



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS

POTENCIAL PRODUCTIVO DE PAPAS NATIVAS PARA LA RESILIENCIA Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN ESCOMA





Créditos

Esta publicación ha sido preparada en el marco del proyecto regional Andes Resilientes al Cambio Climático, promovido por la Sección Clima, Reducción del Riesgo de Desastres y Medio Ambiente de la Cooperación Internacional de Suiza - COSUDE, desde el Hub Regional Lima y facilitado por el consorcio HELVETAS Swiss Intercooperation - Fundación Avina.

POTENCIAL PRODUCTIVO DE PAPAS NATIVAS PARA LA RESILIENCIA Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN ESCOMA

La supervisión y revisión del documento estuvo a cargo del VDA, y se contó con la participación de las autoridades y familias, de la comunidad San José de Tiahuanaco y del Gobierno Autónomo Municipal de Escoma, a quienes agradecemos profundamente el desarrollo de este material y su compromiso en el desarrollo de este estudio.

Equipo técnico:

Dionicio Corina
María Quispe

Supervisión y revisión de HELVETAS Swiss Intercooperation:

María Reneé Pinto
Susana Mejillones
Marco Loma Zurita

Supervisión y revisión del Viceministerio de Desarrollo Agropecuario:

Erika Vargas

Diseño y diagramación:

Julio Cesar Cordero

Fotografías e imágenes:

HELVETAS Swiss Intercooperation Bolivia, José Cristian Pérez

Número de depósito legal:

4-1-5514-2024



Contenido

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 8 |
| 2 PROCESO METODOLÓGICO | 11 |
| 2.1 Diseño del estudio | 12 |
| 2.2 Línea base | 14 |
| 2.2.1 Características socioeconómicas de los agricultores | 14 |
| 2.2.2 Análisis de laboratorio de suelos de las parcelas | 15 |
| 2.2.3 Análisis de laboratorio de agua para riego | 15 |
| 3. MARCO TEÓRICO | 16 |
| 3.1 La agrobiodiversidad como medida de adaptación al cambio climático | 16 |
| 3.2 El riego eficiente como medida de adaptación al cambio climático | 17 |
| 3.3 Los biofertilizantes como medida de adaptación al cambio climático | 17 |
| 4. LINEA DE BASE | 21 |
| 4.1.1 Principales características sociales | 21 |
| 4.1.2 De la agrobiodiversidad | 22 |
| 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 23 |
| 5.1 Descripción del proceso como punto de partida, línea base sobre rendimientos de papas nativas | 23 |
| 5.1.1 Rendimientos de variedades nativas de papa | 23 |
| 5.1.2 Estado del agua para riego | 25 |
| 5.1.3 Estado de los suelos | 26 |
| 5.2 Resultados del monitoreo de las variables hidrometeorológicas campaña 2022-2023 | 26 |
| 5.2.1 Resultados de los tratamientos, rendimientos | 27 |
| 5.2.2.1 Rendimientos Tratamiento 1 | 27 |
| 5.2.2.2 Rendimientos Tratamiento 2 | 29 |
| 5.2.2.3 Rendimientos Tratamiento 3 (Tesis A) | 31 |
| 5.2.2.4 Rendimientos Tratamiento 4 (Tesis B) | 33 |
| 5.2.3 De los costos de producción | 34 |
| 5.2.4 De la Identificación de las especies y dinámica poblacional de la polilla de papa | 35 |
| 5.2.5 De la incidencia y severidad del Gorgojo de los andes | 38 |
| 5.2.6 De los resultados de las medidas de adaptación al cambio climático | 39 |
| 5.2.7 De la evaluación participativa de los agricultores | 40 |
| 5.2.8 De la elaboración de las fichas técnicas | 41 |
| 5.2.9 De la gestión de conocimientos | 41 |
| 6. DESAFÍOS | 44 |
| 7. APRENDUZAJES | 45 |
| 8. DIFICULTADES | 48 |
| 9. LECCIONES APRENDIDAS | 49 |
| 11. ANEXO | 52 |



Presentación

Para el Estado Plurinacional de Bolivia, es de vital importancia analizar como el cambio climático afectó en los últimos años de manera importante a la agricultura familiar en el país, que en algunos casos significó la pérdida de hasta el 95% de los cultivos agrícolas a consecuencia de los desastres naturales, por lo que es necesario seguir potenciando a los productores en estrategias de adaptación y fortalecimiento de la resiliencia.

En este contexto las innovaciones y medidas de adaptación al cambio climático, que el proyecto Andes Resilientes está apoyando desde la gestión 2021 han sido importantes para que la agricultura familiar vaya construyendo su resiliencia, bajo el paraguas del sector agropecuario. El proyecto ha contribuido, con elementos importantes en el manejo de buenas prácticas de adaptación al cambio climático, en sistemas productivos de papas nativas en el municipio de Escoma, contextualizando las innovaciones tecnológicas (uso de semilla seleccionada/certificada, uso de riego por aspersión y aplicación de bioinsumos) resilientes al cambio climático de acuerdo con el contexto del altiplano, bajo el concepto de agricultura resiliente para escalar y transmitir la experiencia al Programas Nacionales del MDRyT.

La experiencia de escalar buenas práctica de adaptación al cambio climático en sistemas de producción de papa nativa se llevó a cabo entre noviembre 2022 y junio 2023 en la comunidad de San José de Tiahuanacu del municipio de Escoma, beneficiando a 15 familias de manera directa para escalar buenas prácticas de adaptación al cambio climático, en sistemas productivos de papa nativa con la aplicación y validación de las tecnologías por doble vía: investigación aplicada (acción en la comunidad) e investigación académica y asistencia técnica en la implantación de tecnologías productivas para la producción de papas nativas con el uso de semilla certificada, bioinsumos y riego por aspersión con contraparte familiar. El monitoreo al indicador de rendimientos muestra que el Proyecto ha contribuido en la estabilidad productiva aún en situación de alta variabilidad climática en la gestión agrícola de ese periodo.

Edita Vokral
Embajadora de Suiza en Bolivia

Alvaro Mollinedo
**Viceministro de Desarrollo Rural
Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras**



DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL PRODUCTIVO DE PAPAS NATIVAS PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA RESILIENCIA Y ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO EN EL ALTIPLANO DE BOLIVIA - MUNICIPIO DE ESCOMA - DEPARTAMENTO DE LA PAZ

8

1. Introducción

El cambio climático afectó en los últimos años de manera importante a la agricultura familiar en el país, que en algunos casos significó la pérdida de hasta el 95% de los cultivos agrícolas a consecuencia de los desastres naturales, por lo que es necesario seguir potenciando a los productores en estrategias de adaptación y fortalecimiento de la resiliencia. Las comunidades “Tienen saberes ancestrales que les ayudan a enfrentar estas situaciones, pero se debe seguir trabajando en este tema” complementando con los saberes técnicos y científicos. En este contexto las innovaciones y medidas de adaptación al cambio climático son importantes para que la agricultura familiar vaya construyendo su resiliencia, bajo el paraguas del sector agropecuario.

El Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras - MDRyT en el marco del Artículo 100 del Decreto Supremo N° 4857 Artículo 100, tiene dentro sus competencias asignadas al nivel central por la Constitución Política del Estado (CPE), la de *promover políticas planes y programas integrales de desarrollo rural de inversión para la seguridad alimentaria con soberanía*. El Viceministerio de Desarrollo Agropecuario (VDA) en el marco del artículo 102 del Decreto Supremo N° 4857, tiene dentro de sus competencias asignadas al nivel central por la CPE, las de elaborar políticas, programas y proyectos para el desarrollo agropecuario, así como acciones para el apoyo en la gestión tecnológica y productiva de las unidades económicas rurales. En

este sentido el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras viene *implementado Programas y/o Proyectos de soberanía y seguridad alimentaria, priorizando a los pequeños y medianos productores, así como la agricultura familiar y comunitaria.*

Respecto al proyecto Andes Resilientes en Bolivia tiene como contrapartes nacionales al Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, Ministerio de Planificación del Desarrollo y Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra; y se ejecuta en alianza con gobiernos subnacionales y actores no públicos de los territorios andinos de pilotaje y aprendizaje priorizados, definidos por las contrapartes y el proyecto.

Se estableció y priorizó actividades de colaboración con el MDRyT en el marco del proyecto Andes Resilientes, específicamente dentro del Producto 2.1. Mecanismos de escalamiento de buenas prácticas dentro del Resultado 2.1.1. Identificación, análisis y habilitación de mecanismos públicos y privados, para facilitar escalamiento de buenas prácticas.

Todas las actividades de colaboración, entre ambas Partes, se encuentran insertas en el Plan de Acción País, formulado en consulta con las contrapartes nacionales del proyecto y articulados al ProDoc (plan de la fase 1), y que precisan la cooperación específica del proyecto en función de las demandas priorizadas de las contrapartes en Bolivia.

En el 2021 con el proyecto Andes Resilientes, se inició el escalonamiento horizontal para que más familias accedan a las tecnologías desarrolladas, ampliando a 40 familias, con la participación activa de líderes productivos, autoridades sindicales y municipales de los municipios de Morochata y Colomi. En este 2022 con el proyecto Papas Nativas se continúa el escalamiento horizontal del uso de las tecnologías a otras 40 nuevas familias.

Las parcelas piloto permitieron validar un conjunto de tres tecnologías de producción agroecológica y resiliente con alto potencial de replicación: 1) el uso de semilla certificada de variedades de papa nativa, producida en la actualidad por la Asociación semillerista de productores agropecuarios Candelaria (APACC) del municipio de Colomi, 2) el uso de riego suplementario y/o complementario tecnificado por aspersión para la producción de papas nativas en siembra de año y siembra temprana, y 3) la estrategia de transición hacia un manejo agroecológico del cultivo de papa nativa que comprende la aplicación de bioinsumos para el control de enfermedades y plagas y para la nutrición de las plantas respetando el medio ambiente. Este modelo de producción agroecológica y resiliente al cambio climático basado en papas nativas ha permitido visualizar la importancia de promover la diversificación productiva para romper la alta dependencia de la economía familiar del monocultivo de la papa “comercial” como una medida de adaptación al cambio climático.

En este contexto, el Proyecto ha contribuido con elementos importantes en el manejo de buenas prácticas de adaptación al cambio climático, en sistemas productivos de papas nativas en el municipio de Escoma, contextualizando las innovaciones tecnológicas (Uso de semilla seleccionada/certificada, uso de riego por aspersión y aplicación de bioinsumos) resilientes al cambio climático de acuerdo con el contexto del altiplano, bajo el concepto de agricultura resiliente para escalar y transmitir la experiencia al Programas Nacionales del MDRyT.

Los principales logros de la consultoría gestión noviembre 2022 a junio 2023, son los siguientes:

- Apoyo a 15 familias directas de la comunidad de San José de Tiahuanacu para escalar buenas prácticas de adaptación al cambio climático, en sistemas productivos de papa nativa en el municipio de Escoma para el fortalecimiento de la resiliencia y adaptación al cambio climático con: la aplicación y validación de las tecnologías por doble vía: investigación aplicada (acción en la comunidad) e investigación académica y asistencia técnica en la implantación de tecnologías productivas para la producción de papas nativas con el uso de semilla certificada, bioinsumos y riego por aspersión con contraparte familiar. El monitoreo al indicador de rendimientos muestra que el Proyecto ha contribuido en la estabilidad productiva aún en situación de alta variabilidad climática en la gestión agrícola 2022/2023.
- Apoyo y asistencia técnica a productores de papas nativas, donde las familias de agricultores incrementaron sus conocimientos y prácticas en el manejo del equipo de riego para la producción de papas nativas, como también en el manejo de las buenas prácticas implementados en parcelas demostrativas y de investigación que serán replicados en la siguiente campaña agrícola; los bioinsumos locales han requerido calibrarse localmente a las necesidades y condiciones en la comunidad.
- Tres servicios productivos de apoyo a la producción de papas nativas con el uso de semilla certificada, bioinsumos y el sistema de riego por aspersión, bajo el contexto de altiplano que es compleja y de alta vulnerabilidad en el que se desarrolla la vida en la comunidad, lo cual implicó fortalecer los procesos de innovaciones tecnológicas que reducen la vulnerabilidad de los productores frente a eventos climáticos extremos, promueven su adaptación a los efectos del Cambio Climático y evidencian en las acciones resilientes son económicamente viables.



2. PROCESO METODOLÓGICO

La experiencia de escalar buenas prácticas de adaptación al cambio climático en sistemas de producción de papa nativa se llevó a cabo entre noviembre 2022 y junio 2023 en la comunidad de San José de Tiahuanacu del municipio de Escoma.



Fuente. (Imágenes @ CNES/ Airbus, Maxar technologie, Datos del mapa @ 2023).



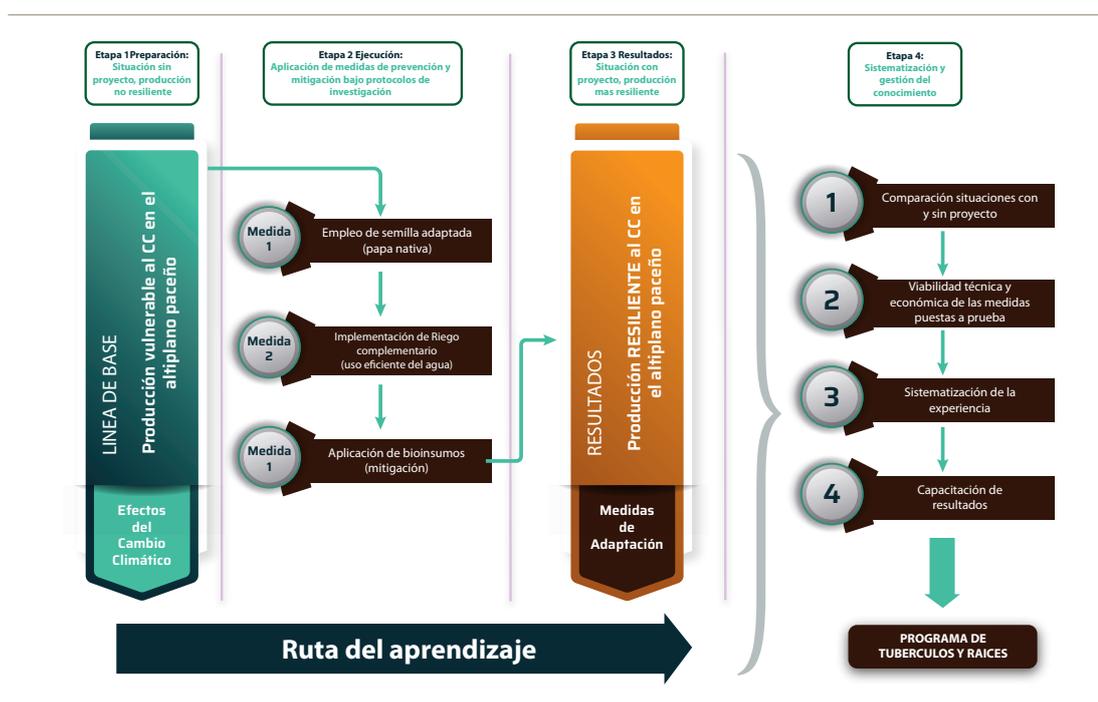
Fuente. : (Propia HELVETAS, 2023. Comunidad San José de Tiahuanacu).

2.1 Diseño del estudio

El estudio de papas nativas bajo el contexto del altiplano con la implementación de tecnologías (uso de semilla certificada, riego complementario tecnificado por aspersión y el uso y producción de bioinsumos), de producción agroecológica y resilientes con alto potencial de replicación en otros contextos, como punto de partida contextualizar los resultados de las medidas de adaptación puestas a prueba en Morochata y Colomí, donde las parcelas piloto permitieron validar un conjunto de tres tecnologías de producción agroecológica y resiliente con alto potencial de replicación: 1) el uso de semilla certificada de variedades de papa nativa, producida en la actualidad por la Asociación semillera de productores agropecuarios Candelaria (APACC) del municipio de Colomí, 2) el uso de riego suplementario y/o complementario tecnificado por aspersión para la producción de papas nativas en siembra de año y siembra temprana, y 3) la estrategia de transición hacia un manejo agroecológico del cultivo de papa nativa que comprende la aplicación de bioinsumos para el control de enfermedades y plagas y para la nutrición de las plantas respetando el medio ambiente. Este modelo de producción agroecológica y resiliente al cambio climático basado en papas nativas ha permitido visualizar la importancia de promover la diversificación productiva para romper la alta dependencia de la economía familiar del monocultivo de la papa “comercial” como una medida de adaptación al cambio climático.

Además de visualizar el escalamiento en temas productivos para fortalecer y escalar las capacidades de los diferentes actores para gestionar sinergias y desarrollar acuerdos concurrentes en el ámbito territorial, entre actores institucionales ligadas al sector, para el desarrollo rural de manera que los resultados se integren a las estrategias de Programas del MDRyT, como una acción fundamental de reducir la vulnerabilidad de los productores del altiplano y aporten a la construcción de resiliencia climática.

Figura 1. Diagrama de intervención de la consultoría, producción de papas nativas.



El objetivo principal del estudio busco “Escalar buenas prácticas de adaptación al cambio climático, en sistemas productivos de papa nativa en el municipio de Escoma, que coadyuven de la implementación de Programas Nacionales del MDRyT, para contextualizar innovaciones tecnológicas resilientes al cambio climático de acuerdo con el contexto del altiplano”, a partir de la experiencia desarrollada en los valles de Morochata y Colomi en Cochabamba con el apoyo de Andes Resilientes de HELVETAS Swiss Intercooperation.

