
- FAO, 2008 AÑO Internacional de la papa. <http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/cultivo.html>
- Fernández, A. 2012. El agua un recurso esencial. Instituto centro de estudios transdisciplinarios de agua (ceta) AR, química viva, v 11n 3, 148p.
- Food Secure Canada, 2012. The six pillars of food sovereignty, Developed at Nyleleni, Canada 2007, 4 p.
- Fuentes, J.; 2001. Tecnicas de riego. Ministerio de agricultura, pesca. Tercera ed. Madrid – España.205 – 230p.
- Gerbrandy, G. (1998) Aguas y Acequias. Ed. PLURAL. Cochabamba – Bolivia.
- Gurovih, L.; 1995. Fundamentos y diseño de Sistemas de Riego. Instituto interamericano de cooperación para la Agricultura. Décimo segunda edición. San José, Costa Rica. 433p.
- Jimenez, J. 2011. Seguridad Alimentaria en Bolivia. La Prensa - OPINIÓN, jul. 12, 30p.
- Jordán, W.; Castedo, L.; Chuquimia , C.; Jiménez, S.; Vega, V.; Mena, R.; Quenta, S. 2011. Descripción de la situación social, política, económica y cultural. La Paz, Bolivia. 25-34 p.
- GADL, 2020. Gobierno Autónomo Departamental de La Paz, plan de desarrollo del departamento autónomo de La Paz – Bolivia 31p.
- GERBRANDY, G. HOOGENDAM, P (1988) Aguas y Acequias. Ed. PLURAL. Cochabamba-Bolivia.
- Laura, 2013. Evaluación del sistema de riego de la comunidad de barco Belén del municipio de Achacachi. Universidad Pública de El Alto, Tesis Lic. La Paz – Bolivia, 81p
- Lima, 2021. Datos no publicados de la II expoferia virtual AGRO 2021

- León-Velarde, C Y Quiroz, R. 1994. Análisis de Sistemas Agropecuarios. CIRNMA. Puno Perú. 238 p.
- Lexivox, 2020. www.lexivox.org. <<normas bods -288819. 2006.
- Macias, M, 2011. Caracterización del sistema de riego de la comunidad Porvenir municipio Luribay y su efecto en la relación beneficio costo en frutales. UMSA. Trabajo Dirigido Lic. La Paz, Bolivia.
- MACA, 2004 Definición de conceptos para la Aprobación de la Ley 2878, Viceministerio de Riegos y Suelos del Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios (MACA), La Paz, Bolivia, 6p.
- MAGDR, Pasa, 2002. Informes de Sistema Nacional de Seguimiento a la Seguridad Alimentaria SINSAAT. La Paz, Bolivia. 1-11p.
- Minagri Pe, 2015. Ministerio de desarrollo Agrario y riego. Estraytegia nacional de la agricultura familiar, Perú. 2p.
- Montaño J, 2019 caracterización de los sistemas de producción agropecuaria en las comunidades de corpuma, taypi y jankohaque tana bajo de la microcuenca corpuma, municipio de Jesús De Machaca. UPEA. Tesis Lic. La Paz, Bolivia, 40p.
- Morabito J., Salatino S., Angella G., Y Prieto D., 2008. Evaluación de campo al riego de agricultores: casos prácticos y ventajas para la difusión de la tecnología apropiada; asesoramiento a los regantes para la modernización de los regadíos y su ambientabilidad. Jornadas sobre “Ambientes y Riego Ed. La antigua. Guatemala.
- MMAyA, 2009. Plan Nacional de Desarrollo de Riego “Para Vivir Bien” 2007 – 2011. Ed. Vice Ministerio de Riego. La Paz Bolivia.
- Pacosillo, N.; 2019. Caracterización de suelos según su aptitud para el riego en la cuenca Corpuma, Municipio Jesus de Machaca, Tesis Lic., La Paz Bolivia.
- Pérez de la cruz, F. 2019 planificación de recursos hídricos naturales y urbanas. Recuperando el 31 de julio de 2019, de

http://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/12694/mod_resource/concent/1/tema%2002%20recursos%204_%c3%8oricos.pdf.

Perez, J., 2011. Manual para determinar la calidad del agua para riego. Trabajo de experiencia recepcional. Facultad de ciencias de ciencias agrícolas Xalapa de Enríquez, Veracruz, Mexico.41p.

PROCOSI, Programa de Coordinación en Salud Integral, abril de 2013 disponible en www.procosi.org.bo

PDM 2010. Descripción de la situación social, política, económica y cultura del municipio Jesús de Machaca y San Andrés de Machaca. Gobierno Autónomo de Jesús de Machaca. La Paz. Bolivia.

Reglamento a la ley N°2878 de promoción y apoyo al sector riego para la producción agropecuaria y forestal marco constitucional, DSN°28817, La Paz Bolivia 2 de agosto de 2006.

Rojas, F.; 2014. Estudio de las condiciones de riego campesino para el planteamiento de propuestas de mejora en la localidad de Inquisive, La paz – Bolivia 20 p.

Santos, L.; Deluan, J.; Acornell, M.; Tarjueco, J., 2010. El riego y sus tecnologías. Centro regional de estudios del agua, universidad de Castilla – la mancha. Primera Ed. Alcacete - España. 299p.

SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología), 2016. SISMET – Base de datos Oficial del SENAMHI. Bolivia.

Serrano, G. 2010.; Ingeniería del Riego y Drenaje. La Paz, Bolivia. 8 p.

Serrano, G.; 2014. Ingeniería del Riego Tecnificado. Universidad Pública de el Alto. Primera edición. El Alto, La paz Bolivia. pp. 12 – 16.

Torrez, M.; 2012. Caracterización del sistema de riego de la laguna Charaña (segundo lago) zona Anari, de la comunidad Marquirivi del Municipio de Achocalla. Universidad de El Alto, Tesis Lic., la paz – Bolivia 85p.

Vasquez,A; Mejia.;Faustino, M.; Teran, R.; Vasquez.; Diaz, J.; Vasquez, C.; Castro,a.;
Tapia, M.;Alcantara. J.; 2016. Manejo y gestión de cuencas hidrográfica, Peru, 15 -
22p.

[http://servicios.ucbtja.edu.bo:8090/sihita/css/docs/EST-
00077/anexos/ANEXO%202%20ANALISIS%20DE%20AGUAS%20PARA%20RIE
GO.pdf](http://servicios.ucbtja.edu.bo:8090/sihita/css/docs/EST-00077/anexos/ANEXO%202%20ANALISIS%20DE%20AGUAS%20PARA%20RIEGO.pdf)

8. ANEXOS

Anexo 1. Ficha de muestreo de suelo

	<u>ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN</u>	
<input style="width: 50px; height: 40px;" type="text"/>		
Fecha de muestreo: N° De Muestra		
Nombre del sector:		
Parcela:		
Localidad:		
Profundidad de muestreo:		
Cantidad:		

Anexo 2. Reconocimiento del área de estudio



Área de estudio Corpuma



Parcelas de cultivos.

Anexo 3. Ficha de identificación

Ficha de Identificación y Validación de Proyectos de Riego (FIV)

Fecha de llenado: 22

Día	Mes	Año
22	JUL 20	20

IDENTIFICACIÓN

Nombre del proyecto: Comunidad de Corpuma

Alcance del proyecto

Mejoramiento Ampliación Rehabilitación Nuevo

Localización del proyecto

Departamento:	La Paz	Cuenca de la fuente de agua:	Corpuma
Provincia:	Ingavi	Cuenca mayor inmediata*	
Municipio :	Jesus de Machaca	Cuenca principal*	

*Según clasificación y codificación oficial del VRHR.