Los objetivos específicos planteados para el estudio fue validar, contextualizar y ajustar las innovaciones de las tres opciones tecnológicas (semilla seleccionada de papas nativas, riego suplementario y bioinsumos) que contribuyen al incremento y resiliencia de los rendimientos del cultivo papa nativa, para diseñar y concertar un mecanismo habilitador y ruta de escalamiento de buenas prácticas de adaptación al cambio climático, desarrollado por actores público y privado para la producción de papas nativas hacia la política nacional (Programa Nacional de Tubérculos y Raíces)..

- a. Semilla seleccionada papas nativas. Se adquirio de dos proveedores: semilla seleccionada de la variedad Imilla Negra de la empresa Semilla & Calidad Campos y Asociados S.R.L. y semillas seleccionadas de las variedades Candelero, Yana Qollo y Pinta boca de productores de Colomi Cochabamba; y semillas locales de las variedades Pala y Surimana de la comunidad de San José de Tihuanacu.
- b. Riego suplementario en etapas de déficit hídrico.
- c. Bioinsumos: **a)** industriales adquiridos de PROINPA y **b)** artesanales adquiridos de productores agroecológicos de Chigani Alto de Santiago de Huata con apoyo de PROSUCO.

Adicionalmente, se empleó fertilizantes químicos: FDA, Urea, Nitrofoska, Cloruro de potasio, para comprobar su eficiencia.



Todas las parcelas fueron previamente abonadas con guano de vacuno y ovino para contar con las mismas condiciones de partida del estudio. Para el caso del tratamiento 4, la dosis de los fertilizantes inorgánicos fue en base a las recomendaciones técnicas del análisis de suelos que emitió el laboratorio.

Adicionalmente, se estableció trampas de feromona en parcelas de papa para capturar polillas en su estado adulto con el propósito único de identificar la especie y su dinámica poblacional para establecer si representa una plaga potencial para recomendar su manejo. Los resultados esperados del estudio son:

- Identificación de los cambios en los rendimientos de las variedades empleadas según los componentes de los tratamientos para encontrar la correlación entre el efecto de las variedades empleadas, riego suplementario y el uso de fertilizantes inorgánicos y orgánicos (bioinsumos) contra los rendimientos promedio establecidos con las familias de la comunidad de San José de Tihuanacu para tres tipos de años: bueno, regular y malo.
- La identificación de la especie y dinámica poblacional de la polilla de papa.
- Los cambios en la reducción del daño por el Gorgojo de los andes en su etapa de larva en los tubérculos cosechados.

2.2 Línea Base

2.2.1 Características socioeconómicas de los agricultores

Fue necesario conocer los aspectos sociales, las opciones tecnológicas, el manejo de las parcelas y los rendimientos promedio para tres tipos de año. Se aplicó una encuesta a una muestra de 15 agricultores de la comunidad Tiahuanacu (23% de 65 agricultores afiliados en la comunidad) en fechas 28 y 29 de diciembre del 2022. La encuesta tuvo el propósito de conocer las siguientes variables:

- Características generales de los agricultores (edad, número de hijos).
- Manejo de suelos en función al cultivo de la papa.
- Implementos de labranza que utilizan.
- Variedades de papa predominantes.
- Manejo de abonos y fertilizantes químicos.
- Recursos hídricos para riego de cultivos.
- Principales limitantes en campo que restringen el potencial productivo de la papa.
- Prácticas que se realizan para el control de plagas y enfermedades.
- Rendimiento del cultivo de la papa para tres escenarios: año malo, año normal y año bueno para 3 variedades locales.
- Destino de la producción de la papa.
- Sistemas de almacenamiento y comercialización de la papa.

2.2.2 Análisis de laboratorio de suelos de las parcelas

Los análisis establecieron si los suelos de las parcelas se encuentran en buenas, regulares o malas condiciones de pH, materia orgánica y macronutrientes. Para este propósito se enviaron al laboratorio muestras 1 kilo de suelo de las 15 parcelas para su respectivo análisis. Las principales variables de análisis fueron:

- pH.
- Porcentaje de materia orgánica.
- Fósforo (p.m.m).
- Potasio.
- Calcio.
- Magnesio.
- Sodio.
- Bases totales.

Los resultados sirvieron para identificar las principales deficiencias en la fertilidad de los suelos según las variables del contenido de nitrógeno, fósforo, potasio y otros parámetros físicos y químicos.

2.2.3 Análisis de laboratorio de agua para riego

El agua para riego se constituye en un elemento importante en el desarrollo de la agricultura por lo tanto es imprescindible determinar su calidad. Los agricultores de la comunidad de San José de Tiahuanaco del área del proyecto utilizan el agua del río Suches y pozos familiares para el riego de sus cultivos desde hace muchos años atrás, hasta la fecha no han tenido problemas de contaminación por mala calidad del agua. Sin embargo, con el proyecto fue importante verificar y actualizar esta información a través del análisis químico y su correspondiente interpretación, considerando los parámetros técnicos existentes para el mismo:

- pH adecuado para riego
- Conductividad eléctrica, para conocer el nivel de salinización.



3. MARCO TEÓRICO

3.1 La agrobiodiversidad como medida de adaptación al cambio climático

La agrobiodiversidad es la base para la seguridad alimentaria de los habitantes rurales, del cual se puede mencionar que los agricultores de diferentes regiones han manejado y manejan actualmente una amplia diversidad de especies cultivables, que dependiendo de la región son aprovechadas opimamente por los agricultores en la producción de sus cultivos priorizados.

Al respecto Iriarte et al. (2009) considera a la región del Altiplano Norte del departamento de La Paz, como micro-centro de agrobiodiversidad, en esta región se encontraron aproximadamente 370 variedades diferentes de papa, que corresponden a las especies: *S. x juzepczukii*, *S. x curtilobum*, *S. stenotomum*, *S. x ajanhuiri*, *S. goniocalyx* y *S. tuberosum* ssp. *Andigenum*.

Los agricultores actualmente utilizan como semilla de papa los tubérculos cohechados de sus parcelas o en otros casos de parcelas vecinas y mercados locales. Pero son materiales que suelen presentar plagas y enfermedades que se acumulan de un ciclo a otro y llegan a disminuir los rendimientos, a este proceso se lo conoce como degeneración de la semilla local.

En la actualidad la actividad de producción de semilla de papa de calidad en Bolivia, bajo condiciones técnicas que garanticen su pureza y calidad sanitaria, es una actividad que ha garantizado la provisión de semilla a pequeños y medianos productores de papa para consumo, a partir de las cuales se ha logrado incrementar su productividad generando condiciones de seguridad alimentaria.

Sin embargo, no solamente es necesario tener una semilla de calidad para garantizar una buena producción, de los cuales podemos mencionar la preparación adecuada y a tiempo de las parcelas, el manejo adecuado de la semilla al momento de la siembra, las labores

culturales, la cosecha, después de la cosecha y durante el tiempo de su almacenamiento, son factores indispensables para la producción de semilla de papa. La semilla certificada es aquella semilla que ha seguido todo el manejo en forma tal que su identidad y pureza genética se preservan satisfactoriamente, bajo el proceso de certificación de semilla, desde la fase de campo hasta la etiquetación de semillas, distinguiéndose en sus diferentes categorías (INIAF, 2010).

3.2 El riego eficiente como medida de adaptación al cambio climático

El riego es un componente principal en la producción agrícola que influye directamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Del cual se puede mencionar diferentes métodos que permiten incrementar la producción de los cultivos, como el riego por aspersión, goteo y microaspersión.

Por lo mencionado anteriormente se implementó como medida de adaptación al cambio climático el sistema de riego por aspersión semi cañón en la comunidad de San José de Tiahuanacu, de esta manera se crea una alternativa que compensa en las operaciones de campo, uso eficiente del agua, manejo del suelo y finalmente la mayor producción del cultivo que beneficien al agricultor.

3.3 Los biofertilizantes como medida de adaptación al cambio climático

La agricultura familiar como parte de su estrategia de sostenibilidad de los agrosistemas productivos ha mantenido la fertilidad de los suelos, y en especial para el cultivo papa, el uso e incorporación de abonos naturales provenientes del estiércol descompuesto de animales mayores como los bovinos y ovinos. Esta estrategia junto con el uso de la agrobiodiversidad local, en conjunto permiten a las familias gestionar el riesgo de pérdidas de las cosechas. Actualmente, existe otras alternativas complementarias como el uso de fertilizantes químicos o inorgánicos, así como biofertilizantes o bioinsumos. Esta medida, fortalece las capacidades de los productores para hacer frente a los efectos negativos del cambio climático en la región, haciéndolos más resilientes.

a) Abonos naturales

El estiércol, es el excremento de los animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen. Generalmente entre el 60 y 80% de lo que consume el animal lo elimina como estiércol (Sánchez, 2003). Es una fuente excelente de materia orgánica, pero es relativamente bajo en nutrientes. El valor del abono depende del tipo de animal, la calidad de la dieta. La clase y la cantidad de cobertura usada, y la manera en que el abono es almacenado y aplicado, El abono de las aves y de las ovejas normalmente tienen mayor valor nutritivo que el abono de los caballos, de los cochinos o de las vacas. El sol y la lluvia constante reducen drásticamente el valor de estos estiércoles animales. (Sánchez, 2003).

Composición del Estiércol. Los resultados del análisis físico químico de tres tipos de estiércol bovino, ovino y camélido demuestran que el estiércol de bovino tiene altos niveles de

nitrógeno, fósforo y potasio total en comparación con el estiércol de ovino y camélido. En lo que respecta a la materia orgánica es mayor al de ovino e inferior al de camélido, **cuadro 1**.

| Cuadro 1. Análisis Físico y Químico de Estiércoles de Diferentes Clases de Animales | | | |
|--|--|--------------|-----------------|
| CARACTERÍSTICA | EXPRESADO EN 100% DE MATERIA SECA | | |
| | BOVINO | OVINO | CAMELIDO |
| Humedad % | 42.00 | 44.00 | 45.00 |
| pH | 6.60 | 8.4 | 7.9 |
| Salinidad mmhos/cm | 8.10 | 12.8 | 7.3 |
| Materia seca | 58.00 | 56.00 | 55.00 |
| Materia orgánica | 64.00 | 56.00 | 76.00 |
| N2 total | 1.62 | 1.53 | 1.55 |
| P total | 1.51 | 1.19 | 0.81 |
| K total | 1.46 | 1.38 | 1.07 |
| Cenizas | 36.00 | 44.00 | 24.00 |

De acuerdo con el cuadro anterior el estiércol de bovino presenta mejores cualidades nutritivas en cuanto a N - P - K. Villarroel (1992), señala que la producción potencial de estiércol alcanza 14.251.100 Tn. /anuales a nivel mundial, correspondiendo un 59.94% a la producción de estiércol de bovino, 13.99% al estiércol de ovinos, 9.45% al estiércol de camélidos. La producción de estiércoles de aves de corral en los que se incluyen pollos, gallinas, patos, pavos, apenas llega a ocupar 0.51% del total de estiércoles en peso de materia seca.

b) Bioinsumos agrícolas o biofertilizantes

Los biofertilizantes, entre los bioinsumos utilizados se encuentran clasificados como biofertilizantes y/o promotores de crecimiento donde el abono fermentado líquido con el interés de aplicar foliarmente fuentes fosfóricas y de nitrógeno, se hicieron pruebas con mezclas líquidas de estiércoles, chancaca, microorganismos eficientes (aceleradores de la descomposición), roca fosfórica y fuentes adicionales de calcio y boro, después de muchas mezclas en proporción y pruebas en diferentes cultivos, se obtuvo una combinación adecuada y se formuló un ecofertilizante (abono fermentado) foliar (Ortuño et al., 2006).

Los bioinsumos son productos que se obtienen a partir de diversos productos naturales, entre ellos microorganismos, extractos naturales y otros, que en su conjunción se constituyen en biocontroladores (biofungicidas, bioinsecticidas) biofertilizantes, promotores de crecimiento y vigorizantes. Diversos investigadores observaron resultados favorables de la aplicación de estos productos en variados cultivos, tales como hortalizas menores, papa y otros (Ortuño et al., 2010).

Según Navia, et al., (2005), señala que el uso del compost, estiércoles y los biofertilizantes

tiene muchas ventajas para mejorar la producción de cultivos y conservar la fertilidad de los suelos agrícolas. Las más importantes, por su efecto en el suelo son:

Mejora las propiedades físicas del suelo:

- Favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola.
- Reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad.
- Aumenta la capacidad de retención de agua en el suelo.

Mejora las propiedades químicas:

- Aumenta el contenido de macronutrientes como N, P, K, y de micronutrientes.
- Incrementa la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.).

Es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos. propiedades químicas:

- Aumenta el contenido de macronutrientes como N, P, K, y de micronutrientes.
- Incrementa la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.).
- Es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.

Mejora la actividad biológica del suelo:

- Actúa como sustrato y alimento de los micro-organismos que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización.

Otras importantes ventajas que se han observado en el cultivo, se tienen:

- a. Mejora la emergencia y desarrollo de los cultivos.
- b. Se observa un efecto inhibitorio sobre ciertas enfermedades del suelo (Ej. Rizoctoniasis).
- c. Acorta el ciclo vegetativo de los cultivos, y disminuye el riesgo a factores bióticos y abióticos.

c) Fertilizantes químicos

En Bolivia, la fertilización química es una práctica poco común ya que la mayoría de la producción de papa se realiza con fertilización orgánica, además la fertilización orgánica química en forma combinada (MACA, 2004).

La urea es un fertilizante nitrogenado del grupo de las amidas, su riqueza en nitrógeno es del 46 %, su presentación es de forma perlada generalmente, aunque también la fabrican de forma cristalizada y en polvo (Guerrero, 1996) es higroscópico y muy soluble en agua (Bertsch, 1995).

El fosfato diamónico (P2O5), es un fertilizante que se obtiene haciendo reaccionar al amoniaco (NH3) con el ácido fosfórico (H3PO4) (Garman, 1992), su presentación es en forma perlada, su

riqueza en nitrógeno es de 18 % y su riqueza en anhídrido fosfórico es de 46%; este fertilizante tiene la ventaja de ser soluble en agua por tanto es rápidamente disponible para la planta (López y Espinoza, 1995).

El fertilizante cloruro de potasio (KCl) o Muriato de potasio (MOP) por su alta concentración de potasio (60 %), es la fuente de aporte de potasio (K₂O) más económica y además posee alta solubilidad, que puede ser utilizado para la mayoría de los cultivos. Ungar (2001), menciona que en la mayoría de las regiones áridas y semiáridas del mundo tienen suelos salinos y fuentes de agua con alto contenido de sales, que impiden el crecimiento y desarrollo de cultivos tradicionales.

Blaukorn Classic (12-8-16) o Nitrofosca, es un abono completo granulado con magnesio, azufre y micro elementos de coloración azul, por fuera y en el interior del gránulo. Gran dureza del gránulo que otorga gran resistencia a la abrasión que garantiza la práctica ausencia de polvo. Gran solubilidad de los gránulos que permite que prácticamente desaparezca y se incorporen los nutrientes al suelo en su totalidad. Más del 80% del fósforo es soluble en agua por emplearse ácido fosfórico y no roca fosfatada en su fabricación. Sin cloruros (potasio 100% procedente de sulfato de potasio) cosa que lo hace especialmente indicado para cultivos sensibles (EXPERT, 2015).