Condición agroecológica :	Altiplano	X	Valles altos		Chaco	
	Valles mesotérmicos		Llano			

Ubicación geográfica del área del proyecto

	Desde		Hasta	
	Grados-minutos	UTM	Grados-minutos	UTM
Latitud S	05148896	19	0514716	19
Longitud W	8157794		8157341	
Altitud	4007m.s.n.m.		3957m.s.n.m.	

Nota: adjuntar croquis de ubicación en carta IGM 1:50.000.

Vías de acceso al área del proyecto (zona de riego y sitios de emplazamiento de obras)

Tramo	Distancia (km)	Tiempo (horas)	Material de la vía	Estado
Pueblo de Corpuma	1833	0,30	Caminata	R

Valores posibles para estado: (B) Bueno, (R) Regular, (M) Malo.

Situación actual del área del proyecto

1.1 Características de la cuenca de la fuente de agua

Nombre de la cuenca	Cuenca pedagógica de Corpuda				
Área de la cuenca (km ²)					
Altitud (m.s.n.m.)	Máxima		Mínima		
Precipitación media anual (mm)	Nombre estación				
Población asentada en la cuenca de aporte (N° de habitantes)	250				
Uso del suelo*(%)	AI	PI	F	P	

*Uso de suelo: (AT) Agrícola temporal, (AI) Agrícola intensivo, (PI) Pastoreo intensivo, (PE) Pastoreo extensivo,

(F) Forestal, (P) Pastizal, (O) Otros.

1.2 Fuentes de agua utilizadas y las potenciales para el proyecto (incluir fotografías)

Tipo	Nombre	Caudal estimado según época (l/s)		Volumen anual (m ³)
		Seca	Lluviosa	
RIO	CORPUMA	91	131	4411m ³

Tipo de Fuente: (R) Río, (V) Vertiente, (S) Subterránea, (E) Embalse, (Q) Quebrada, (D) Deshielo. En caso de existir más fuentes de agua, insertar filas

Aforo de la fuente de agua

Nombre de la fuente	Fecha de medición/ Muestreo	Aforo (l/s)
Rio de Corpuma (Tranca Achachila)	20/09/20	101

Presentar en anexos el método de aforo y los valores encontrados.

Calidad del agua

Nombre de la fuente	pH	C.E. mmhos/cm	RAS	Sedimentos (gramos/litro)	Clase de agua
Rio corpuma	4500 hb	2510 B	20,30 mgNa		C1S1

C.E.= Conductividad eléctrica. RAS = Relación de adsorción de sodio.

Describir los riesgos que podrían afectar la disponibilidad y calidad del agua en la fuente (disminución de caudal, contaminación, sedimentos, otros).

Se observó contaminación en el rio bolsas plásticas yutes, otros.

Derechos de uso sobre la fuente de agua

Fuente de uso compartido Sí

No

¿Quiénes compartes la fuente? (nombres)	¿Qué tipo de acuerdos existen?*
Sector Cantuyo	Acuerdo comunal
Sector Isquillani	Acuerdo comunal
Sector Cruz Pata	Acuerdo comunal

¿Existen conflictos de uso en torno a la fuente? Sí No

No

¿Con quiénes?	Aguas arriba	Aguas abajo	En la fuente

Se encuentra la fuente de agua o la zona de

riego en un parque nacional o área protegida?

No

¿Cuenta con registro de derechos de agua?

Sí

1.3. Descripción de la zona de riego

1.3.1 Características fisiográficas

(Describir las características topográficas de la zona de riego y estimar las posibilidades de aprovechar los desniveles entre la fuente de agua y las áreas de riego en caso de presurización).

3.2 Área de riego

Concepto				Área (ha)
Ar	Área regable			
Ara	Área media anual regada	Invierno:	Verano:	
Precipitación media anual en la zona de riego.....(mm)			Estación:	

1.3.3 Población y tenencia de la tierra en el área regable*

Comunidades o zonas de riego	Número de familias	N° de familias con tenencia:	
		Menor a 1 ha	Mayor a 1 ha

* Determinar mediante entrevistas a familias o medición de muestras representativas.

1.3.4 Producción agropecuaria

Cultivos bajo riego (cultivos de mayor importancia por superficie)				
Cultivos	Área (ha)	Mes siembra	Mes cosecha	Rendimiento (t/ha)
Papa				
Haba				

Cultivos a temporal en el área regable (principales cultivos según orden de importancia)				
Cultivos	Área (ha)	Mes siembra	Mes cosecha	Rendimiento (t/ha)
Papa				
Haba				

Producción pecuaria		
Especie	Nº cabezas por familia	Precio por cabeza (Bs)
Bovino	270	2000

Lugar de comercialización: (finca, feria local, mercado municipal, mercado urbano, exportación, etc.).

Mercado municipal feria local

Mercado municipal feria local

1.3.5 Uso de tecnología (en %)

Tradicional
65%

Mecanizada

Intermedia

Métodos de aplicación de agua a nivel de parcela

Gravedad

Surcos	x
Melgas	
Otro	

Eficiencia de captación (1)	(%)	80%
Eficiencia de conducción (2)	(%)	85%
Eficiencia de distribución (3)	(%)	65%
Eficiencia de aplicación (4)	(%)	75%

- (1) Relación entre la cantidad de agua captada y la capacidad del canal principal.
 (2) Relación entre la cantidad de agua que llega a la zona de riego y la captada en la toma.
 (3) Relación entre la cantidad de agua en cabecera de parcela y la cantidad de agua que llega hasta la zona de riego.
 (4) Relación entre la cantidad de agua que se almacena a nivel de la zona radicular y la cantidad de agua aplicada a la parcela.

1.3.7 Características del suelo en el área de riego

Topografía:

Plana a suave (0% a 2%)

Moderada (2% a 5%)

Inclinada (5% a 10%)

Fuerte (> 10 %)

Profundidad del suelo:

Superficial < 20 cm

Moderado (20 – 80 cm)

Profundo > 80 cm

Riesgos en el área de riego (marcar con X la celda correspondiente)

Riesgo	% del área total de riego	Grado de riesgo			
		Alto	Medio	Bajo	Ninguno
Salinización	45%		X		
Erosión	40%		X		
Contaminación	30%			X	
Heladas	45%		X		
Sequías	46%		X		
Granizadas	10%			x	
Inundaciones (crecidas)	20%		x		

Grado de riesgo: **Alto**=Probabilidad de daños/pérdidas totales, **Medio**=Probabilidad de daños/pérdidas parciales, **Bajo**=Probabilidad de daños/pérdidas leves.

1.4 Infraestructura de riego existente

1.4.1 Presas de almacenamiento

Tipo	Nombre	Año de construcción	Estado de mantenimiento	Capacidad (m ³)
CG	CRUZ PATA	2017	R	230

Tipo de presa: **(R)** Rústica, **(TC)** Tierra compactada, **(CG)** Concreto-gravedad, **(En)** Enrocado,
Estado de mantenimiento: **(B)** Bueno, **(R)** Regular, **(M)** Malo.

1.4.2 Estanques, atajados, qhotañas, qhochas y otros

Tipo	Material de construcción	Año de construcción	Estado de mantenimiento	Capacidad (m ³)
X	X	X	XX	X

Material de construcción: **(TC)** Tierra compactada **(H)** Hormigón **(MP)** Mampostería de piedra
Estado de mantenimiento: **(B)** Bueno, **(R)** Regular, **(M)** Malo.

1.4.3 Obras de captación

Tipo	Material de construcción	Año de construcción	Estado de mantenimiento	Capacidad (l/s)
TD	R	2017	R	

Tipo: **(TD)** Toma Directa, **(PD)** Presa Derivadora, **(GF)** Galería Filtrante, **(T)** Tajamar, **(TT)** Toma Tirolesa,
(EB) Estación de Bombeo.

Material de construcción: **(R)** Rústico, **(H)** Hormigón **(MP)** Mampostería de Piedra.

Estado de mantenimiento: **(B)** Bueno, **(R)** Regular, **(M)** Malo.

1.4.4 Obras de conducción / distribución

Tipo	Longitud (km)	Año de construcción	Material de construcción	Estado de mantenimiento	Capacidad (l/s)
GS	147 M	2017	T	R	

Tipo gravedad: **(GP)** Principal, **(GS)** Secundario, **(GT)** Terciario.

Tipo presurizado: **(PP)** Principal, **(PS)** Secundario, **(PT)** Terciario; **(S)** Sifón.

Material de construcción: **(T)** Tierra, **(HC)** Hormigón ciclópeo, **(MP)** Mampostería de piedra. **(P)** PVC o polietileno, **(M)** Metal.

Estado de mantenimiento: **(B)** Bueno, **(R)** Regular, **(M)** Malo.

1.4.5 Riesgos que afectan la infraestructura existente

Infraestructura	Riesgo identificado	Grado de riesgo		
		Alto	Medio	Bajo
Presas	X			
Estanques y atajados	X			
Obras de captación	DESBORDAMIENTO		X	
Conducción/distribución	CAIDAS		X	
Obras de arte	X			

1.5.1 Organización para la gestión del sistema de riego

Asociación	OGS
------------	-----

Comité	OGS
Cooperativa	X
Organización Territorial de Base (OTB)	X
Capitanía	X
Sindicato o Comunidad de base	X
Organización originaria	OGS
Otro	X

1.5.2 Derechos de agua según usos y costumbres

Modalidad de adquisición del derecho:

Afiliación	
Comunal	X
Dotación	X
Aportes	X
Herencia	X
Prestación de servicio	
Otro	

Expresión de los derechos al agua

Derechos vinculados a:	
Personas	X
Terrenos	X
Derechos expresados en:	
Volumen	
Tiempo	X
Caudal	

Número de familias con derechos al agua en el sistema (16familias)

Adjuntar la lista de los beneficiarios por comunidad.

1.5.3 Distribución de agua

Época	Riego libre	Por turnos	Frecuencia en días
Periodo lluvioso (verano)	X		
Periodo seco (invierno)		X	48

1.5.4 Actividades para el mantenimiento del sistema de riego

¿Existen actividades de mantenimiento?

Sí X

No

Periodo de mantenimiento	Tipos de mantenimiento (preventivo, rutinario, emergencia)	Aportes para el mantenimiento
1 MES	RUTINARIO	2BS

Anexo 4. Análisis de suelo



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
 CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
 LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
 EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)

LAFASA



Laboratorio de la
 Facultad de Agronomía
 en Suelos y Aguas

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO: Erica Celina Ticona M.
SOLICITUD: LAF 24_20
PROCEDENCIA: Departamento La Paz
 Municipio Jesús de Machaca
 Provincia Ingavi
 Comunidad Corpuma /2 Isquillani
 Cultivo de papa

FACTURA: UPEA
FECHA DE ENTREGA: 21/09/2020

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Humedad CC	%	28.06	Ollas a presión de Richards
Humedad PMP	%	11.29	Ollas a presión de Richards
pH en H ₂ O relación 1:5	-	6.48	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmho/cm	0.09	Potenciometría
Potasio intercambiable	meq/100g S.	0.37	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Capacidad de Intercambio Catiónico	meq/100g S.	10.55	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión y absorción atómica) Volumetría
Nitrógeno total	%	0.21	Kjendahl
Materia orgánica	%	2.71	Walkley y Black
Fósforo disponible	ppm	9.50	Espectrofotometría UV-Visible



Roberto Miranda Casas
 Ph.D. Roberto Miranda Casas
 LABORATORIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)



ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO: Erica Celina Ticona M. **FACTURA:** UPEA
SOLICITUD: LAF 27_20 **FECHA DE ENTREGA:** 21/09/2020
PROCEDENCIA: Departamento La Paz
Municipio Jesús de Machaca
Provincia Ingavi
Comunidad Corpuma /2 Cruz Pata
Cultivo de Haba

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Humedad CC	%	29.22	Ollas a presión de Richards
Humedad PMP	%	15.05	Ollas a presión de Richards
pH en H ₂ O relación 1:5	-	7.17	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmho/cm	0.14	Potenciometría
Potasio intercambiable	meq/100g S.	0.73	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Capacidad de Intercambio Catiónico	meq/100g S.	17	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión y absorción atómica) Volumetría
Nitrógeno total	%	0.23	Kjendahl
Materia orgánica	%	3.41	Walkley y Black
Fósforo disponible	ppm	142.20	Espectrofotometría UV-Visible



Ph.D. Roberto Miranda Casas
LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Av. Landaeta esq. Héroes del Acre N.º 1850,
Telf. IIAREN: 2484647 - 74016356 - 73075326 • E-mail: lafasa.suelos@gmail.com
Página web: agro.umsa.bo • La Paz - Bolivia



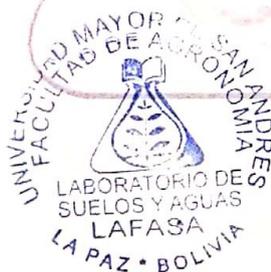
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)



ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO: Erica Celina Ticona M. **FACTURA:** UPEA
SOLICITUD: LAF 29_20 **FECHA DE ENTREGA:** 21/09/2020
PROCEDENCIA: Departamento La Paz
Municipio Jesús de Machaca
Provincia Ingavi
Comunidad Corpuma /2 Isquillani
Cultivo de Haba

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Humedad CC	%	30.75	Ollas a presión de Richards
Humedad PMP	%	14.05	Ollas a presión de Richards
pH en H ₂ O relación 1:5	-	6.45	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmho/cm	0.13	Potenciometría
Potasio intercambiable	meq/ 100g S.	0.71	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Capacidad de Intercambio Catiónico	meq/ 100g S.	10.78	Acetato de amonio 1N(Espectrofotómetro de emisión y absorción atómica) Volumetría
Nitrógeno total	%	0.15	Kjendahl
Materia orgánica	%	2.46	Walkley y Black
Fósforo disponible	ppm	8.40	Espectrofotometría UV-Visible



Roberto Miranda Casas
Ph.D. Roberto Miranda Casas
LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Av. Landaeta esq. Héroes del Acre N.º 1850,
Telf. IIAREN: 2484647 - 74016356 - 73075326 • **E-mail:** lafasa.suelos@gmail.com
Página web: agro.umsa.bo • La Paz - Bolivia



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)



ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO: Erica Celina Ticona M. **FACTURA:** UPEA
SOLICITUD: LAF 25_20 **FECHA DE ENTREGA:** 21/09/2020
PROCEDENCIA: Departamento La Paz
Municipio Jesús de Machaca
Provincia Ingavi
Comunidad Corpuma /2 Cantuyo
Cultivo de papa