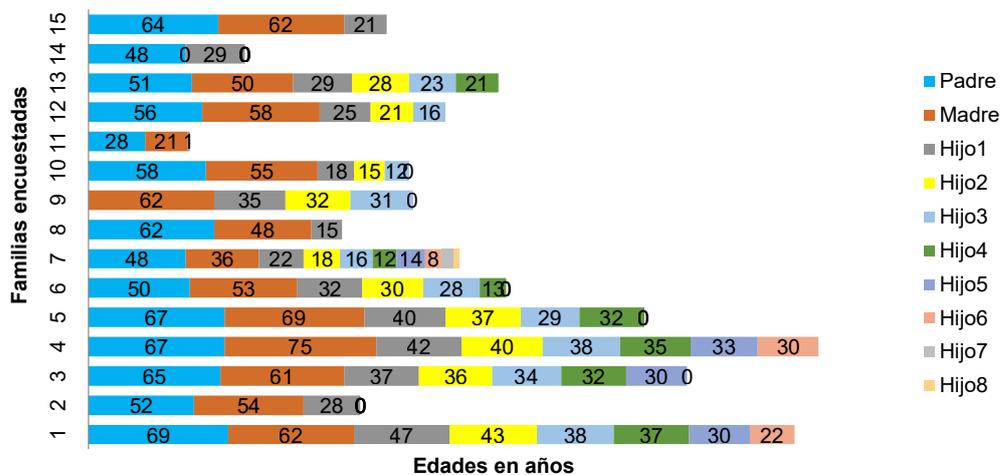


4. LINEA DE BASE

4.1.1 Principales características sociales

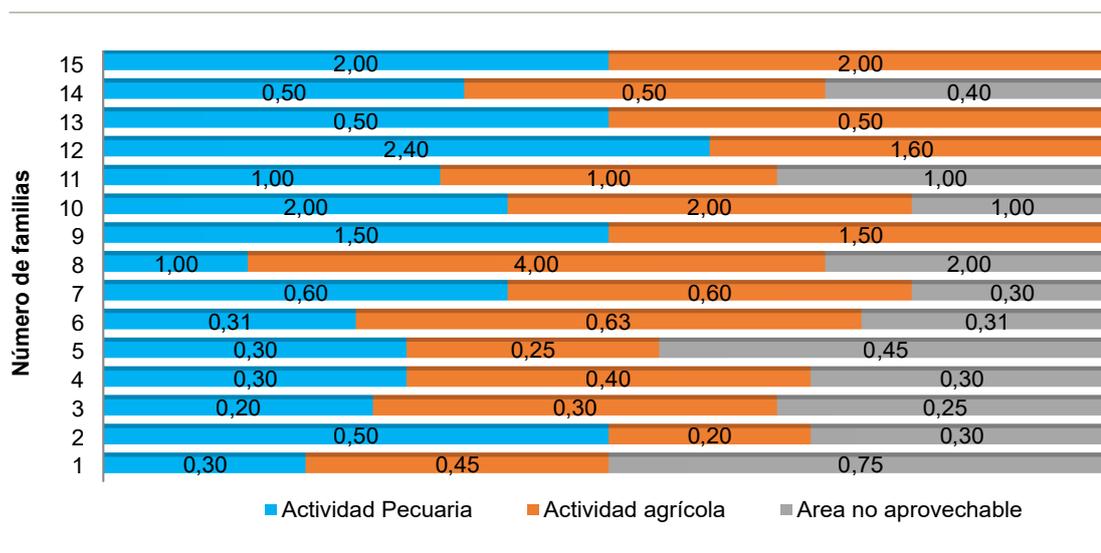
Edades de las familias. De las 15 familias encuestadas, 11 son adultos entre 48 y 65 años, 3 familias son de adultos mayores (mayores a 65 años) y solamente una familia es joven (21 y 28 años de edad). Asimismo, cuatro familias tienen solamente un hijo, siete familias tienen entre 3 y 4 hijos, y cuatro familias tienen entre seis y ocho hijos. De todos los hijos solamente permanecen aquellos que son menores de edad, mientras que los otros hijos han migrado a las ciudades principales. El número de hijos permanentes influye en la disponibilidad de mano de obra familiar para realizar las diferentes actividades productivas durante el ciclo agrícola.

Gráfico 1. Dinámica de edades de las 15 familias y sus hijos.



Tenencia de la tierra. El promedio de tenencia de tierra es de 2,38 ha. Son nueve familias que se caracterizan por tener entre 1,5 a 0,5 ha de tierra, cinco familias tienen entre 3,0 y 5,0 ha de tierra y una familia cuenta con 7,0 ha de tierra. Contra con tierra no necesariamente significa que dispone de la misma para realizar agricultura, ya que las familias solo hacen uso de aquella tierra apta para agricultura y ganadería, existiendo una fracción de la tierra que se considera como área no aprovechable. Por ejemplo, se observa que la familia 1, si bien tiene 1,5 ha de tierra, solamente usa 0,3 ha para hacer agricultura (Gráfico 2).

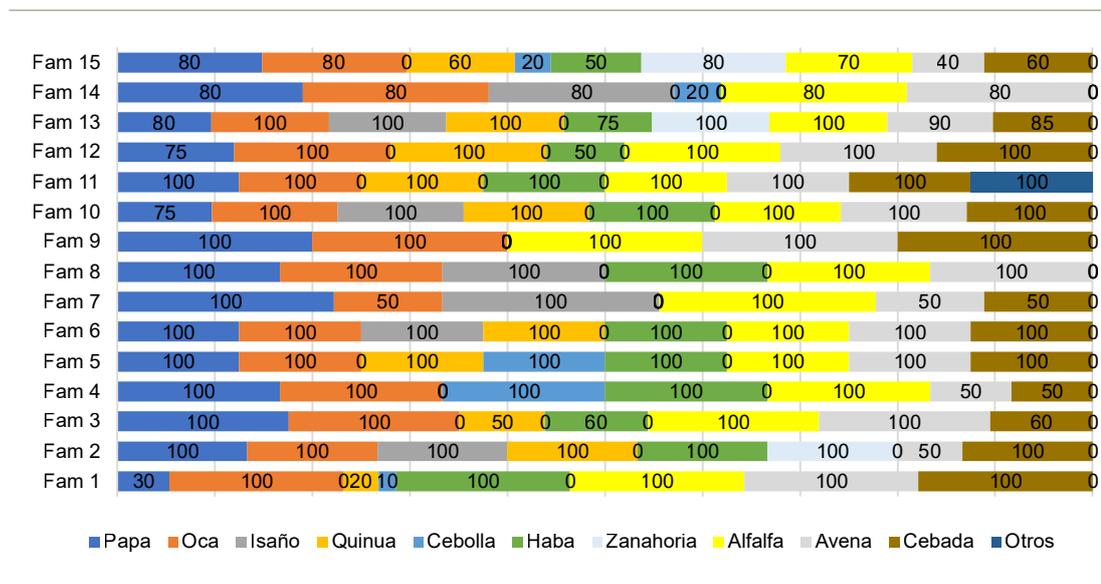
Gráfico 2. *Uso de la tierra (ha).*



4.1.2 De la agrobiodiversidad

Se identificó 10 cultivos: papa, oca, isaño, quinua, cebolla, haba. Zanahoria, alfalfa, avena y cebada. El 100% de las familias produce papa y el destino de la producción es para consumo (30%-100%).

Gráfico 3. *Cultivos y destino de la producción para autoconsumo (%).*





5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

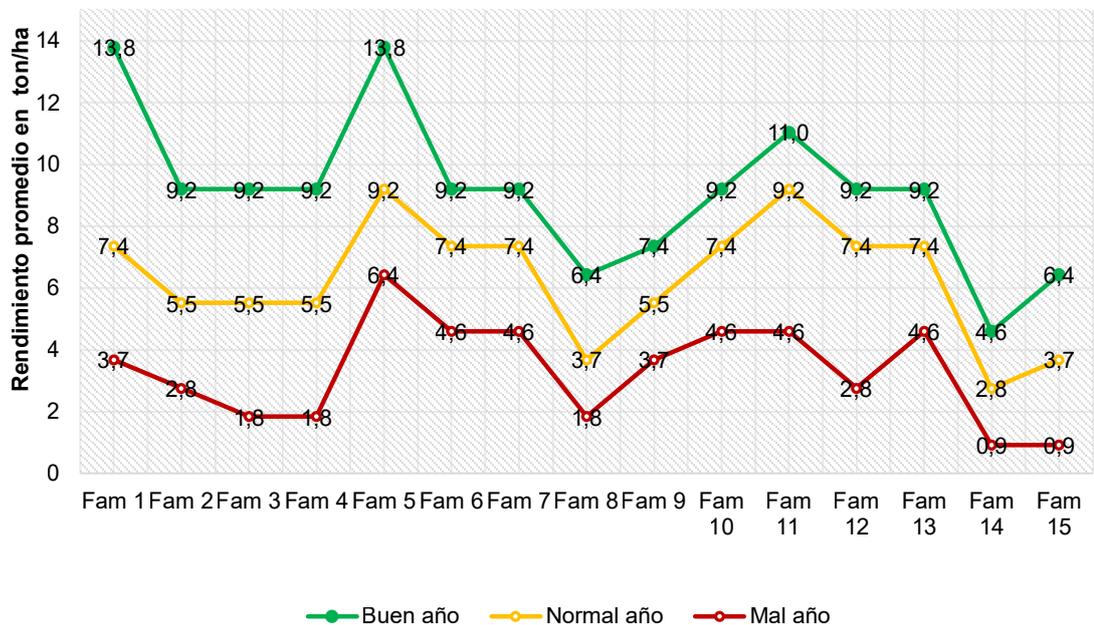
5.1 Descripción del proceso como punto de partida, línea base sobre rendimientos de papas nativas

Los resultados como punto de partida consisten en la descripción de la Línea de Base del estudio que contemplo 3 niveles de colecta de información donde se establecieron los rendimientos de las variedades nativas locales, el estado del agua para el riego y estado de los suelos los cuales estos datos facilitaron la implementación de cada una de las innovaciones promovidas para comparar con los resultados logrados.

5.1.1 Rendimientos de variedades nativas de papa

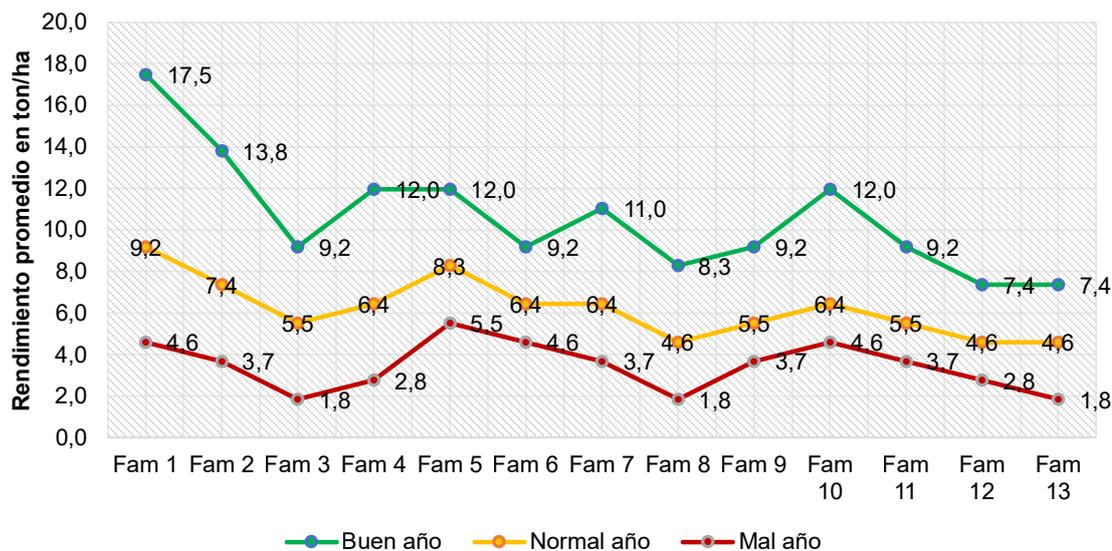
De acuerdo a la encuesta a 15 familias de la Línea Base, los rendimientos del cultivo papa varían según la variedad y el tipo de año influenciado por las condiciones hidrometeorológicas, según el déficit de las precipitaciones y la ocurrencia de eventos extremos, identificando tres tipos de años y rendimientos: año bueno, año normal y año malo (daños y pérdidas de las cosechas). Para el estudio, se identificaron tres variedades de papas nativas (Imilla Negra, Pala, Surinama) y sus rendimientos promedio para los tres tipos de años, gráficos 1, 2 y 3.

Gráfico 1. Rendimientos promedio (ton/ha) para tres tipos de escenario (buen año, regular año y mal año malo) en cultivo papa variedad **Imilla Negra**.



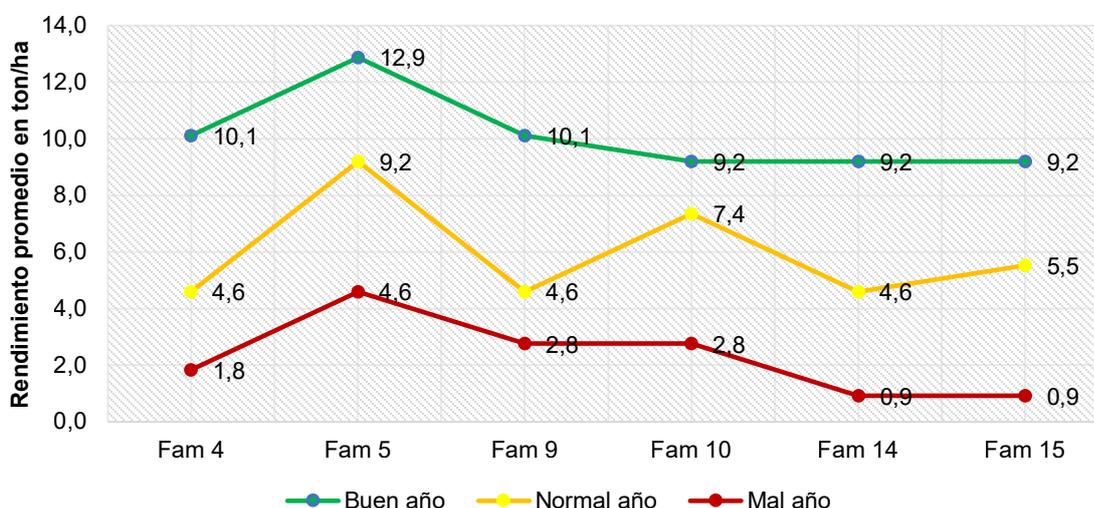
Fuente: elaboración propia

Gráfico 2. Rendimientos promedio (ton/ha) para tres tipos de escenario (buen año, regular año y mal año malo) en cultivo papa variedad **Pala**.



Fuente: elaboración propia

Gráfico 3. Rendimientos promedio (ton/ha) para tres tipos de escenario (buen año, regular año y mal año) en cultivo papa variedad **Surinama**.



Fuente: elaboración propia

- De las tres variedades, la variedad Surinama es la que presenta los más bajos rendimientos.
- Los resultados de los rendimientos varían entre familias, lo cual puede deberse al tipo de manejo (riego, aporques, suelo).
- Los datos de rendimientos promedio serán una referencia para comparar los rendimientos a encontrar con el estudio en las parcelas de investigación.
- La hipótesis es que los rendimientos esperados del estudio serán mayores o cercanos a los rendimientos de años buenos con las opciones tecnológicas a validar.

5.1.2 Estado del agua para riego

Los agricultores de la comunidad de San José de Tiahuanaco, utilizan el agua del río Suches y de pozos familiares para el riego de sus cultivos desde hace muchos años atrás sin problemas. Con el estudio fue importante verificar la calidad del agua empleada para el riego. De acuerdo al análisis de laboratorio sobre el pH y conductividad eléctrica.

- a. pH del agua. Los valores encontrados en el análisis de las muestras, tanto del Río Suches (6,63 - 6,66 - 6,87 - 7,52) como de los pozos (6,1 - 6,7 - 6,81 - 6,99 - 7,03 - 7,52), se encuentran en un rango permisible para regar las parcelas de papa, de acuerdo a los rangos de referencia de la FAO.
- b. Conductividad eléctrica del agua. Los resultados del análisis de las muestras, tanto del Río Suches (0,20 - 0,78) como de los pozos (0,06 - 0,30 - 0,61 - 0,07 - 0,54 - 0,78), se encuentran en un rango permisible, según los parámetros de Riverdale, es decir, las muestras presentan una baja salinidad, por tanto, el uso del agua de estas dos fuentes es apta para el riego.

5.1.3 Estado de los suelos

Los resultados del análisis de los suelos de las parcelas fueron los siguientes:

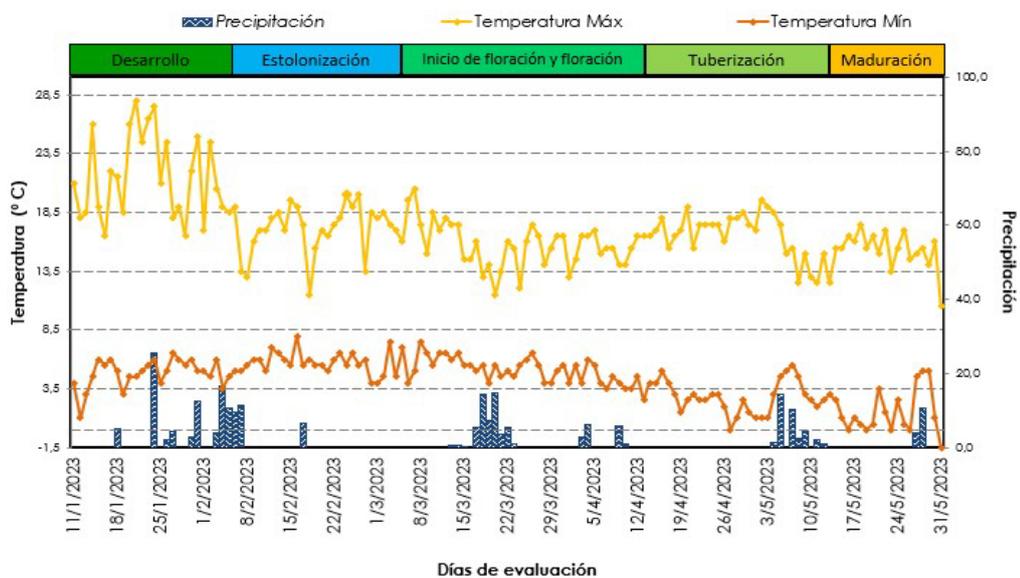
- Textura arcillosa en general para todas las parcelas.
- Bajo porcentaje de disponibilidad de materia orgánica, (0,07% a 0,57%) en 14 parcelas y solo una parcela muestra un nivel alto de 0,85%.
- Los valores de fósforo (P) son bajos que oscilan entre 0 a 0.4 p.m.m., los valores de potasio (K) son bajos con datos de 0; los micronutrientes calcio y magnesio son bajos.
- El pH de los suelos está entre 6,70 hasta 8,45. Son dos parcelas que presentan valores altos entre 8,16 y 8,45. Los valores altos podrían afectar la disponibilidad del fósforo.
- Los valores de Conductividad Eléctrica están entre 0,73 a 1,26 dS/m, por tanto, los suelos no están salinizados, de acuerdo con el laboratorio.

Los análisis de los suelos se emplearon en la parcela del Tratamiento 4 (Tesis 2 de investigación), considerando que las recomendaciones solo son para el empleo de fertilizantes inorgánicos y no así biofertilizantes agroecológicos como los bioinsumos, dado que el laboratorio aún no tiene referencias ni parámetros para recomendar dosificaciones.

5.2 Resultados del monitoreo de las variables hidrometeorológicas campaña 2022-2023

Los datos de información meteorológica fueron recolectados a partir del 11 de enero de 2023 hasta el 31 de mayo de 2023. El comportamiento de las temperaturas de máximas, mínimas y precipitación fue registrado cada día. Los datos se cotejan con las fases fenológicas del cultivo papa: desarrollo, estolonización, inicio de floración y floración, tuberización y maduración.

Gráfico 4. Promedios semanales de las temperaturas y precipitación.



Temperatura. El SENAMHI/DGA (2002), indica que las temperaturas óptimas para el desarrollo del cultivo de papa, son en promedio de 10 a 15°C. El crecimiento del tubérculo se detiene bruscamente por debajo de los 7°C y por encima de los 25°C. En el Gráfico 4, se observa mucha variabilidad de las temperaturas máximas y mínimas durante el desarrollo del cultivo desde -1,5°C (31/05/2023) a 28°C (21/01/2023). En la fase fenológica de desarrollo es donde las temperaturas máximas se concentraron con valores altos. Durante las fases fenológicas de estolonización y maduración las temperaturas máximas estuvieron entre 10,5°C y 19°C. Los resultados del estudio indican que las variedades sujetas del estudio tienen una alta plasticidad respecto de los rangos de temperatura registrados.

Precipitación. El cultivo de papa requiere de 400 a 800 mm de agua durante su ciclo vegetativo (Haverkort, 2000). Por otro lado, para Tapia (1990), el desarrollo de este cultivo es apropiado cuando las precipitaciones fluctúan alrededor de 700 mm. El SENAMHI/DGA (2002), indica que el déficit de agua durante el período de estolonización y de iniciación de la tuberización, tiene el mayor efecto negativo sobre el rendimiento, mientras que los períodos de maduración y el vegetativo inicial son los menos sensibles. En general los resultados muestran que la precipitación fue irregular, observándose que las mismas fueron en las fases de desarrollo, floración y tuberización. Durante la campaña agrícola las precipitaciones fueron bajas y solo se llegó a un total acumulado de 229,8 mm. Por lo tanto, las precipitaciones no fueron suficientes para las diferentes fases fenológicas del cultivo para cumplir con su normal desarrollo, ya que el cultivo requiere una mayor precipitación para lograr un rendimiento óptimo. Esta situación, ratifica la necesidad de contar con riego suplementario.

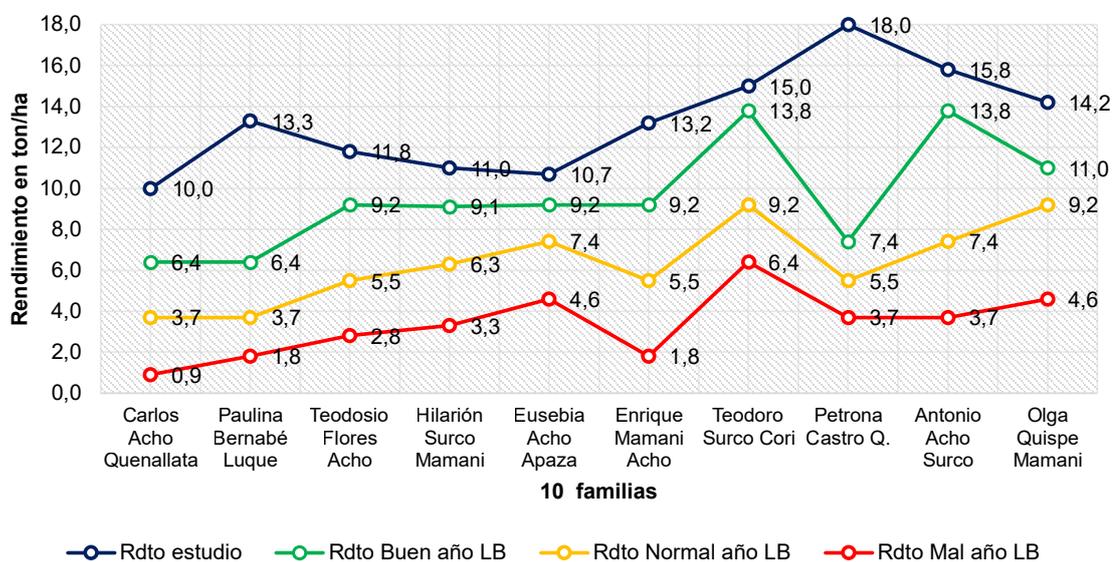
En conclusión, el ciclo agrícola 2022-2023 tuvo déficit hídrico respecto de las precipitaciones, aproximadamente un 50%, ya que solo llegó a una precipitación acumulada de 229,8 mm frente a los 400 a 800 mm de agua requerido para un normal desarrollo, siendo necesario un riego complementario para reducir el riesgo de pérdida de las cosechas.

5.2.1 Resultados de los tratamientos, rendimientos

5.2.2.1 Rendimientos Tratamiento 1

| | |
|-----------------------------------|---|
| Número de parcelas: | 10 |
| Agricultores involucrados: | 10 |
| Semilla seleccionada: | variedad Imilla Negra |
| Riego suplementario: | Si, por aspersión en 4 momentos del ciclo fenológico |
| Aplicación bioinsumos: | artesanales o preparados localmente: 4 aplicaciones (uno por fase fenológica) |

Gráfico 5. Rendimientos obtenidos vs rendimientos promedio para tres escenarios (T1).

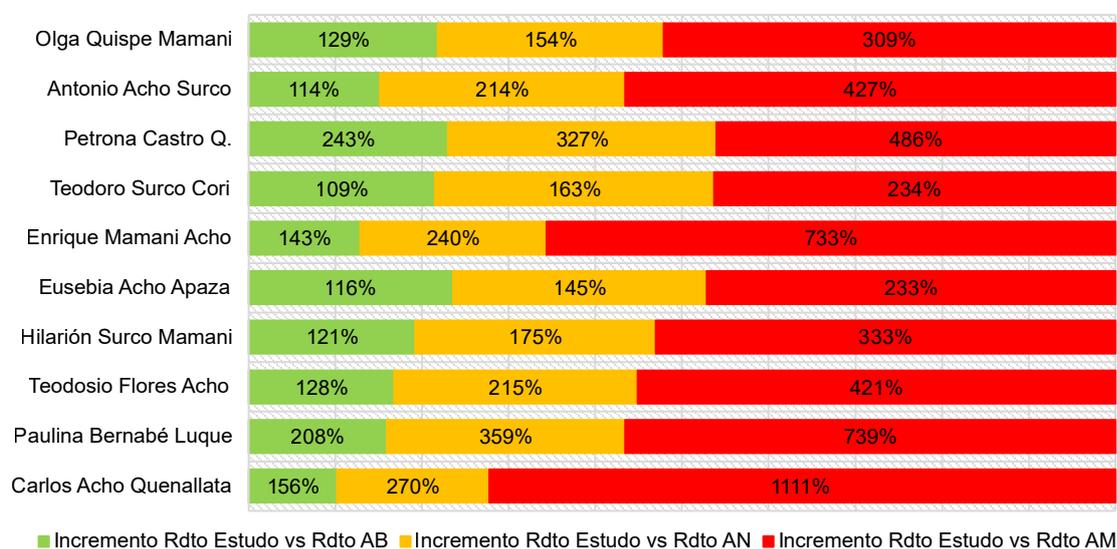


Fuente: elaboración propia

El **Gráfico 5** muestra que los rendimientos obtenidos (ton/ha) en cada una de las familias (línea azul):

- Supera a los tres rendimientos promedio establecidos en la Línea de Base para los tres escenarios de años: año bueno, año normal y año malo.
- El promedio de cambio del rendimiento obtenido comparado con un año malo es de 503%, contra un año normal es de 226% y contra un año bueno es de 147% (Gráfico 6). Por ejemplo, el señor Teodosio Flores, respecto de sus rendimientos promedios para un año malo, normal y bueno obtuvo 421%, 215% y 121% de incremento en rendimientos respectivamente.
- Estos resultados de incremento en los rendimientos corroboran la hipótesis planteada en el estudio.

Gráfico 6. Incremento de rendimiento (%) Vs rendimientos de los tres tipos de año (T1).



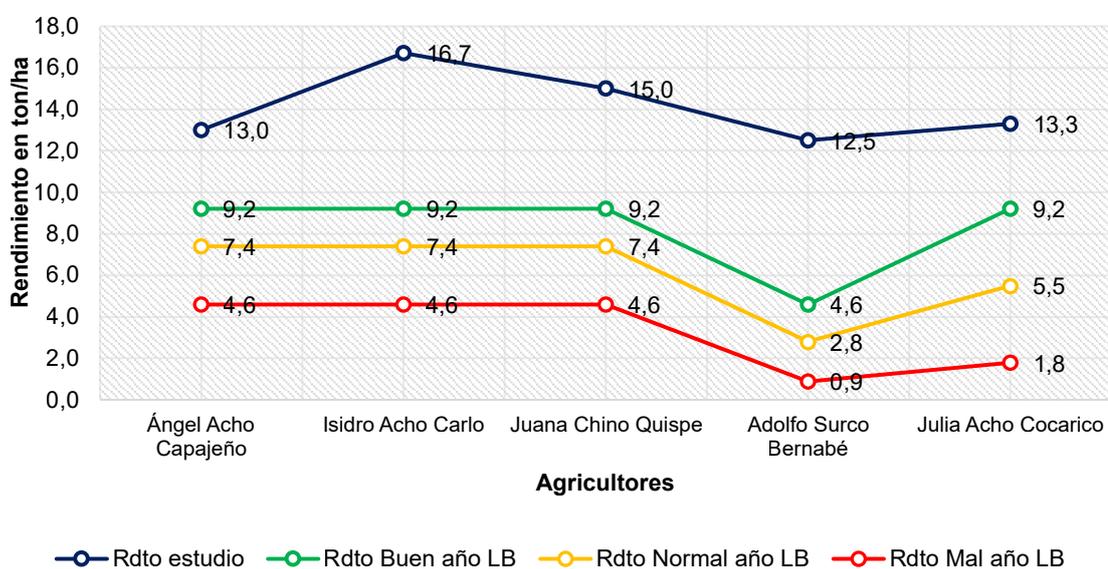
Fuente: elaboración propia

Por tanto, los resultados obtenidos en este primer tratamiento en 10 parcelas manejadas por agricultores permiten confirmar la hipótesis de que en un ciclo agrícola con problemas de sequía principalmente, el cultivo de papa nativa variedad Imilla Negra puede incrementar rendimientos mediante el uso combinado de opciones tecnológicas como el uso de semilla seleccionada, riego complementario y uso de bioinsumos artesanales en las fases fenológicas importantes del cultivo en el desarrollo y estolonización.

5.2.2.2 Rendimientos Tratamiento 2

| | |
|---|--|
| Número de parcelas: | 5 |
| Agricultores involucrados: | 5 |
| Semilla seleccionada: | variedad Imilla Negra |
| Riego suplementario: | Si, por aspersion en 4 momentos del ciclo fenológico |
| Aplicación bioinsumos: | Industriales. Aplicación de bioinsumos industriales: 1 aplicación (uno por fase fenológica) <ul style="list-style-type: none"> • Vigortop plus • Bacterial mix |
| Aplicación de fertilizantes inorgánicos: | <ul style="list-style-type: none"> • Fosfato Diamónico: 75 kg/ha (1 sola aplicación a la siembra) • Fosfato Diamónico: 100 kg/ha (1 sola aplicación al aporque) • Urea: 132 kg/ha (1 sola aplicación al aporque) • Cloruro de Potasio: 203 kg/ha (1 sola aplicación al aporque) • Blaukorn Classic o Nitrofoska: 180 kg/ha (1 sola aplicación al aporque) |

Gráfico 7. Rendimientos obtenidos vs rendimientos promedio para tres escenarios (T2).

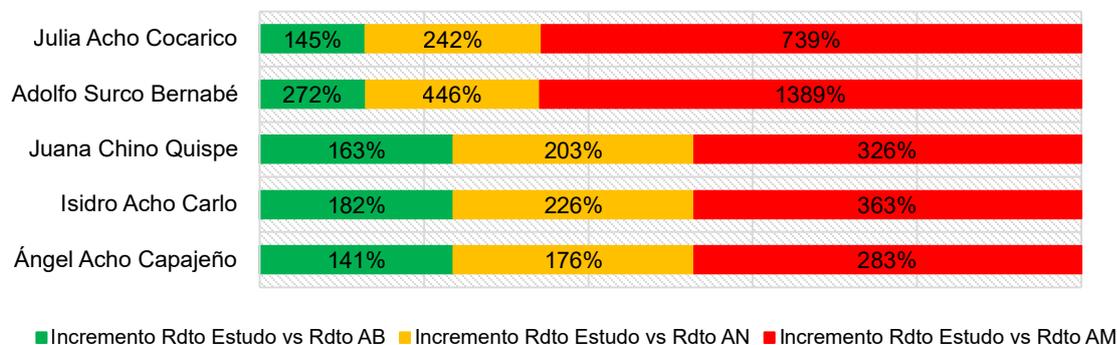


Fuente: elaboración propia

El **Gráfico 7** muestra que los rendimientos obtenidos en cada una de las 5 familias (línea azul):

- Supera a los tres rendimientos promedio establecidos en la Línea de Base para los tres escenarios de años: año bueno, año normal y año malo.
- El promedio de cambio del rendimiento obtenido comparado con un año malo es de 620%, contra un año normal es de 258% y contra un año bueno es de 108% (Gráfico 8).
- Por ejemplo, el señor Ángel Acho, respecto de sus rendimientos promedios para un año malo, normal y bueno obtuvo 283%, 176% y 141% respectivamente.
- Los resultados de incremento en los rendimientos corroboran la hipótesis planteada en el estudio.

Gráfico 8. Incremento de rendimiento (%) Vs rendimientos de los tres tipos de año (T2).



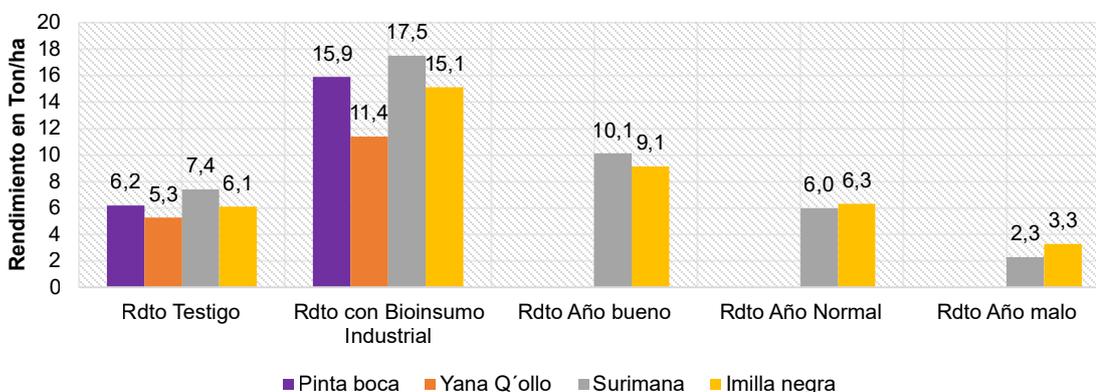
Fuente: elaboración propia

Los resultados obtenidos en este segundo tratamiento permiten también confirmar la hipótesis de que, en un ciclo agrícola con problemas de sequía, el cultivo de papa nativa variedad Imilla Negra ha logrado incrementar los rendimientos en las 5 parcelas de los agricultores, cuando se combina opciones tecnológicas como semilla seleccionada, riego complementario y uso de bioinsumos industriales junto con fertilizantes inorgánicos, de forma similar al tratamiento 1.

5.2.2.3 Rendimientos Tratamiento 3 (Tesis A)

| | |
|-----------------------------------|---|
| Número de parcelas: | 1 |
| Agricultores involucrados: | No. El responsable es un tesista A |
| Objetivo tesis: | Evaluar los efectos de bioinsumos agrícolas en cuatro variedades de papa nativa (<i>Solanum sp</i>) en la comunidad san José de Tiahuanacu municipio de Escoma. |
| Semilla seleccionada: | 4 variedades: Imilla Negra, Surimana, Pinta boca, Yana Q'ollo |
| Riego suplementario: | No. |
| Aplicación bioinsumos: | Industriales.1 aplicación (uno por fase fenológica) <ul style="list-style-type: none"> • Tricobal • Energytop • Vigortop plus • Bacterial mix • Biomax |

Gráfico 9. Rendimientos promedio obtenidos vs rendimientos promedio para tres escenarios (T3).