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Humedad CC	%	25.66	Ollas a presión de Richards
Humedad PMP	%	13.20	Ollas a presión de Richards
pH en H ₂ O relación 1:5	-	6.96	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmho/cm	0.06	Potenciometría
Potasio intercambiable	meq/100g S.	0.18	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Capacidad de Intercambio Catiónico	meq/100g S.	11.31	Acetato de amonio 1N(Espectrofotómetro de emisión y absorción atómica) Volumetría
Nitrógeno total	%	0.10	Kjendahl
Materia orgánica	%	1.64	Walkley y Black
Fósforo disponible	ppm	3.00	Espectrofotometría UV-Visible



Ph.D. Roberto Miranda Casas
LABORATORIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)

LAFASA

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO: Erica Celina Ticona M. **FACTURA:** UPEA
SOLICITUD: LAF 28_20 **FECHA DE ENTREGA:** 21/09/2020
PROCEDENCIA: Departamento La Paz
Municipio Jesús de Machaca
Provincia Ingavi
Comunidad Corpuma /2 Cruz Pata
Cultivo de papa

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Humedad CC	%	28.63	Ollas a presión de Richards
Humedad PMP	%	15.41	Ollas a presión de Richards
pH en H2O relación 1:5	-	7.05	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmho/cm	0.13	Potenciometría
Potasio intercambiable	meq/100g S.	1.21	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Capacidad de Intercambio Catiónico	meq/100g S.	14.81	Acetato de amonio 1N(Espectrofotómetro de emisión y absorción atómica) Volumetría
Nitrógeno total	%	0.24	Kjendahl
Materia orgánica	%	3.28	Walkley y Black
Fósforo disponible	ppm	170.70	Espectrofotometría UV-Visible



Ph.D. Roberto Miranda Casas
LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Av. Landaeta esq. Héroes del Acre N.º 1850,
Telf. IIAREN: 2484647 - 74016356 - 73075326 • **E-mail:** lafasa.suelos@gmail.com
Página web: agro.umsa.bo • La Paz - Bolivia



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)



ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO: Erica Celina Ticona M. **FACTURA:** UPEA
SOLICITUD: LAF 26_20 **FECHA DE ENTREGA:** 21/09/2020
PROCEDENCIA: Departamento La Paz
Municipio Jesús de Machaca
Provincia Ingavi
Comunidad Corpuma /Cantuyo
Cultivo de Haba

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Humedad CC	%	29.34	Ollas a presión de Richards
Humedad PMP	%	12.27	Ollas a presión de Richards
pH en H ₂ O relación 1:5	-	7.05	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmho/cm	0.09	Potenciometría
Potasio intercambiable	meq/100g S.	0.37	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Capacidad de Intercambio Catiónico	meq/100g S.	13.81	Acetato de amonio 1N(Espectrofotómetro de emisión y absorción atómica) Volumetría
Nitrógeno total	%	0.12	Kjendahl
Materia orgánica	%	1.70	Walkley y Black
Fósforo disponible	ppm	5.35	Espectrofotometría UV-Visible



[Signature]
Ph.D. Roberto Miranda Casas
LABORATORIO DE SUELOS

Anexo 5. infraestructura cámara o hidrante



Anexo 6. Planilla de infiltración

LUGAR: Corpuma Cruz Pata
FECHA: 20/09/2020
METODO: Cilindro Infiltrómetro
ENCARGADO: Erica Celina – Jesus Ayala

N°	T. PARC. (min)	L. PARC. (cm)	T.ACUM. (min)	L. PARC. (cm)
1	5	1,52	5	1,52
2	10	1,38	15	2,9
3	15	1,5	30	4,4
4	20	0,5	50	4,9
5	25	1	75	5,9
6	30	1,03	105	6,93
7	35	0,7	140	7,63
8	40	1	180	8,63
9	45	0,4	225	9,03
10	50	0,6	275	9,63
	60	0,5	335	10,13

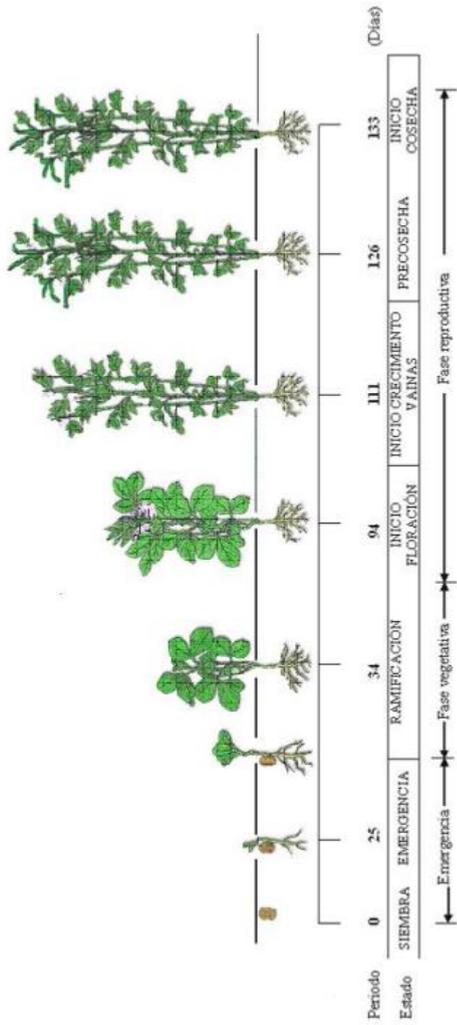
LUGAR: Corpuma Isquillani
FECHA: 21/09/20201
METODO: Cilindro Infiltrómetro
ENCARGADO: Erica Celina – Jesus Ayala

N°	T. PARC. (min)	L. PARC. (mm)	T.ACUM. (min)	L. PARC. (mm)
1	5	1,7	5	1,7
2	10	1,6	15	3,3
3	15	1,5	30	4,8
4	20	1,3	50	6,1
5	25	1	75	7,1
6	30	0,6	105	7,7
7	35	0,7	140	8,4
8	40	0,6	180	9
9	45	0,5	225	9,5
10	50	0,6	275	10,1
11	60	0,5	335	10,6

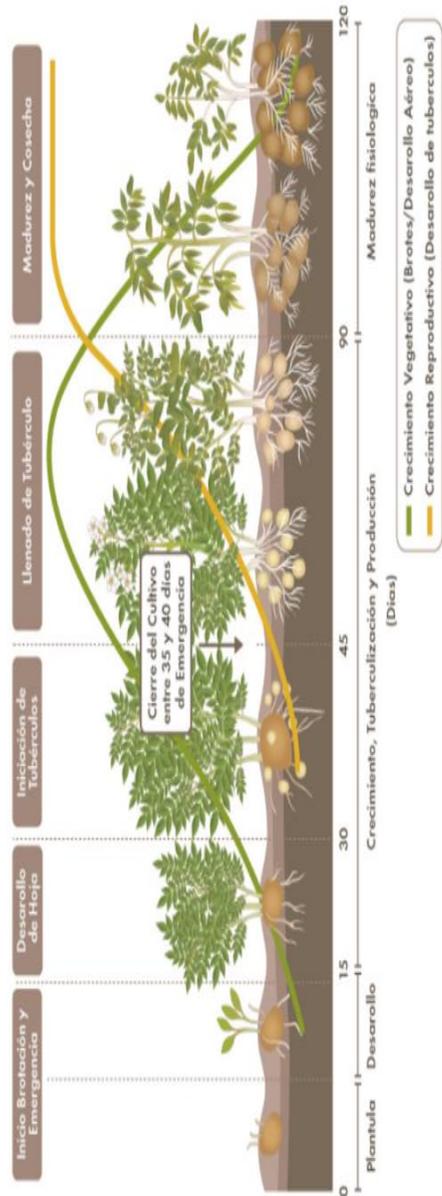
LUGAR: Corpuma Cantuyu
FECHA: 22/09/20201
METODO: Cilindro Infiltrómetro
ENCARGADO: Erica Celina – Jesus Ayala

N°	T. PARC. (min)	L. PARC. (cm)	T.ACUM. (min)	L. PARC. (cm)
	0	0	0	
1	5	1,4	5	1,4
2	10	1,2	15	2,6
3	15	1,3	30	3,9
4	20	0,5	50	4,4
5	25	1	75	5,4
6	30	1,03	105	6,43
7	35	0,6	140	7,03
8	40	1	180	8,03
9	45	0,4	225	8,43
10	50	0,6	275	9,03
11	60	0,5	335	9,53

Anexo 7. Ciclo fenológico del cultivo



4.3.Ciclo fenológico del cultivo



Fuente: sqm , 2015 Fuente: citado reyes, 2008. Citado por Delgado 2017

Anexo 8. Análisis de agua



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CENTRO DE AGUAS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

LABORATORIO REGIONAL DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS
LABORATORIO PILOTO A NIVEL NACIONAL
REPORTE DE ENSAYO FÍSICOQUÍMICO MATRIZ AGUA



NÚMERO DE REGISTRO: 0291-EC-4000
 NÚMERO DE MUESTRA: 00220

<p>PRESTARIOS DIRECCION TELEFONO DATOS DE LA MUESTRA DEPARTAMENTO PROVINCIA LOCALIDAD TIPO DE FUENTE PUNTO DE MUESTREO LUGAR DE MUESTREO APARIENCIA COLORACION OPS ODORO CUENTE PRESERVADA TIPO DE ENSAYO MUESTREADOS</p>	<p>JIMMY HANCA CHILLO EL ALTO - SITIMBA LA PAZ INGA MUNICIPIO JESUS DE MACHACA - COMUNIDAD COMUNA 982 PUNTO DE MONIT. PRINCIPAL DE LA CIENCIA BO COMRAMA CRISTALINA N° 3152019-0100000 AR 0 SI ESPECIAL CUENTE</p>
--	---

EL LABORATORIO NO SE RESPONSABILIZA POR LOS RESULTADOS OBTENIDOS

FECHA DE MUESTRO	JULIO	HORA DE MUESTRO	11:00
FECHA INGRESO LAB.	JULIO	HORA INGRESO LAB.	08:45
FECHA DE ENSAYO	JULIO	HORA DE ENSAYO	14:30
FECHA CONTROL	EN VIGIL	HORA CONTROL	14:00

RESULTADOS

ANÁLISIS AGUA PARA REDO

PARÁMETRO	METODO NORMALIZADO ABRVA. AFINA. REF.	TECNICA	LIMITE DE DETECCION	UNIDADES	CONCENTRACION
PH	402-40	ELECTROQUÍMICO	0.10		6.20
CONDUCTIVIDAD	2010-9	ELECTROQUÍMICO	0.10	µmhos	72.00

PARÁMETRO	METODO NORMALIZADO ABRVA. AFINA. REF.	TECNICA	LIMITE DE DETECCION	UNIDADES	CONCENTRACION
CLORO	200-Ca-E	TITULACION-DIETA	0.04	mg/L	10.20
MAGNESIO	300-Mg-E	CALCULO	0.10	mg/L	12.20
DUREZA TOTAL	200-C	TITULACION-DIETA	0.04	mgCaCO ₃ /L	25.00
SODIO	200-Na-D	A.A. LUMINA-EMISION	0.02	mg/L	25.00

ÍNDICE SAR=4.30
CLASE DE AGUA C.6.- Agua de salubridad media, bajo peligro de abstracción. Puede ser utilizada con un grado moderado de tensión. Se requiere control de la salinidad se pueden cultivar plantas moderadamente tolerantes a las sales.

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

PARÁMETRO	METODO NORMALIZADO ABRVA. AFINA. REF.	TECNICA	LIMITE DE DETECCION	UNIDADES	CONCENTRACION	HORA SOLICITA MÉTODO
SÓLIDOS DISUELTOS	200-C	GRIMMETRO 100°C	0.01	mg/L	11.00	100
ALCALINIDAD	200	TITULACION	0.01	mgCaCO ₃ /L	106.40	20.00
BICARBONATOS	200	CALCULO	0.10	mgCaCO ₃ /L	106.40	-
CARBONATOS	200-B	CALCULO	0.10	mgCaCO ₃ /L	-0.00	-
COLOR	402	HACH DR/2000	-	Unidades PCU	1	10
ODORO	402-100	ESPECTROFOTOMETRIA	0.10	mg/L	<0.10	10
NITRITO	400-NO	REDUCCION CON DAPMO	0.04	mgN/L	0.20	40
NITROGENO AMONIA	400-NAO	ION SELECTIVO	0.10	mgN/L	<0.10	4
FOSFORO TOTAL	300-PC	ESPECTROFOTOMETRIA	0.04	mgP/L	<0.02	-
POTASIO	300-K-D	A.A. LUMINA-EMISION	0.02	mg/L	1.80	-
SULFATOS	400-SO ₄ -E	TURBIDIMETRIA	0.04	mgSO ₄ /L	20.04	-

Cochabamba, 21 de octubre del 2020


 Lic. MSc. Rosario Montaño Mérida
 RESPONSABLE LABORATORIOS C.A.S.A.