Fuente: elaboración propia

En el **gráfico 9** y cuadro 1, se observa que los rendimientos del tratamiento 3 en las cuatro variedades nativas de papa (Imilla Negra, Surimana, Pinta boca, Yana Q'ollo), considerando que no se aplicó riego, son significativas, con incrementos que van entre 115% y 156% (Cuadro 1), en relación con los rendimientos testigos; si bien no se aplicó riego, la frecuencia de fumigación podría considerarse también de cierta forma un riego mínimo que benefició positivamente al cultivo. Con respecto a los rendimientos de Línea Base para las variedades Surimana e Imilla Negra también son significativos, superando las expectativas de rendimientos para los años buenos.

| Cuadro 1. Análisis de cambios de rendimientos en el tratamiento 3 | | | | |
|---|----------------------------------|---|------------------------------------|--------------------------------|
| Variedad | Rendimiento promedio del Testigo | Rendimiento promedio del Tratamiento con Bioinsumos industriales (ton/ha) | Diferencia de rendimiento (ton/ha) | % de diferencia de rendimiento |
| Pinta boca | 6,2 | 15,9 | 9,70 | 156% |
| Yana Q'ollo | 5,3 | 11,4 | 6,10 | 115% |
| Surimana | 7,4 | 17,5 | 10,10 | 136% |
| Imilla negra | 6,1 | 15,1 | 9,00 | 148% |

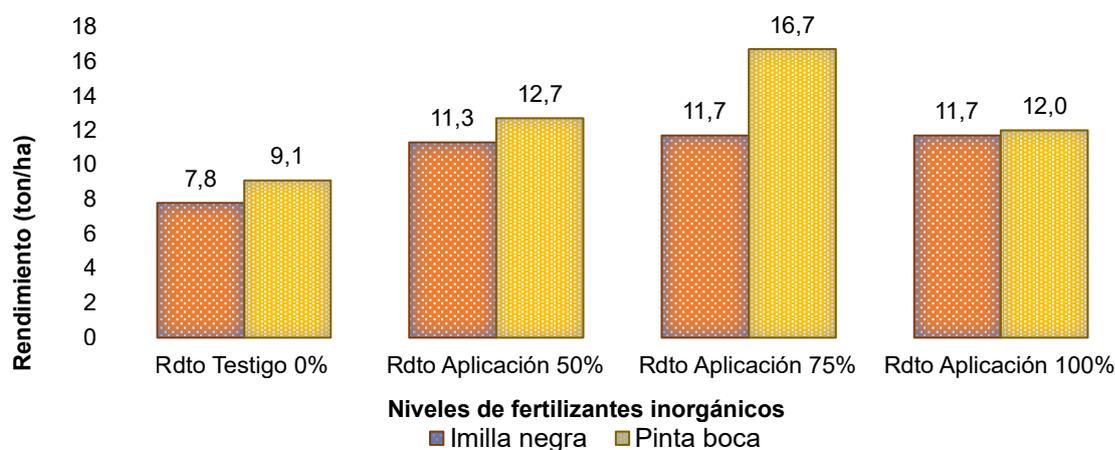
Los resultados obtenidos en la tesis de investigación (tratamiento 3), en el cultivo de papa con cuatro variedades nativas (Imilla Negra, Pinta bica, Surimana y Yana Qollo), sin riego y solamente con el uso de bioinsumos industriales, los rendimientos se han incrementado entre 115% y 156% en comparación con el testigo y con los rendimientos promedio de dos variedades nativas (Imilla Negra y Surimana). Estos resultados también permiten confirmar que el uso de bioinsumos es una medida que contribuye en el incremento no solo de rendimientos sino de generar estabilidad en la producción agrícola en el cultivo papa.

5.2.2.4 Rendimientos Tratamiento 4 (Tesis B)

| | |
|---|--|
| Número de parcelas: | 1 |
| Agricultores involucrados: | No. El responsable es un tesista B |
| Objetivo tesis: | Evaluar el desarrollo agronómico de dos variedades de papa nativa (Solanum sp), bajo tres niveles de aplicación de fertilizantes inorgánicos en San José de Tiahuanacu, municipio de Escoma. |
| Semilla seleccionada: | 2 variedades: Imilla Negra y Pinta Boca |
| Riego suplementario: | Si. |
| Aplicación bioinsumos: | No. |
| Aplicación de fertilizantes inorgánicos: | Fertilizantes inorgánicos: <ul style="list-style-type: none"> • Urea, • FDA • Nitrofoska, • Cloruro de Potasio |

Fuente: elaboración propia

Gráfico 10. Rendimientos obtenidos tratamiento 4 vs rendimientos testigo.



Nota: Los rendimientos promedio para Imilla Negra son: Año buena: 9,1 ton/ha; Año Normal: 6,3 ton/ha; Año malo: 3,3 ton/ha. No se cuenta con datos de rendimiento promedio de la variedad Pinta Boca.

La tesis de investigación 2, busca mejorar el rendimiento de papa mediante el uso de diferentes dosis de fertilizantes inorgánicos. En el Gráfico 10 y cuadro 2, se observa que la aplicación al 75% es la que presenta un mejor resultado y rendimiento frente a las otras dos aplicaciones y frente al testigo (entre 50% y 84%). Esto sugiere que a mayor % de aplicación los efectos en el rendimiento no son los esperados. Por otro lado, la variedad Pinta Boca es la que tiene mejores rendimientos frente a la variedad Imilla Negra.

| Cuadro 2. Análisis de cambios de rendimientos en el tratamiento 4 | | | | | | | |
|---|---|--|-----|--|-----|---|-----|
| Variedad | Rendimiento promedio del Testigo (ton/ha) | Rendimiento promedio del Tratamiento al 50% (ton/ha) | % | Rendimiento promedio del Tratamiento al 75% (ton/ha) | % | Rendimiento promedio del Tratamiento al 100% (ton/ha) | % |
| Imilla negra | 7,8 | 11,3 | 45% | 11,7 | 50% | 11,7 | 50% |
| Pinta boca | 9,1 | 12,7 | 40% | 16,7 | 84% | 12,0 | 32% |

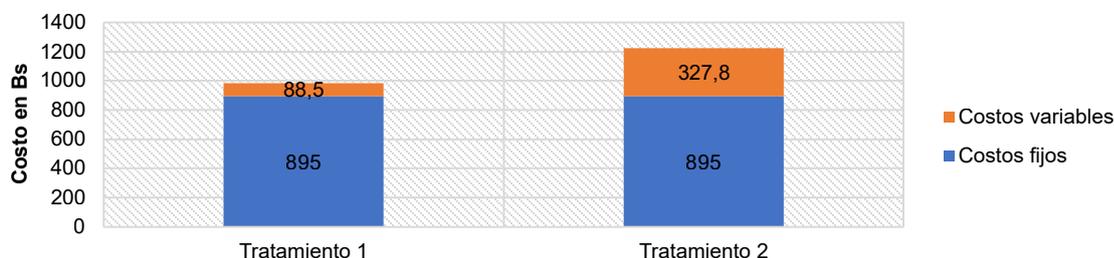
Fuente: elaboración propia

Los resultados obtenidos en la tesis de investigación (tratamiento 4), en dos variedades de papa nativa, con riego y uso de fertilizantes inorgánicos en tres tipos de aplicación, los rendimientos obtenidos no son sobresalientes en comparación a los tratamientos 1 y 2.

5.2.3 De los costos de producción

Se realizó un ejercicio de los costos de producción para los tratamientos 1 y 2, identificándose los costos fijos (semilla, roturado, abonamiento, riego) y costos variables según tratamiento 1 (biofoliar, caldos sulfocálcico y extracto de hierbas) y tratamiento 2 (FDA, FDA, Urea, Cloruro de Potasio, Claukorn classic o Nitrofoska, Vigortop Plus, Bacterial Mix), identificándose (Gráfico 11) que los costos variables del tratamiento 1 es mucho menor que los costos variables del tratamiento 2, es decir, los costos variables de los bioinsumos industriales y fertilizantes inorgánicos son 3,7 veces mayor que los costos de los bioinsumos artesanales empleados, sin contar costos de logística y adquisición.

Gráfico 11. Comparación costos de producción tratamiento 1 y 2.



Fuente: elaboración propia

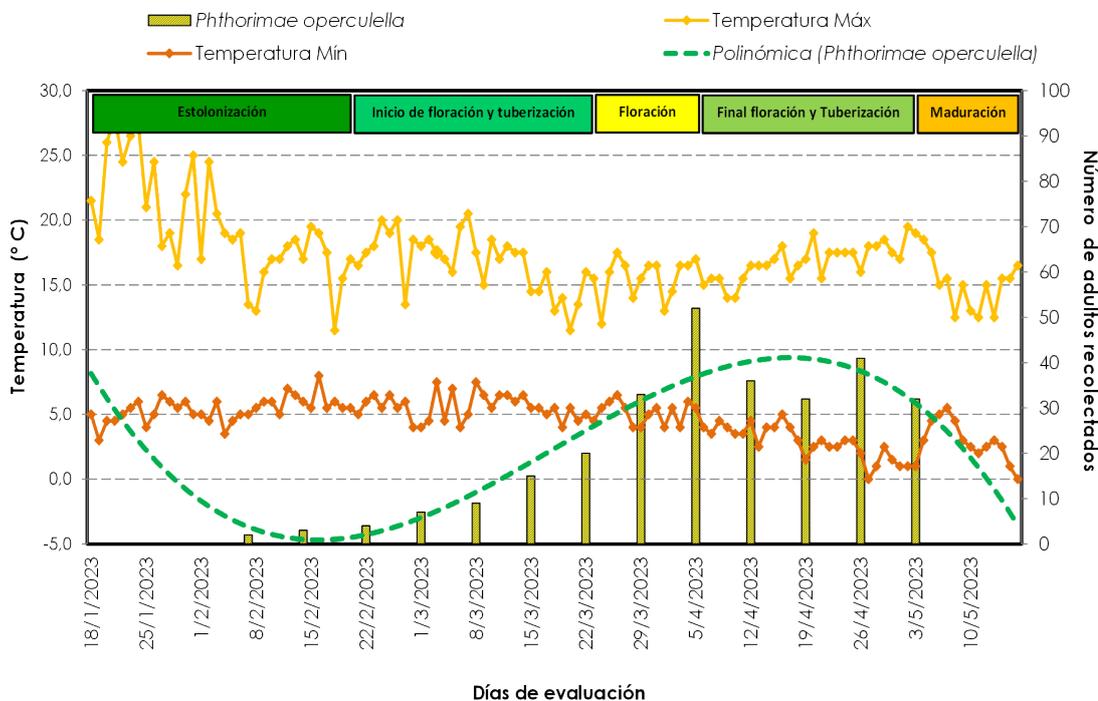
Con los resultados, se puede sugerir que para los agricultores es mejor el fortalecimiento de sus capacidades en la elaboración de bioinsumos artesanales para reducir los costos de producción frente a la adquisición de los bioinsumos industriales y fertilizantes inorgánicos.

5.2.4 De la Identificación de las especies y dinámica poblacional de la polilla de papa

Dentro de las plagas que afectan al cultivo de la papa, la polilla de la papa, al igual que el gorgojo de los andes, son considerados plagas clave en el cultivo papa, ya que puede disminuir la producción en campo y afectar la papa almacenada. Por tanto, fue importante determinar que en la comunidad se encuentran las dos especies de polilla (*Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*).

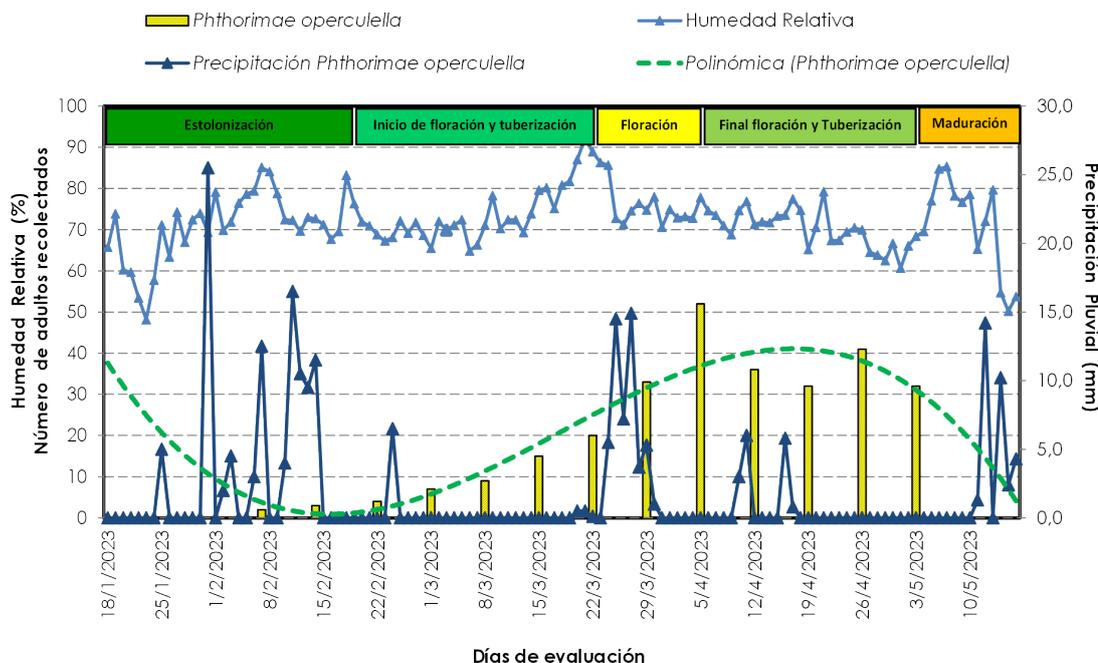
P. operculella. El Gráfico 12, muestra la dinámica poblacional de *P. operculella*, observando que la población de polillas tiende a incrementarse a medida que el cultivo desarrolla, alcanzando su mayor pico poblacional de individuos en la etapa final floración y tuberización. Se observa que a mayor amplitud térmica mayor población de adultos y viceversa. La población de *P. operculella*, no es afectada de forma determinante por las temperaturas. En el Gráfico 13, se observa que la población de *P. operculella* incrementa a mayor Humedad Relativa (HR) entre 70% y 78,6%, justo cuando el cultivo se encuentra en la etapa de madurez fisiológica, lo cual sugiere que la HR crea las condiciones adecuadas para el desarrollo de la polilla. Cisneros (1995), menciona que la HR tiene gran influencia sobre las poblaciones de los insectos, pero su manipulación como medida de control es muy limitada.

Gráfico 12. Fluctuación poblacional de adultos por semana, temperaturas máximas y mínimas de *P. operculella* de la comunidad San José de Tiahuanacu.



36

Gráfico 13. Fluctuación poblacional de adultos por semana, humedad relativa y precipitación de *P. operculella* de la comunidad San José de Tiahuanacu.



S. tangolias. En el Gráfico 14, se observa una generación de *S. tangolias*, cuya población inicia al inicio de la floración. En la fase de floración y tuberización se incrementa la población de adultos para luego descender levemente e incrementar en la etapa de madurez fisiológica para nuevamente descender. Esta especie presenta una menor población frente a *P. operculella*. También se observa que las temperaturas máximas y mínimas no determinan el comportamiento favorable o desfavorable en la dinámica poblacional de *S. tangolias*, con excepción de que se observa un descenso drástico en la fase de madurez fisiológica, probablemente porque la temperatura bajo a 0 °C. Por otro lado, (Gráfico 15), se observa que la población de la especie *S. tangolias*, se correlaciona con el nivel de HR. Cuando la HR tiende a bajar, la población de polillas adultos también tiende a bajar y viceversa.

Gráfico 14. Fluctuación poblacional de adultos por semana, temperaturas máximas y mínimas de *S. tangolias* de la comunidad San José de Tiahuanacu.