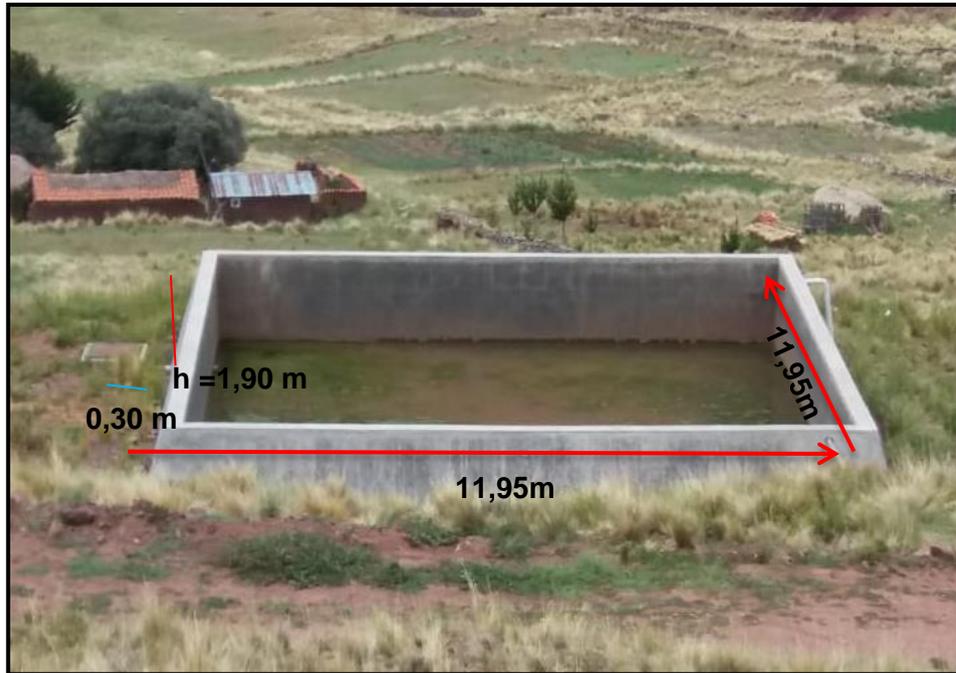

 Lic. MCA. Ana María Romero J.
 DIRECTORA

CENTRO DE AGUAS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

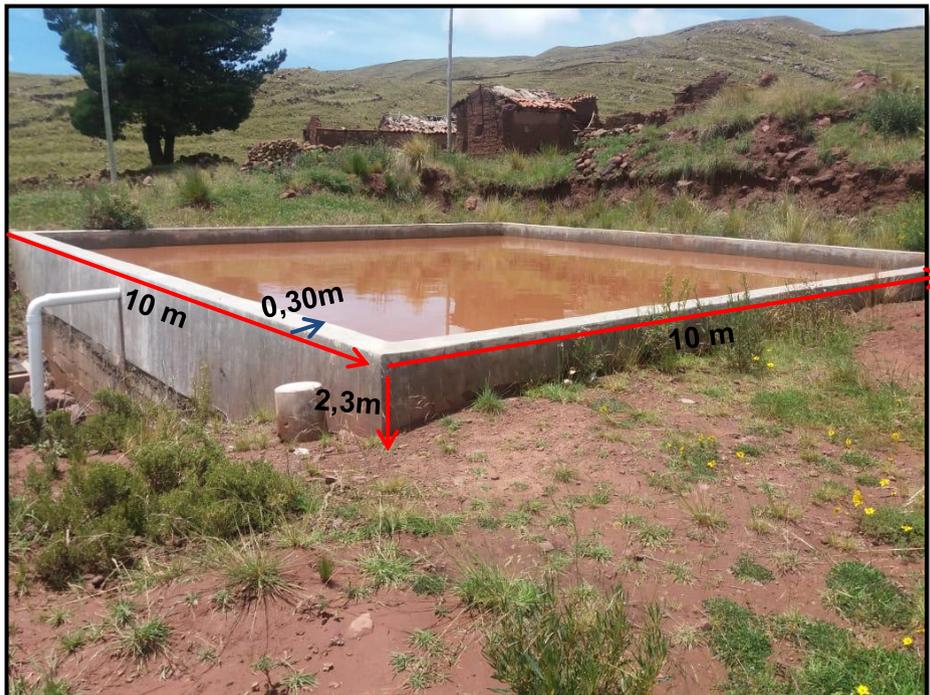
Agua es salud, ahorre y cuide su calidad

Calle Sucre frente al Parque La Torre, Telf. 4230660, 4545227, Fax 4229480, Cochabamba - Bolivia, email: aguas@toy.
 Página web: http://casaa.toyt.umss.edu.bo, Casilla 5783

Anexo 9. Estanques



Almacenamiento estanque Isquillani



Almacenamiento, estanque Cruz Pata



Almacenamiento, estanque Cantuyu

Anexo 10. Lista de beneficiarios de los 3 sectores Cantuyu, Cruz pata e Isquillani

lista de beneficiarios del sector de Cantuyu		
N°	Nombres Y Apellidos	Genero
1	Bernandino Condori Santalla	Varón
2	Isac Condori Santalla	Varón
3	Rudy Condori Condori	Varón
4	Sixto Condori Vargas	Varón
5	Vicente Condori Vargas	Varón
6	Primitivo Paxi Tola	Varón
7	Fransisco Santalla Nina	Varón
8	Roque Quino Condori	Varón
9	Vicenta Mamani De Quino	Mujer
10	Agustin Quino Condori	Varón
11	Antonio Condori	Varón
12	Fermina Condori De Condori	Mujer
13	Facunda Condori Condori	Mujer
14	Ancelmo Vargas Mamani	Varón
15	Juan Bautista Quino Vargas	Varón
16	Javier Quino Vargas	Varón
17	Fermin Quino Vargas	Varón
18	Bertha Quino De Condori	Varón
19	Eleuterio Alaro Condori	Varón
20	Victor Quispe Vargas	Varón
21	Clementa Quispe Vargas	Mujer
22	Constancio Condori Vargas	Varón

23	Juan Condori Vargas	Mujer
24	Felipe Condori Vargas	Varón
25	Fransisca Condori De Condori	Mujer
26	Emeterio Condori Vargas	Varón
27	Juana C. Jalaru	Varón
28	Germana Condori De Alaro	Mujer
29	Lucia Alaro De Quispe	Varón
30	Dionicio Condori Alaro	Varón
31	Cresencio Alaro Quino	Varón
32	Tito Alaro Paxi	Varón
33	Nestor Condori Vargas	Varón
34	Rene Pastor Condori Vargas	Varón
35	Benita Pari De Guitierrez	Mujer
36	Felix Vargas Chino	Varón
37	Josefina Condori De Vargas	Mujer
38	Domingo Vargas Condori	Varón
39	Fortunato Condori	Varón
40	Cirilo Vargas Luna	Varón
41	Maximo Luna Condori	Varón
42	Valentin Condori Chino	Varón
43	Gonzalo Condori Condori	Varón
44	Modesta Vargas De Bautista	Mujer
45	Andres Condori Huanca	Varón
46	Celedonio Condori	Varón
47	Nora Condori Vargas	Mujer
48	Dionicio Condori Vargas	Varón
49	Remigio Vargas Condori	Varón
50	Antonio Mamani Guarachi	Varón
51	Felipe Condori Zapana	Varón
52	Juana Condori De Vargas	Mujer
53	Rafael Condori Alaro	Varón
54	Simon Vargas Condori	Varón
55	Saturmino Vargas Condori	Varón
56	Rufinon Huanca Torrez	Varón
57	Natalia Zelaya	Varón Mujer
58	Florencio Alaro Condori	Varón
59	Miguel Condori Condori	Varón
60	Mario Condori Condori	Varón
61	Aurelio Condori Condori	Varón
62	Renaldo Condori Condori	Varón
63	Eluterio Alaro Condori	Varón
64	Dario Loza Mamani	Varón
65	Benito Loza Vargas	Varón

66	Eracilo Loza Vargas	Varón
67	Cirilo Loza Vargas	Varón
68	Fransisco Loza Vargas	Varón
69	Roman Condori Vargas	Varón
70	Pilar Quino De Alaro	Mujer
71	Zenobio Condori Condori	Varón
72	Elio Alaro	Varón
73	Escuela	
74	Colegio	
75	Avelino Gas	
76	E.S.F.M.	