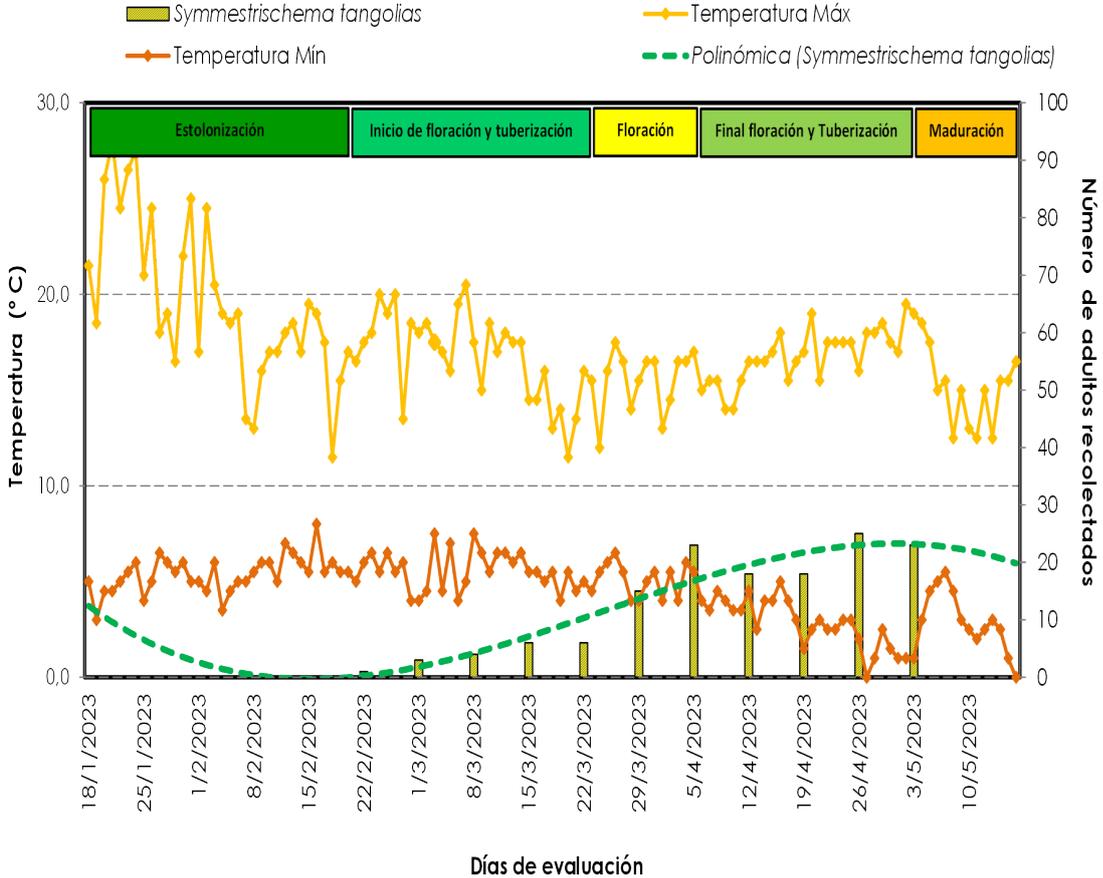
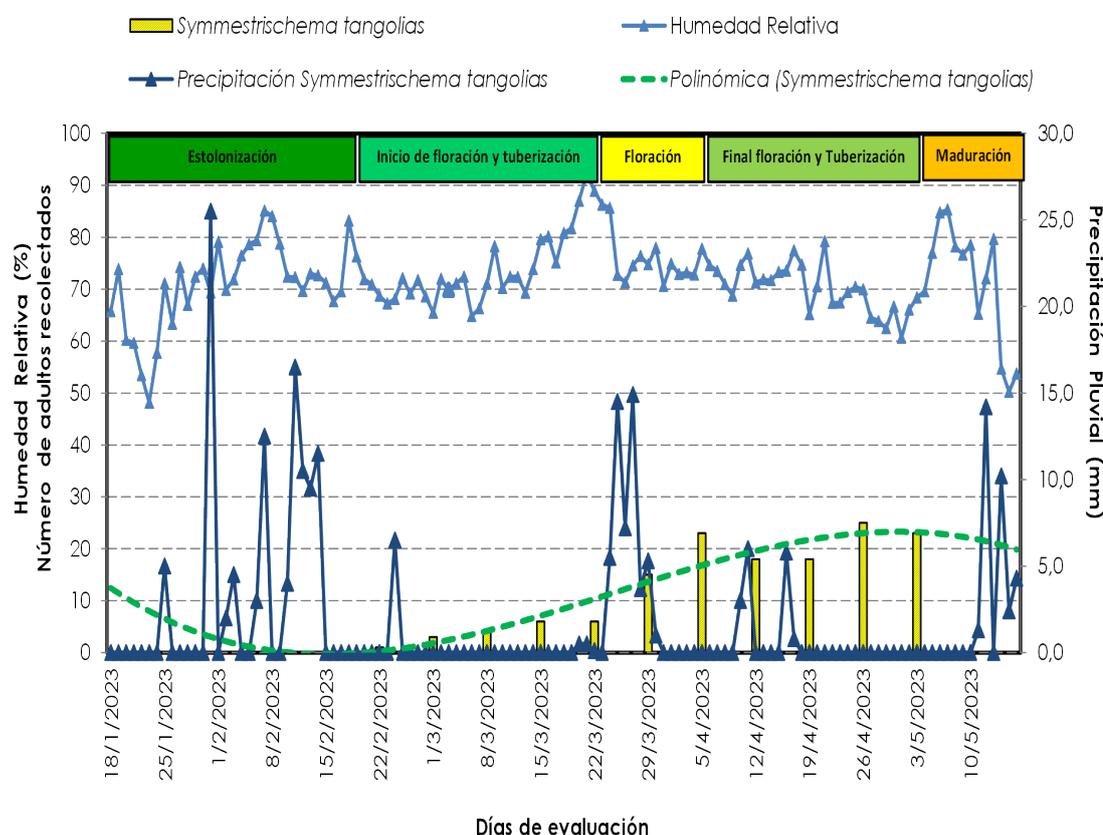


Gráfico 15. Fluctuación poblacional de adultos por semana, humedad relativa y precipitación de *S. tangolias* de la comunidad San José de Tiahuanacu.



Como principales conclusiones, se tiene:

- Se evidencia la presencia de las dos especies de polillas que corresponden a *Phthorimaea operculella* Z., y *Symmetrischema tangolias* en la comunidad del estudio.
- La mayor población de adultos, corresponde a *Phthorimaea operculella* Z., registrándose un total de 286 adultos, seguido por *Symmetrischema tangolias* G. con 145 adultos.
- La mayor población de polillas adultas se presentó en la fase de floración y tuberización en la especie *Phthorimaea operculella* seguida de la *Symmetrischema tangolias*.

5.2.5 De la incidencia y severidad del Gorgojo de los andes

De acuerdo a la Línea Base, las 15 familias reportaron que la mayor incidencia se observa es en la cosecha de papa nativa. Un 7% de los agricultores identifica que el daño en los tubérculos cosechados es leve menor al 20%, mientras que el 53% indica que el daño es regular entre 21% y 40%, un 27% de los encuestados indica que el daño es mediano entre 41% y 60%, un 13% de los encuestados identifica que lo daños son severos entre 61% y 80%.

Con el estudio se realizó el monitoreo en las 15 parcelas de los agricultores de los tratamientos 1 y 2. En el tratamiento 1 se observó que los niveles de incidencia están entre 5 y 10%, mientras que la severidad esta entre 0 y 10%. En el tratamiento 2, se observa que la incidencia esta entre 5% y 25%, mientras que la severidad esta entre un 0% y 15%. Los resultados comprados con los datos de la Línea Base son menores, entre leve y mediano.

5.2.6 De los resultados de las medidas de adaptación al cambio climático

Con base en las acciones anteriormente descritas respecto a las tres medidas de adaptación (semilla seleccionada, riego y bioinsumos) validadas de acuerdo con el contexto del altiplano en la comunidad de San José de Tiahuanacu en el municipio de Escoma:

- Si bien el proyecto utilizó semilla seleccionada en las parcelas de investigación, también se empleó el uso de semillas locales, las cuales junto a las medidas combinadas de riego complementario y uso de bioinsumos ha logrado generar condiciones para un efecto positivo en el incremento de los rendimientos en un contexto de ciclo agrícola con problemas de sequía.
- Sobre las variedades nativas implementadas en las parcelas de investigación académica en la comunidad, los agricultores priorizaron tres variedades por sus características de adaptación y rendimiento:” Pinta boca (100% de productores), por presentar mayor rendimiento y tamaño de los tubérculos. Surimana (90% de productores), por su rendimiento y uso del tubérculo para la elaboración del chuño. La variedad Yana qollo (70% de productores), por sus características de producción del tubérculo y rendimiento. Las variedades de papa nativa contribuirán a la seguridad alimentaria de la comunidad y los excedentes para mercado.
- Respecto de las semillas, es importante refrescar el material genético local, pero también se considera importante los procesos de revitalización de las semillas nativas a través de vías pragmáticos como el uso de brotes o semillas botánicas. Si bien es importante los procesos de limpieza viral de las semillas mediante laboratorios especializados, estos tienen un costo y un tiempo largo que no son factibles de ser costeados por los propios agricultores.
- El riego complementario es importante. La opción de la construcción de las anillas y la provisión de bombas, debe ser una de las alternativas acompañada de otras opciones tecnológicas según los contextos de las comunidades y las fuentes de agua existentes.
- Acerca de los bioinsumos, su aporte con nutrientes y fitohormonas es importante para la nutrición de las plantas para un mejor vigor y desempeño fisiológico de los cultivos y por ende estar en mejores condiciones de resiliencia frente al estrés ambiental. En términos de costos entre los bioinsumos artesanales y bioinsumos industriales es el costo, recomendándose fortalecer las capacidades de elaboración y uso de bioinsumos artesanales que significan 3,7 veces menor en costos variables frente a los insumos industriales e insumos inorgánicos.

5.2.7 De la evaluación participativa de los agricultores

La evaluación de los productores es un tema importante para el presente estudio, ya que las adopciones y adaptaciones de las innovaciones deben integrarse a sus contextos socioeconómicos y culturales, principalmente sobre la percepción de cómo el proyecto ha contribuido en la mejora de la producción de papa nativas frente a los eventos extremos a consecuencia del cambio climático. A continuación, se presenta los testimonios de los productores que participaron del estudio:

- Sobre el riego: *"...el kit de riego por aspersión entregado me da más tranquilidad para una mejor producción y menor riesgo de pérdidas en la cosecha frente a las pocas lluvias, me dedicare con mayor interés en el manejo del cultivo ..."* (**Eusebia Acho. San José de Tiahuanacu. 150223**).
- Sobre la mano de obra y el tiempo de riego: *"Sobre el uso eficiente del riego tecnificado por aspersión ha ayudado a disminuir los tiempos de riego, se ha logrado menor cantidad de horas de riego en las parcelas y con la ayuda de una sola persona en la instalación del equipo, antes se practicaba el riego por inundación y eso necesitaba más mano de obra y tiempo de riego ..."* (**Petrona Castro. San José de Tiahuanacu. 220323**).
- Sobre las tecnologías: *"...con la incorporación de semilla, riego y el uso de bioinsumos ha aumentado el rendimiento de papa nativa, tenemos excedentes para vender a familiares y otros productores de la misma comunidad que no tuvieron buenos rendimientos y perdieron en algunos casos su semilla..."* (**Juana Chino. San José de Tiahuanacu. 070523**).
- Sobre las variedades nativas en la comunidad se priorizaron tres variedades por sus características de adaptación y rendimiento: *"Pinta boca (100% de productores), por presentar mayor rendimiento y tamaño de los tubérculos. Surimana (90% de productores), por su rendimiento y uso del tubérculo para la elaboración del chuño. La variedad Yana qollo (70% de productores), por sus características de producción del tubérculo y rendimiento. Las variedades de papa nativa contribuirán a la seguridad alimentaria de la comunidad y los excedentes para mercado ..."* (**Reunión comunal. San José de Tiahuanacu. 310523**).
- Sobre la capacidad de recuperación de los cultivos dañados por heladas: *"Cuando antes llegaba la helada y casi no recuperábamos nada, una vez lo ha quemado todo lo que teníamos, pero ahora ya sabemos aplicar los bioinsumos y se recuperan las plantas de papa, no es que todo se recupera, pero ya no se quema como antes..."* (**Carlos Acho. San José de Tiahuanacu**).
- Sobre el control de plagas: *"Con el ingeniero también hemos preparado extracto de hierbas y caldo sulfocalico para las plagas, para protegerse de las plagas como el janq'o laq'o de la papa que se lo comen la papa, pero con el preparado hacemos escapar y ya podemos tener producción..."* (**Paulina Bernabé. San José de Tiahuanacu**).

- Sobre los bioinsumos: “En la comunidad no aplican los bioinsumos los que no estan en el proyecto, algunos por flojera a veces hay que sacarse tiempo es como el trabajo, algunos no quieren perder el tiempo solo vienen a sembrar aporcar y ha cosechar y ellos pierden su cultivo, de nosotros está bien porque aplicamos los bioinsumos en su tiempo, aporcamos bien y utilizamos el riego cuando no llueve y nos ha hido bien en la cosecha...” (Teodoro Surco. San José de Tiahuanacu).

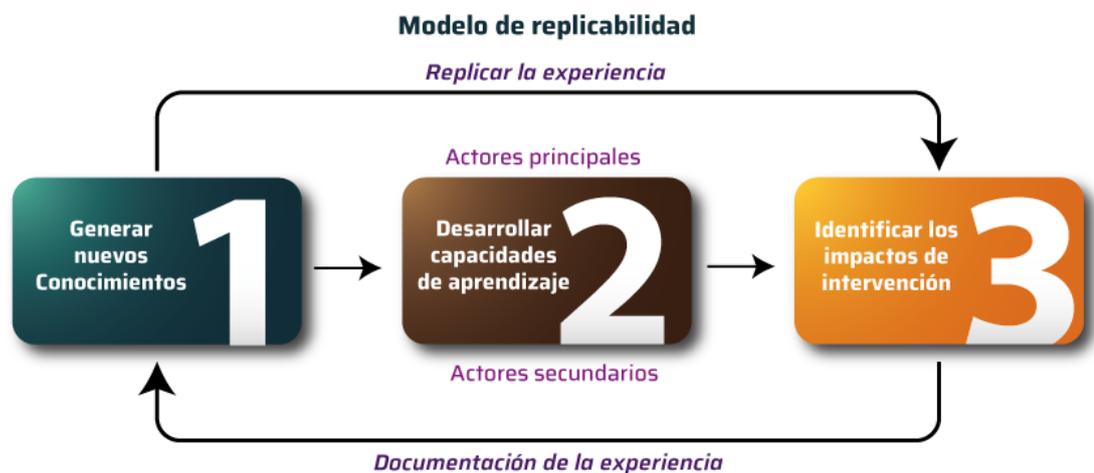
5.2.8 De la elaboración de las fichas técnicas

Se elaboró y validó tres Fichas Técnicas: **semilla certificada, bioinsumos y riego por aspersión**. En cada una se consolidan las especificaciones técnicas de las buenas prácticas e innovaciones tecnológicas resilientes al cambio climático para un contexto del altiplano, como contribución a la gestión de conocimientos para el escalamiento de las tecnologías implementadas al Programa Nacional de Tubérculos y Raíces. La validación final de las fichas técnicas fue con la Coordinación del Proyecto Andes Resilientes, revisándose el contenido de las fichas técnicas por medio de una evaluación.



5.2.9 De la gestión de conocimientos

La gestión de conocimientos se considero la difusión de los resultados del estudio al Programa Nacional de Tuberculo y Raices para su consideración en su cartera de proyectos, productos etc, para el cual se desarrollará un taller de presentación de los resultados con la DGP al Programa Tubérculo y Raíces, y otros actores.



El objetivo de construir una ruta de escalamiento es, presentar al Programa Nacional de Tubérculos y Raíces las buenas prácticas de medidas de adaptación al cambio climático para incrementar la resiliencia de los sistemas productivos. Plasmado en los resultados obtenidos de las experiencias desarrolladas en comunidades de los Municipios de Escoma, Colomi y Morochata de los departamentos de La Paz y Cochabamba, que han probado la efectividad del uso de 3 tecnologías/ herramientas denominadas resilientes al cambio climático como son: semilla certificada de papa nativa, uso de bioinsumos hacia una transición a una producción agroecológica y riego tecnificado por aspersión, para medir: incremento de rendimientos, volúmenes de producción y mayor oferta para el mercado.

Para el proceso de gestión de conocimientos se respondieron las siguientes acciones implementadas durante el proceso de implementación:

| IDEA CENTRAL | IMPLEMENTACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS |
|--|---|
| <p>Contextualizar las 3 tecnologías probadas en el valle. ¿Cuales fueron los arreglos y ajustes para el caso del altiplano?</p> | <p>Para la implementación de las 3 tecnologías bajo el contexto del altiplano se desarrollaron los siguientes componentes bajo los siguientes criterios:</p> <p>Semilla seleccionada, fue uno de los factores de mayor importancia para la producción del cultivo de papa. Para el estudio se utilizó semilla seleccionada de buena calidad, el cual aumenta la producción, productividad observándose una mayor uniformidad en la emergencia y vigor de plantas.</p> <p>Sistema de riego por aspersión, El sistema de riego por aspersión tipo semi cañón son aspersores pensados para regar a una presión y caudal alto, de esta forma se alcanzó a una mayor superficie de riego en las parcelas familiares, como parte de las 3 tecnologías resilientes al cambio climático en el cultivo de papa nativa bajo el contexto del altiplano. La instalación del riego fue suministrada de acuerdo al cultivo y el agua correspondiente a las necesidades de riego en los periodos en que dichas necesidades son máximas.</p> <p>Uso de los bioinsumos, como estrategia de aplicación de los bioinsumos durante el ciclo del cultivo de papa se utilizaron los siguientes productos: Abono foliar, es un abono líquido fermentado, cuya elaboración es en base a bosta fresca y otros materiales. Se utilizó para complementar y fortalecer la nutrición de las plantas. Caldo sulfocálcico, es un mineral preparado en base a cal y azufre, este producto se utilizó para controlar las plagas y enfermedades. Asimismo el producto ayudó a las plantas a recuperar su equilibrio nutricional por causa del mal manejo del suelo y por el uso de químicos. Extracto de hierbas, es un macerado de plantas amargas existentes en la misma comunidad y otras externas, es un producto que se utilizó para controlar preventivamente las plagas que atacan al cultivo el cual ocasiona la disminución de los rendimientos.</p> |
| <p>¿La combinación de las 3 tecnologías ha incrementado y estabilizado la producción? Tomando los factores climáticos</p> | <p>Tomando el criterio de los factores climáticos se puede mencionar que la combinación de las tecnologías implementadas a incrementado y estabilizado la producción del cultivo de papa bajo condiciones ambientales adversas por la falta de precipitación y presencia de heladas en la gestión agrícola 2012/2013 en la comunidad de estudio, donde se evidenció que la combinación de las 3 tecnologías apropiados para los productores/as, donde han mejorado sus conocimientos de alternativas efectivas como el uso de semilla seleccionada, riego por aspersión y la aplicación de los bioinsumos. Del cual se evidenció que en un buen año las cosechas son abundantes, queda sostenida gran parte de la alimentación de la familia, asegurando la semilla y la provisión para consumo, finalmente los excedentes se almacenan para su posterior comercialización.</p> |

Una de las condiciones que ha permitido fluir el presente trabajo ha sido la articulación de actores estatales, privados, academia, el cual ha sido altamente positiva porque sienta las bases para un desarrollo sólido que mostraron resultados concretos cada uno con su rol.



6. DESAFÍOS

Entre los principales desafíos, se identifican los siguientes:

- La seguridad alimentaria de las familias depende no sólo de la agricultura sino también de otras actividades complementarias como la ganadería, los riesgos climáticos y necesidades de ingresos. La agricultura familiar de la comunidad San José de Tiahuanacu actualmente es orientada para el consumo familiar y los excedentes para la comercialización, complementada con la ganadería vacuna y ovina. Por tanto, las inversiones para promover la mejora de los sistemas productivos de papa nativa debe considerar el tipo de agricultura familiar y el propósito de producción que practican las comunidades, junto con la predisposición de las familias a los cambios de labores productivas por el uso de las innovaciones resilientes.
- A diferencia de las variedades comerciales de papa, es un desafío la sostenibilidad de la conservación y producción de variedades de papas nativas, depende de su valoración, consumo y demanda de los mercados urbanos como de opciones de uso de estas variedades con alta calidad culinaria y nutritiva. Una cuestión que debería aprovecharse y promocionarse es justamente la diversidad y no la homogeneidad de las variedades. Las papas nativas tienen un valor centrado en su diversidad de colores en la pulpa, que debería ser ampliamente promovidos para su procesamiento en diferentes productos como hojuelas fritas y otros para el mercado. La conservación de las variedades de papa nativa, es uno de los pilares en donde se asienta la seguridad alimentaria para los agricultores, mientras exista una mayor diversidad de variedades de papas nativas, menor es el riesgo de escasez el cual conlleva a enfrentar con éxito los factores climáticos adversos.
- Los procesos de innovación que benefician a las familias de agricultores/as, deben adaptarse a las condiciones biofísicas y socioculturales de las comunidades, disponibilidad de tierra productiva y mano de obra disponible, junto con condiciones favorables de acceso a nichos de mercados que valoren la conservación de la diversidad de papas nativas. El desafío principal, es justamente el acceso a los mercados y la logística de acopio y entrega, ya que la agricultura familiar no entrega volúmenes altos sino volúmenes menores que requieren otro tipo de logística articulado a redes de comercialización.



7. APRENDIZAJES

- **La adopción y adaptación de las innovaciones es mejor recibida cuando estas integran la participación activa y efectiva de las familias en su validación y evaluación.** Conforme a las actividades planificadas con las familias agricultoras de la comunidad de San José de Tiahuanacu, se realizó la validación de tres innovaciones: a) variedades de papa nativa, b) riego por aspersión y c) uso de bioinsumos. En el proceso participaron las 15 familias según sus condiciones productivas y organizativas con el propósito de mejorar la producción de papas nativas para reducir pérdidas ocasionados por el clima (heladas y granizadas) y plagas en el cultivo de papa (gorgojo y polilla). En el proceso las familias, evaluaron las parcelas respecto del ciclo fenológico de las variedades nativas de papa, sus características agronómicas y rendimientos, principalmente en las parcelas familiares con la variedad Imilla negra donde obtuvieron buenos rendimientos como también en las parcelas de investigación donde se seleccionaron las variedades Pinta Boca, Surimana y Yana Q'ollo mismas que contribuyen en la adaptación con el uso de tecnologías; Asimismo se validó el uso de los bioinsumos artesanales e industriales como alternativas para la producción ecológica y el control preventivo de plagas como el gorgojo de los andes (fermento de hierbas aromatizantes locales) y en polilla de la papa (uso de feromonas); y en la postcosecha prácticas de control en almacén con el uso de feromonas.
- **El fortalecimiento de capacidades en los agricultores durante el ciclo agrícola es una cuestión clave que permite a los agricultores apropiarse de las innovaciones y buenas prácticas agrícolas.** La asistencia técnica desde la planificación, la siembra, el manejo e instalación del sistema de riego por aspersión, la preparación conjunta y aplicación de bioinsumos, los principios de manejo de semilla de buena calidad y manejo integrado del gorgojo de los andes y polilla de papa, ha sido importante para las familias, ir paso a paso para asimilar el valor de cambio de las innovaciones y sus efectos en los rendimientos. En el proceso, la elaboración y aplicación de bioinsumos ha sido una de las actividades más valoradas para mejorar la productividad de las papas nativas en tamaño y calidad. Las sesiones de capacitación prácticas fueron muy apreciadas debido a que se desarrollaron en las parcelas. Las capacitaciones en el idioma nativo, son mejor comprendidas para el manejo y producción de papas nativas.

- **En términos productivos.** Se puede señalar que la experiencia de las innovaciones tecnológicas resilientes al cambio climático para la producción de papa nativa bajo el contexto del altiplano fue positiva, ya que fue posible mejorar aspectos técnicos del manejo del cultivo que permitieron aumentar la productividad que tradicionalmente lograban estos agricultores, obteniéndose rendimientos promedios equivalentes a 14 a 17 ton/ha. Dentro de estas prácticas de manejo, se implementó el uso de semilla seleccionada, riego por aspersión y uso de bioinsumos, lo que se logró incorporar en el manejo del cultivo durante todo el ciclo de cultivo, además de ser difundida a otras comunidades del Municipio.
- **La contraparte en efectivo es un indicador de correspondabilidad de las familias beneficiarias para apropiarse de las innovaciones.** En el caso del sistema de riego, el estudio apoyó con un kit del sistema de riego por aspersión por familia (Motobomba de 5.5 HP, mangueras de succión y distribución, aspersor y trípode metálico), el cual fue cofinanciado en un 10% por las familias. Esta contraparte se utilizó para la adquisición de moldes metálicos para la elaboración de anillas de concreto (para reducir tiempos de construcción de las anillas) con el cual se recuperó e instalaron pozos semi profundos para el riego de cultivos en coordinación con el técnico agropecuario del GAM Escoma. La tecnología es un componente principal para la producción segura de papas nativas. Es importante promover esta tecnología y otras medidas de adaptación que sea económicamente eficientes, socialmente aceptadas y ambientalmente sostenibles para aumentar las posibilidades de impacto.
- **La gestión de acciones colectivas permite una mejor cohesión social y organización para la agricultura.** Es importante el trabajo organizado en una comunidad haciendo uso de prácticas de acción colectiva como el “ayni” donde hombres y mujeres trabajan unidos en beneficio de todas y todos. La capacidad de las personas responde favorablemente en procesos de desarrollo y de facilitación de apoyo externo. Sobre esta base el estudio ha permitido validar las tres tecnologías de producción agroecológica y resiliente, con el cual se mejoró los rendimientos de papas nativas y se generó excedentes, lo que motivó a su vez la necesidad de gestionar mercados para la comercialización de papas nativas, junto con la necesidad de mejorar la capacidad organizativa para negociar de mejor manera precios justos.
- La **capacidad de articularse** con el Gobierno Autónomo Municipal de Escoma (GAME), como contraparte fue importante para planificar y consolidar un trabajo conjunto, con la excavación de pozos de agua de riego, como para apropiarse, replicar y consolidar los trabajos promovidos en el marco de las intervenciones en el Municipio.
- Es necesario **promover y continuar trabajando** para involucrar a más comunidades, gobiernos municipales en el manejo de las innovaciones tecnológicas resilientes al cambio climático en sistemas de producción de papa nativa.
- Otro aspecto importante que se debe considerar, cuando los agricultores presentan un constante aumento de la producción, **se debe generar redes comerciales y transformación**

del producto de manera que les permita establecer relaciones comerciales más estables y de esta forma integrarse a la cadena de comercialización, en este caso en el cultivo de papa nativa.

- Finalmente, a manera de aprendizaje final de la experiencia, se destacó **la importancia de implementar medidas de adaptación contextualizadas en los sistemas productivos de las familias agricultoras de la zona andina** en Bolivia ya que se evidenció que los rendimientos de producción en un año climáticamente malo como el presente, fueron muy superiores a los esperados, lo que reduce notablemente la vulnerabilidad alimentaria y económica de las familias, por otro lado, experiencias como está, fortalecen las capacidades técnicas de los productores, mejoran sus prácticas productivas, cohesionan sus relaciones al interior de la comunidad y sus relaciones con el municipio y otras instituciones, reduciendo su vulnerabilidad social y política. Finalmente se evidenció con la implementación de las tres medidas, que los sistemas productivos de papa de las familias se encuentran mejor preparados para enfrentar los desafíos del clima futuro y están mejor adaptados hacia la resiliencia climática.



8. DIFICULTADES

- La adquisición de semilla certificada y/o seleccionada muy cerca de la época de siembra dificultó la oportuna siembra en las parcelas de los tratamientos.
- Por otro lado, no existe proveedores de semilla certificada de papa nativa en el departamento de La Paz, frente a la oferta de semilla de variedades comerciales. Esta situación es la que no permite un refrescamiento gradual de las semillas de papas nativas en el contexto del altiplano y otros. Esta situación debería mejorarse con el fortalecimiento de organizaciones de productores semilleros y su promoción, por ejemplo, en las ferias de los municipios.
- La poca información de opciones tecnológicas para riego son una dificultad para los agricultores para tomar mejores decisiones. Estas opciones deberían ser promovidas con información sobre costos, ventajas y desventajas, junto con opciones para mantener y proteger las fuentes de agua, es decir, información integral.
- La provisión de servicios accesibles en la parcela rural sigue siendo una dificultad que aún no está superada. La elaboración de los bioinsumos, por ejemplo, es una opción pragmática y de bajo costo frente a los bioinsumos industriales.



9. LECCIONES APRENDIDAS

- **La adopción y adaptación de las innovaciones es mejor recibida cuando estas integran la participación activa y efectiva de las familias en su validación y evaluación.** Conforme a las actividades planificadas con las familias agricultoras de la comunidad de San José de Tiahuanacu, se realizó la validación de tres innovaciones: a) variedades de papa nativa, b) riego por aspersión y c) uso de bioinsumos. En el proceso participaron las 15 familias según sus condiciones productivas y organizativas con el propósito de mejorar la producción de papas nativas para reducir pérdidas ocasionados por el clima (heladas y granizadas) y plagas en el cultivo de papa (gorgojo y polilla).
- **La combinación de medidas de adaptación, como las propuestas por el estudio, permiten construir la resiliencia gradual de los agricultores** y de la capacidad productiva en el cultivo papas nativas. Una sola opción tecnológica, sea semilla certificada, riego o uso de bioinsumos, puede ser suficiente para hacer frente a las amenazas de eventos extremos, por lo cual se requiere medidas combinadas para hacer frente a los potenciales riesgos de daños y pérdidas en la agricultura familiar, junto con otras opciones, por ejemplo de diversificación productiva.
- **Las medidas de adaptación deben ser contextualizadas a los sistemas productivos de agricultura familiar,** ya sea de subsistencia, mediana o consolidada, porque difieren en el acceso a tierra productiva, mano de obra y acceso a innovaciones. Pensar en paquetes tecnológicos estándares u homogéneo podría generar brechas en los agricultores en lugar de motivarlos, por lo cual es necesario, antes de promover sistemas intensivos de producción de papa, pensar en los medios de vida de los agricultores, sus fortalezas, oportunidades, desafíos y amenazas.
- **Evidencias como las generadas por el estudio,** que fue acompañada por sus autoridades municipales, son una oportunidad para hacer incidencia y escalamiento en profundidad, horizontal y vertical, es decir, las evidencias locales movilizan los diálogos sociales, técnicos y políticos.

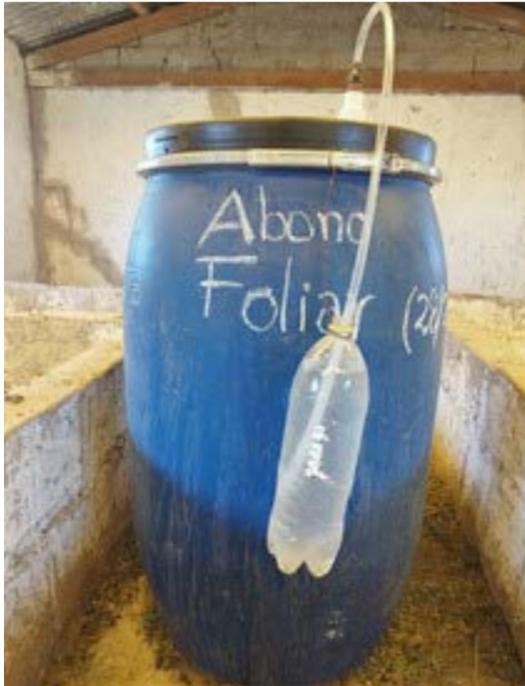
- **La experiencia del trabajo bajo un contexto de altiplano es compleja y de alta vulnerabilidad** en la comunidad, lo cual implica fortalecer procesos que generen capacidades en todos los actores involucrados especialmente en la dirección de desarrollo del Municipio de forma directa para incidir en la toma de decisiones. Esto establece los elementos necesarios para articular, validar, contextualizar las innovaciones tecnológicas resilientes al cambio climático, para que fortalezcan las capacidades de adaptación de los sistemas desarrolladas en la producción de papas nativas hacia la política nacional (Programa Nacional de Tubérculos y Raíces).



Fotografía 7. Cosecha de variedades de papas nativas, variedad Pinta boca, comunidad San José de Tiahuanacu.



Fotografía 8. Cosecha de variedades de papas nativas con la implementación de las tres tecnologías)



Fotografía 9. *Uso aplicación de bioinsumos, comunidad San José de Tiahuanacu*



Fotografía 10. *Sistema de riego por aspersión, comunidad San José de Tiahuanacu*



Fotografía 11. *Desarrollo fenológico del cultivo de variedades de papa nativa.*



Fotografía 12. *Desarrollo fenológico del cultivo de papa variedad Imilla negra*

ANEXO

Fichas técnicas

FICHA TÉCNICA 1:

SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN SEMI CAÑÓN

ANTECEDENTES

Las condiciones climáticas del Altiplano son factores determinantes en los aspectos productivos, de desarrollo y fragilidad del ecosistema. La extrema sequía, altas temperaturas, fuertes lluvias concentradas, exacerbadas por la alta variabilidad climática, en períodos muy cortos condicionan negativamente el desarrollo de la agricultura de forma segura, la calidad de los suelos, la regeneración y reposición de la flora y la fauna y el crecimiento general de la vegetación nativa, y más aún contar con agua segura para consumo humano y uso agropecuario. Ante este contexto, es necesario innovar opciones tecnológicas en sistemas de riego por aspersión.

El proceso de diseño de la instalación de riego por aspersión comienza reuniendo información de tipo agronómico acerca del tipo de suelo, cantidad y calidad de agua, clima y cultivos, como la topografía y dimensiones de la zona a regar bajo el contexto a implementarse. También habrá que considerar la capacidad del agricultor (mano de obra) para el manejo e instalación del sistema de riego.

El diseño de la instalación de riego por aspersión es de gran importancia porque permitirá conocer la capacidad del sistema y su adaptación para el riego, de determinados cultivos priorizados.

SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN

Objetivo.

Socializar la tecnología del sistema de riego por aspersión con el uso de semi cañones para la producción de cultivos, minimizando los costos y aumentando rendimientos agrícolas en época de estiaje.

Descripción de la tecnología.

El riego por aspersión consiste en aplicar el agua al suelo simulando una lluvia. Este efecto es conseguido gracias a la presión en que fluye el agua y es expulsada al exterior a través de un aspersor semi cañón. Normalmente, la presión requerida se obtiene a partir de bombas hidráulicas las cuales aspiran el agua desde un canal, río o pozo.

Diseño.

El sistema de riego por aspersión por semi cañones se caracterizan porque las mangueras planas de distribución y la unidad de bombeo, se pueden mover dentro del área a regar, es decir, todos sus componentes se transportan de un sitio a otro (Figura 1).

Componentes del equipo de riego por aspersión.

El equipo móvil de riego por aspersión se compone de cuatro unidades básicas: Mangueras de succión, motobomba, manguera plana de distribución y aspersor semi cañón.



54

MATERIALES PARA LA INSTALACION DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERCIÓN SEMI CAÑÓN

Manguera de succión.

Es un tubo flexible que está hecho especialmente para succionar agua u otros tipos de líquidos mediante una moto bomba hacia el aspersor. La manguera está reforzada con un cable helicoidal de acero continuo para evitar que la fuerza del vacío allane la forma tubular de la manga, obstruyendo la misma. Para prevenir que la suciedad entre en la moto bomba, normalmente tiene un filtro de succión en el extremo de la manguera de aspiración. Este filtro solo está formado por una rejilla de tejido o fibra o bien una rejilla de acero.



Manguera plana de distribución

La manguera plana de riego agrícola está fabricada con polietileno flexible diseñado para transportar agua de un lugar a otro. Este material hace que sean fáciles de transportar y almacenar. Además, tienen un diseño especial que les permite quedar planas cuando están vacíos y retraerse cuando se llenan, por lo que ocupan menos espacio que las mangueras tradicionales.