Lista de beneficiarios del sector Cruz Pata

lista de beneficiarios del sector de Cruz Pata		
N°	NOMBRES Y APELLIDOS	Genero
1	Juan Condori Chino	Varón
2	Pedro Condori Vargas	Varón
3	Pablo Condori Vargas	Varón
4	Toribio Condori Condori	Varón
5	Narcisa Quino Vargas	Mujer
6	Adolfo Condori Vargas	Varón
7	Segundino Condori Vargas	Varón
8	Pastor Quino Vargas	Varón
9	Cecilia Quinode Alaro	Mujer
10	Clemente Quino Vrgas	Varón
11	Feliciano Quino Vargas	Varón
12	Inocencio Guitierrez	Varón
13	Gumerciendo Vargas Paño	Varón
14	Bonifacio Colmenar Vargas	Varón
15	Agapio Guitierrez Pajsi	Varón
16	Ramiro Condori Vargas	Varón
17	Nestor Condori Vargas	Varón
18	Valentin Vargas Condori	Varón
19	Braulio Alaro Quispe	Varón
20	Adrian Vargas Aguayo	Varón
21	Juan Fudis Quino Vargas	Varón
22	Roman Condori Vargas	Varón
23	Isac Condori	Varón
24	Rene Pastor Condori Vargas	Varón
25	Felipe Condori Zapana	Varón
26	Cleto Colmenar Quino	Varón
27	Celso Condori Santalla	Varón

Lista de beneficiarios del sector Isquillani

lista de beneficiarios del sector de Isquillani		
N°	NOMBRE Y APELLIDO	Genero
1	Rafael Condori Alaro	Varón
2	Telesfor Condori Chino	Varón
3	Juan Condori Chino	Varón
4	Tomas Condori Chino	Varón
5	Ceolio Condori Condori	Varón
6	Viviana Condori Condori	Mujer
7	Dionicio Condori Huanca	Varón
8	Andres Condori Huanca	Varón
9	Pablo Condori Huanca	Varón
10	Fermin Quino Vargas	Varón
11	Luis Vargas Condori	Varón
12	Prescilio Condori Chino	Varón
13	Eulogio Chino Loza	Varón
14	Martin Quino Condori	Varón
15	Teodoro Vargas	Varón
16	Pablo Vargas	Varón
17	Cleto Alaro Condori	Varón
18	Fransisco Vargas Mamani	Varón
19	Agustina Mamani Aguayo	Mujer
20	Ceferino Condori Vargas	Varón
21	Julio Vargas Vargas	Varón
22	Valentina Condori De Colmena	Mujer
23	Leoncio Condori Paxi	Varón
24	Juana Colmenar Quino	Varón
25	Cleto Colmenar Quino	Varón
26	Remigio Vargas Condori	Varón
27	Saturnino Vargas Vargas	Varón
28	Leandro Alaero Quispe	Varón
29	Felipe Condori Vargas	Varón
30	Pelagio Condori Condori	Varón
31	Simon Conodori Condori	Varón
32	Guillermo Condori Alaro	Varón
33	Juana Condori Apaza	Mujer
34	Elena Loza De Condori	Mujer
35	Justo Condori Chino	Varón
36	Jesus Colmenar Vargas	Varón
37	Clemente Condori Paxi	Varón
38	Raimundo Condori Vargas	Varón
39	Cirilo Condori Aguayo	Varón
40	Jose Condori Aguayo	Varón

41	Basilio Vargas Apaza	Varón
42	Saturmina Condori Aquino	Mujer
43	Antonio Apaza Condori	Varón
44	Enrique Condori Apaza	Varón
45	Regina Apaza Condori	Mujer
46	Rene Vargas Condori	Varón
47	Eduardo Vargas Condori	Varón
48	Maria Condori De Vargas	Mujer
49	Mariano Condori Vargas	Varón
50	Constancio Condori Vargas	Varón
51	Juan Condori Vargas	Varón
52	Zacarias Quino Condori	Varón
53	Teodoro Condori Vargas	Varón
54	Julian Condori Quino	Varón
55	Alfeo Vargas Mamani	Varón
56	Gregorio Condori Flores	Varón
57	Francisco Chino Condori	Varón
58	Macario Vargas Barroso	Varón
59	Luciano Condori Mita	Varón
60	Fransisco Condori Condori	Varón
61	Natalio Vargas Mamani	Varón
62	Basilia Condori De Vargas	Varón
63	Tomasa Condori De Apaza	Mujer
64	Miguel Vargas Vargas	Varón
65	Dominco Vargas Condori	Varón
66	Cipriano Condori Alfaro	Varón
67	Patricio Chino Condori	Varón
68	Eleudoro Alaro Condori	Varón
69	Tito Alaro Paxi	Varón
70	Candido Condori Quispe	Varón
71	Martin Condori Alaro	Varón
72	Gregoriocondori Alaro	Varón
73	Manuel Condori Paxi	Varón
74	Jaime Alarcon Condori	Varón
75	Ricardo Vargas Loza	Varón
76	Honorio Quispe Alaro	Varón
77	Basilio Quispe Alaro	Varón
78	Pablo Alaro Condori	Varón
79	Juan Vargas Condori	Varón
80	Evarista Condori Quino	Mujer
81	Alberto Vargas Vargas	Varón
82	Pablo Condori Apaza	Varón
83	Saturmino Luna Condori	Varón

84	Elena Condori Vargas	Varón
85	Cirilo Condori Vargas	Varón
86	Andres Condori Chino	Varón
87	Instituto Tecnológico	Varón
88	Maguelina Loza Alaro	Mujer
89	Miguel Alaro Quispe	Varón
90	Lucia Condori Quino	Mujer

Anexo 11. Propuesta del plan de gestión de riego

Propuesta del plan de gestión del agua para regantes de la organización de gestión de cuenca (OGC)

1. Disposiciones generales
2. De los asociados, derechos y obligaciones
3. De la organización de la asociación

CAPITULO UNICO

Disposiciones generales

8.1.1. DEL OBJETO Y AMBITO DE APLICACIÓN

Artículo 1. El presente Estatuto regula la gestión de servicios de riego, para fortalecer la sostenibilidad.

Artículo 2. (OBJETO)

El objeto de la Asociación es de representar a sus usuarios de riego, el de precautelar el usufructo de la infraestructura de riego, planificación de las acciones, en la ejecución y en el monitoreo y evaluación el derecho de uso y aprovechamiento de sus aguas y el de fomentar el desarrollo de la producción agrícola.

Artículo 3. El ámbito de aplicación del presente estatuto y reglamento corresponde a la comunidad Corpuma y sus tres sectores Cruz Pata, Isquillani y Cantuyu, debe ser acatada por todas las personas naturales o jurídicas, públicas y/o privadas, que presten, sean usuarios o vinculen a los servicios de Sistema de riego para sus cultivos.

Artículo 4. Para efectos del presente Estatuto y Reglamento tienen validez las siguientes siglas:

AGUAS SUPERFICIALES.- Agua proveniente de las precipitaciones, deshielos surgimientos que se encuentra discurriendo o en reposo sobre la superficie terrestre del territorio nacional.

ASISTENCIA TÉCNICA EN RIEGO.- Actividades destinadas a apoyar el desarrollo de capacidades y mejorar el desempeño de entidades o personas relacionadas con la planificación, promoción e implementación de acciones orientadas al desarrollo y la gestión del riego y al uso y aprovechamiento de agua con fines agropecuarios y forestales.

ORGANIZACIONES DE RIEGO O ASOCIACIONES DE USUARIOS.-

Organizaciones conformadas por los usuarios de un sistema de riego de carácter asociativo y que de acuerdo a ley se reconocen como sociedades sin fines de lucro, destinadas a la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de riego y la promoción de actividades relacionadas a la producción agropecuaria y forestal, incluyendo organizaciones conformadas de acuerdo a usos y costumbres.

CARPETAS DE USOS Y COSTUMBRES.- Conjunto de documentos que respaldan y describen las características de los usos y costumbres para fines de trámite de registro.

CAUDAL DE AGUA.- Medida física relativa a la cantidad de agua medida o expresada en volumen por unidad de tiempo, que circula o pasa por una sección o punto y un momento determinado.

FUENTE DE AGUA.- Volumen, caudal o áreas de escurrimiento de agua en uso y aprovechamiento o susceptible de aprovechamientos embalsados o que prosiguen un cauce o que provienen de ríos, vertientes, acuíferos, áreas de recarga, entre otros; objeto de derecho de uso y aprovechamiento en calidad de registro o autorización.

GESTIÓN DEL RIEGO.- Conjunto de decisiones y actividades concomitantes, que se orientan al ordenamiento del desarrollo del riego y a mejorar el uso productivo agropecuario y forestal del agua. Entre otras comprende decisiones y actividades de carácter: a) político normativo; b) de planificación y promoción c) investigaciones; d) de participación e inclusión social e) intercultural, f) implementación de inversiones, g) asistencia técnica; h) gestión de información.

GESTIÓN DE SISTEMAS DE RIEGO.- Conjunto de decisiones y actividades concomitantes, orientadas a que las fuentes de agua de un sistema de riego puedan ser aprovechadas en las parcelas de cultivos en los caudales apropiados, la calidad requerida, en la cantidad necesaria y en el momento oportuno.

MITAS DE AGUA.- Formas de expresión del derecho de uso y aprovechamiento de fuentes de agua a nivel colectivo, comunitario, familiar o individual. Derecho de características diversas

expresado en usos y costumbres reflejados en la dotación de fuentes de agua generalmente en periodos de tiempo sujetos a calendario, variables o de manera permanente y continua.

REGISTRO.- Acto Administrativo mediante el cual el Estado, a través del Servicio Nacional de Riego – SENARI y los Servicios Departamentales de Riego – SEDERI, reconoce y otorga el derecho de uso y aprovechamiento de las fuentes de agua a pueblos indígenas y originarios, comunidades indígenas y campesinas, asociaciones, organizaciones de regantes y sindicatos campesinos o pequeños productores agropecuarios y forestales afiliados a una de las anteriormente citadas, y los usos agrícolas, pecuarios y forestales que realizan de dichas fuentes.

REGISTRO COLECTIVO.- Derecho de uso y aprovechamiento de fuentes de agua, otorgado a organizaciones de usuarios y asociaciones de sistemas de riego correspondientes a pueblos y organizaciones indígenas, originarias, campesinas, colonizadores, ayllus, Organizaciones Económicas Campesinas – OECA, asociaciones de pequeños productores agropecuarios y forestales y otras formas de organización social comunitaria que usan agua para actividades agropecuarias y forestales.

REGISTRÓ INDIVIDUAL O FAMILIAR.- Derecho de uso y aprovechamiento de fuentes de agua, otorgado a pequeños productores agropecuarios o forestales o familias campesinas, indígenas u originarias que pertenecen y están afiliadas a una organización campesina, económica indígena u originaria, asociaciones, organizaciones de regantes, cuyo uso de la fuente de agua es de alcance exclusivamente familiar según usos y costumbres.

TURNOS DE RIEGO.- Forma de expresión del derecho o del acceso al agua en los sistemas de riego para su uso y aprovechamiento con fines productivos.

Se expresa a nivel individual, familiar o colectivo. Por ejemplo: turnos de mita, rol de turnos y otros.

USOS Y COSTUMBRES.- Practicas sociales o comunitarias conocidas y aceptadas, relacionadas con el uso y aprovechamiento de fuentes de agua con fines agropecuarios y forestales y con la gestión de sistemas de riego basadas en autoridades naturales o constituidas, procedimientos y normas convenidas.

8.1.2. Características del Problemas de la gestión del agua

- a) Sistema productivo y características de la comunidad

La economía de los tres sectores depende directamente de la actividad agropecuaria, orientada más al autoconsumo y los excedentes para el mercado, con una producción agrícola de manera disperso a causa de la ubicación de los predios de cada usuario, y las condiciones topográficas accidentadas, el potencial agrario es medio, tanto por aspectos de recursos productivos, organización y la ausencia de programas de capacitación y financiamiento de cultivos/crianzas rentables, lo que a su vez incide en el mayor aprovechamiento del agua de riego.

La ubicación geográfica, es una zona con presencia de amenazas climáticas (heladas, granizadas, precipitaciones bruscas, vientos), topografía en ladera con fuerte pendiente. Los terrenos agrícolas con prácticas de conservación de suelos es aproximadamente de 10% el resto son terrenos en ladera produciéndose erosión de suelos. Una agricultura de autoconsumo, limita desarrollar una producción permanente y rentable y más de una campaña anual; por ser una agricultura de alto riesgo, influye en la disminución de la capacidad de ingresos en el agricultor, por lo que migran temporal o permanentemente (especialmente jóvenes) hacia las ciudades y otras regiones.

b) sistema social organizativo en la comunidad

En los sistemas de riego, las decisiones sobre el uso y manejo del agua está a responsabilidad de la OGC de usuarios de agua, que son elegidos para ejercer la función de distribuir el agua, sin mayor apoyo técnico, ni contar con instrumentos de gestión, sin embargo la comunidad tiene una fuerte influencia en las decisiones que orientan la producción. Los trabajos de mantenimiento de los sistemas de riego lo realizan todos los usuarios a convocatoria del comité de usuarios de agua.

La existencia deficiente de un padrón de uso agrícola, con datos del usuario, área de riego y ubicación de riego; ausencia de medición y control como instrumentos para el reparto, fomenta el cobro del uso del agua de riego a solo Bs/ 2 por turno/día, razón por la cual la organización de usuarios carecen de documentos normativos de gestión (plan de gestión, registros de riego, entre otros).

c) Desarrollo de la infraestructura hidráulica de riego

Las infraestructuras hidráulicas de riego se encuentran en condiciones, desde nuevos, semi nuevos y antiguos y otros que se encuentran deteriorados; nos referimos a bocatomas, canales y reservorios. El mejoramiento deberá de incidir principalmente en los canales principales y de distribución, allí se presentan fuertes pérdidas de agua por infiltración.

La eficiencia de riego promedio en los sistemas de riego por gravedad evaluados es; en conducción 80%, en distribución 65% y en aplicación 45%, evidenciándose altas pérdidas de agua en los canales de distribución, y a nivel parcelario no se maneja ni se conoce los parámetros de riego. Por limitado conocimiento se aplican cantidades excesivas de agua, para la preparación del terreno se usa volúmenes altos de agua. Superar el mal uso del agua es prioritario para el desarrollo y ampliación de los sistemas de riego.

El problema de la producción agrícola es el riego, y este no es potenciado por el inadecuado uso del agua, débil organización de usuarios, sin embargo no se menciona la distribución de agua asociado con el riego parcelario como el problema central, que es la causa de los problemas que a continuación se menciona:

- ✓ Desinterés por mantener la infraestructura de riego y mejorarla
- ✓ Bajos rendimientos de cultivos.
- ✓ Mala distribución del agua e inadecuada aplicación del método y técnicas de riego.
- ✓ Infraestructura de riego en deterioro.
- ✓ Débil organización de usuarios, por baja participación.

Anexo 12. Fotografías de la gestión 2019 al 2020



Campamento y sede de la comunidad



Entrevista Eusebia Santalla



Yapu Mallkus y comunarios de la comunidad Corpuma