Motobomba

La motobomba de agua son máquinas que convierten energía mecánica (proveniente de un motor de combustión), permitiendo así transportar líquidos (agua y otros) de un punto a otro a través de mangueras de succión y de descarga.

La motobomba implementada especialmente es para riego, portátil con motor a gasolina de 5.5 hp 3600 rpm, 4 tiempos 1 cilindro; bajo las siguientes características: capacidad del tanque 3.6 litros arranque instantáneo, rendimiento óptimo de bombeo, incluye acoples en succión y salida, coladera para la succión e impulsor y voluta en fierro fundido resistente a la fricción.



Aspersor semi cañón de 2"

El aspersor de semi cañón para riego por impacto, con funcionamiento circular y con sectores a regulación. Se usa principalmente en el campo debido a sus características es de 2 pulgadas ideal para uso agrícola, sus características sobresalen especialmente la gran simplicidad de los mecanismos y la extraordinaria versatilidad de su empleo



Mantenimiento

Para que una **moto bomba** funcione de manera correcta es necesario realizar un mantenimiento habitual, comprobar el estado de las bugías y controlar el estado del filtró de aire mantenerlo limpio y en perfectas condiciones, revisar el nivel de aceite del equipo y por último periódicamente realizar el cabio de aceite. De esta forma podrás evitar fallos en el sistema y con ello gastos en reparaciones o compra de nuevos equipos.

En el tema del **aspersor** periódicamente realizar el mantenimiento de lubricación con aceite de las veletas y limpieza de las piezas armables.



MATERIALES PARA LA INSTALACION DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERCIÓN SEMI CAÑON

Cuadro 1. Análisis Físico y Químico de Estiércoles de Diferentes Clases de Animales

| Materiales | Cantidad |
|------------------------------------|----------|
| Motobomba Honda japonesa de 5.5 Hp | 1 |
| Manguera de succión (metros) | 8 |
| Manguera de expulsión (metros) | 40 |
| Aspersor SININGER de 2 pulgadas | 1 |
| Reducción de 3" a 2" pulgadas | 1 |
| 1 trípode metálico | 1 |

NOTA: El costo total de la tecnología implementada haciende a **6.100 Bs.**

FICHA TÉCNICA 2:

ELABORACIÓN DE BIOINSUMOS

ANTECEDENTES

Un número importante de productores en Bolivia no accede a servicios de apoyo a la producción agropecuaria, situación que vulnera aún más sus capacidades de respuesta frente a los riesgos climáticos. Los productores, se ven forzados a recurrir a insumos químicos de baja calidad y con alto impacto ambiental.

El pequeño productor, para producir bien, garantizar la seguridad alimentaria de su familia y generarse ingresos adicionales y mejorar actividad agrícola, requiere contar con servicios con el uso y aplicación de abonos mejorados para mantener sus parcelas de cultivos fuertes, vigorosos y resistentes.

En este contexto, se requiere innovar opciones tecnológicas agroecológicas como el uso de los bioinsumos localmente para la producción de cultivos priorizados.

ELABORACIÓN DE BIOINSUMOS

Descripción tecnología

Los bioinsumos, son un conjunto de productos de origen biológico claves dentro de la producción agrícola y es importante su integración dentro de los programas de manejo en cultivos priorizados. Los bioinsumos como el abono foliar, extracto de hierba y caldo sulfocalcico son utilizados para equilibrar las deficiencias nutritivas a consecuencia de suelos pobres como el control de plagas. Con las practicas implementadas en parcelas familiares e investigaciones están permitiendo tener alternativas que puedan enfrentar las limitaciones de la fertilidad del suelo y la disponibilidad de abonos de origen animal.

Objetivos

Producir bioinsumos: abono foliar, extracto de hierbas y caldos minerales, naturales de bajo costo, para una buena producción en años buenos, y recuperar los cultivos en años malos afectados por el impacto del clima como heladas, granizadas, sequías y plagas.

Beneficios que ofrece

- ◇ Bioinsumos de bajo costo accesibles para las familias.
- ◇ Representa un punto de gestión de conocimientos, para promover investigaciones e innovaciones adaptativas que pueden ser trabajadas entre técnicos y productores.

ELABORACIÓN DE LOS PRINCIPALES BIOINSUMOS

Abono foliar

Es un abono líquido fermentado, cuya elaboración es en base a bosta fresca de vaca, estiércol de cuy, ceniza, leche, alfalfa, chancaca, levadura y agua de acuerdo a la disponibilidad de materiales.

Sirve para complementar la nutrición de las plantas que presentan deficiencias de nutrientes (plantas débiles), debido a que los suelos han perdido su fertilidad.

También es muy utilizado para recuperar cultivos dañados por heladas, granizadas e incluso sequías; asimismo, ayuda a repeler los ataques de plagas y enfermedades. No contamina el suelo y permite una producción sana.



Elaboración del caldo sulfo cálcico

Es un caldo mineral preparado en base a cal y azufre.

Este producto es útil para controlar plagas como: trips, ácaros, pulgones y enfermedades causados por hongos como la roya, mildiu y oídio.

Este producto ayuda a las plantas, a recuperar su equilibrio nutricional, por causa de un mal manejo del suelo y el uso exagerado de químicos.



Elaboración de extracto de hierba

Es un macerado de plantas amargas existentes en la misma comunidad y otros. Los extractos pueden ser:

- Locoto y ajo.
- Hierbas picantes (altamisa, koa, ruda).
- Tabaco del cigarrillo.

Es un producto útil para controlar preventivamente plagas como las polillas, piqui piquis, y otros insectos, que atacan los cultivos, disminuyendo los rendimientos.



BENEFICIOS DEL USO DE LOS BIOINSUMOS

Los beneficios directos, en una comunidad u organización productiva es el acceso a productos ecológicos de bajo costo, necesarios para mejorar su producción agrícola, prevenir el ataque de plagas y enfermedades en los diferentes cultivos, y prevenir/mitigar el riesgo de pérdidas por el clima.

| CUADRO 1. COSTO PARA LA ELABORACIÓN DE BIOINSUMOS | | | | | |
|---|--------|----------------------|---------------|-----------------------|---------------------|
| ABONO FOLIAR | | | | | |
| COSTOS E INGRESOS | Unidad | Volumen | Abomno Foliar | | |
| | | | Cantidad | Precio unitario (Bs.) | Total Financ. (Bs.) |
| 1. INSUMOS Y OTROS | | | | | |
| Bosta fresca de vaca | Kg. | | 30.00 | 0.20 | 6.00 |
| Azúcar morena | Kg. | | 4.00 | 7.00 | 28.00 |
| Levadura fresca o seca | g. | 250 (1/2 paquete) | 1.00 | 4.00 | 4.00 |
| Leche de suero de leche sin sal | Lt. | | 2.00 | 18.00 | 36.00 |
| Alfalfa fresca | Kg | | 8.00 | 4.00 | 32.00 |
| Ceniza | Kg | | 5.00 | 1.00 | 5.00 |
| Cascara de huevo | Kg | | 2.00 | 4.00 | 8.00 |
| Transporte | | | 1.00 | 13.00 | 13.00 |
| Total, insumos | | | | | 132.00 |
| 2. MANO DE OBRA/GLOBAL | | | | | |
| Preparación del producto: | | | | | |
| Elaboración | | Jornal | 1.00 | 80.00 | 80.00 |
| | | | | | 80.00 |
| Total, mano de obra/global | | | | | 80.00 |
| COSTO TOTAL DE ELABORACIÓN | | | | | 212.00 |

"EXTRACTO DE HIERBAS"

| COSTOS E INGRESOS | Unidad | Volumen | Abomno Foliar | | |
|-----------------------------------|---------|-----------|---------------|-----------------------|---------------------|
| | | | Cantidad | Precio unitario (Bs.) | Total Financ. (Bs.) |
| 1. INSUMOS Y OTROS | | | | | |
| LOCOTO | Arroba | 0.5 | 1.00 | 35.00 | 35.00 |
| Ajo | Arroba | 0.5 | 1.00 | 45.00 | 45.00 |
| Tabaco cajetilla | Unidad | Cajetilla | 10.00 | 4.50 | 45.00 |
| Ruda | Amarros | 7 | 7.00 | 3.00 | 21.00 |
| muña Koa | Amarros | 7 | 7.00 | 1.00 | 7.00 |
| Altamiza | Amarros | 7 | 7.00 | 3.00 | 21.00 |
| Leña | Kg. | 2 Kg. | 2.00 | 5.00 | 10.00 |
| Transporte | | | 1.00 | 13.00 | 13.00 |
| Total, insumos | | | | | 197.00 |
| 2. MANO DE OBRA/GLOBAL | | | | | |
| Preparación del producto: | | | | | |
| Elaboración | | Jornal | 1.00 | 80.00 | 80.00 |
| Total, mano de obra/global | | | | | 80.00 |
| COSTO TOTAL DE ELABORACIÓN | | | | | 277.00 |

| CALDO SULFOCALCICO | | | | | |
|-----------------------------------|--------|---------|---------------|-----------------------|---------------------|
| <i>"COSTO PARA COMERCIALIZAR"</i> | | | | | |
| COSTOS E INGRESOS | Unidad | Volumen | Abomno Foliar | | |
| | | | Cantidad | Precio unitario (Bs.) | Total Financ. (Bs.) |
| 1. INSUMOS Y OTROS | | | | | |
| Cal viva o apagada pura | Kg. | | 1.00 | 3.00 | 3.00 |
| Azufre en polvo | Kg. | | 2.00 | 5.00 | 10.00 |
| Leña | Kg. | | 4.00 | 2.50 | 10.00 |
| Transporte | Kg. | | 1.00 | 13.00 | 13.00 |
| Agua 45 litros | | | | | 0.00 |
| | | | | | 0.00 |
| | | | | | 0.00 |
| | | | | | 0.00 |
| Total, insumos | | | | | 36.00 |
| 2. MANO DE OBRA/GLOBAL | | | | | |
| Preparación del producto: | | | | | |
| Elaboración | | Jornal | 1.00 | 80.00 | 80.00 |
| | | | | | 80.00 |
| Total, mano de obra/global | | | | | 80.00 |
| COSTO TOTAL DE ELABORACIÓN | | | | | 116.00 |

FICHA TÉCNICA 3:

USO DE SEMILLA CERTIFICADA DE PAPA

ANTECEDENTES

En Bolivia en los últimos 29 años ha logrado como aporte productivo del país un avance en la certificación de semilla, se destaca el incremento en la certificación de semillas de 6.438 toneladas, en la gestión de 1987 a 71.806 toneladas de semilla certificada para la gestión 2009, de diferentes rubros, siendo los más importantes el cultivo de soya que representa el 67%, Trigo el 13% papa 8%, y arroz el 5%. (INIAF, Informe 2010).

La producción de semilla certificada es un proceso clave para aumentar rendimientos del cultivo de acuerdo a datos del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria y Forestal (INIAF), en el departamento de La Paz durante la gestión 2008, la producción interna ha generado semilla certificada de ocho rubros, de los cuales el cultivo de papa representa el 88.04 %, el haba el 9,84% y el restante 2.12% lo componen los rubros de arveja, café, tarwi, amaranto, arroz, y quinua.

En marco del proyecto se pretende contribuir a fortalecer el manejo de la semilla de buena calidad en la promoción de una agricultura adaptativa y resiliente, a partir del manejo, conservación y uso de la semilla de papa, incorporando en el actuar de los técnicos, productores y reproductores.

SEMILLA CERTIFICADA DE PAPA

La producción de semilla de papa Certificada, se rige por procedimientos y normas específicas de producción, que contribuyen a garantizar la identidad y pureza varietal y asegurar la calidad de otros factores, directamente relacionados con la condición fitosanitaria la cual es supervisada por el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal INIAF, quienes acreditan a través de una tarjeta de registro, el cual garantiza la calidad de los tubérculos semilla, en óptimas condiciones de manejo, lo cual permiten al cultivo expresar su potencial productivo y las características propias de la variedad.

El Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) es la institución rectora que promueve el uso de semilla de calidad superior mediante control oficial al cumplimiento de las normativas y el establecimiento de los registros que deben cumplir bajo las siguientes categorías y generaciones de papa:

Pre-básica:

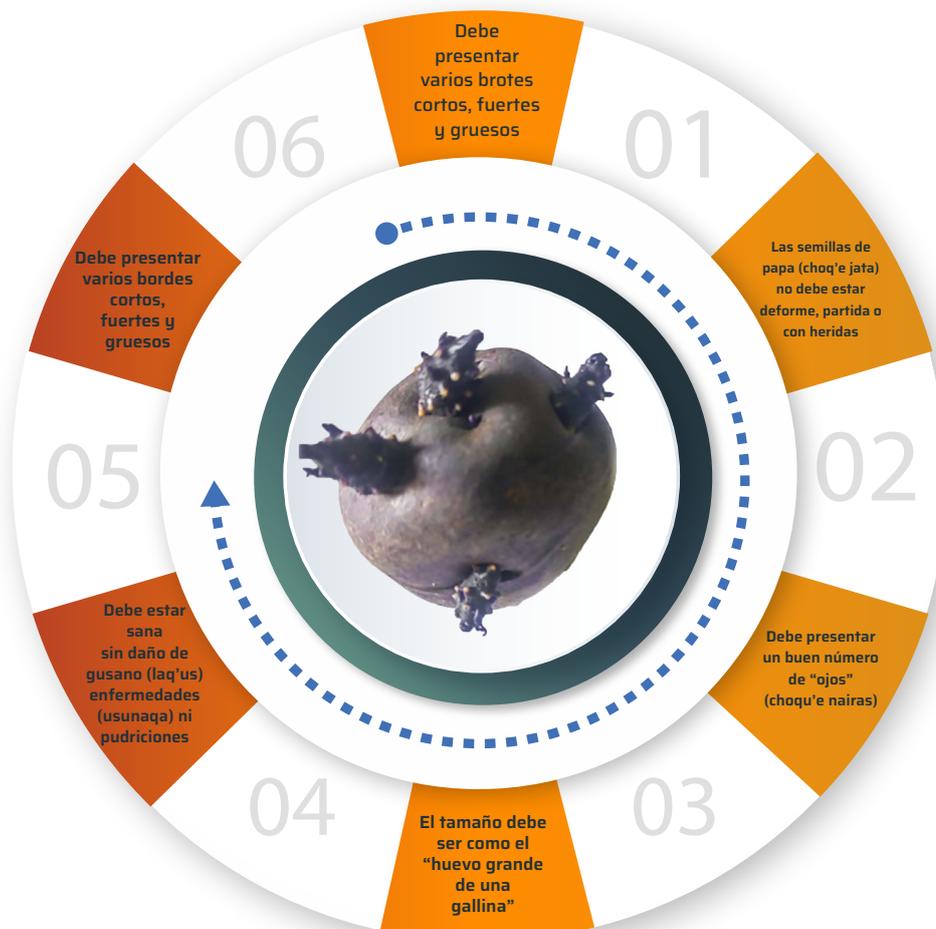
Semilla proveniente de cultivo de tejidos, libre de endo y exopatogenos, producida en invernaderos a prueba de afidios y bajo condiciones controladas de acuerdo a reglamentación específica.

Básica:

Deriva de la categoría Pre-básica, que sea procedente de esquejes o tuberculillos. De esta manera, en esta categoría se establecen tres remultiplicaciones: Básica 1 (B1), Básica 2 (B2) y Básica 3 (B3) y puede mantenerse dentro de su categoría siempre y cuando cumpla con ciertos requisitos de calidad. Se le otorga una etiqueta oficial de color blanco.

Registrada:

Resulta de la multiplicación de semilla Básica 3 (B3); para producirla en su primera generación. Esta semilla podrá multiplicarse en una segunda generación Registrada 2 (R2). De esta manera en esta categoría se establecen dos re multiplicaciones: Registrada 1(R1) y Registrada 2 (R2). Se le otorga una etiqueta oficial de color rosado.



¿Cómo producimos una semilla de papa de buena calidad?

Parcela de producción de semilla de papa

- Destinar una parcela exclusivamente para la producción de semilla de papa.
- La siembra en la parcela semillera debe realizarse a una distancia entre surcos de un paso (40 a 50 centímetros) y entre plantas de 70 a 80 centímetros.
- El terreno de la parcela debe tener una humedad intermedia (ni muy seca ni muy húmeda).
- Hacer buenos aporques altos y apretados, con esta práctica protegemos las plantas con mucha tierra de los insectos y enfermedades para que no ataquen.

Cuidado de las parcelas semilleras

- Aislamiento, la parcela semillera debe estar delimitada en los costados por cultivos de haba, tarwi o cualquier otro cultivo, con el objetivo de que insectos y enfermedades no ataquen a las plantas del cultivo de papa.
- Protección, prevenir con aplicación de fumigaciones posibles ataques del ataque de plagas y enfermedades cuando sea necesario.
- Erradicación, destruir las plantas enfermas, dañadas y deformes, estas plantas las sacamos del campo (raleo).

Selección de plantas como semilleras

- Selección positiva, escogemos las plantas sanas y fuertes. Las marcamos con una cinta o cuerda de color, las cosechamos por separado.
- Selección negativa, escogemos las plantas enfermas, las sacamos y las eliminamos así no contagian a las plantas sanas.

Cosecha de la semilla

- Cosechar sin dañar las papas semillas.
- Dejar orear la semilla luego seleccionarla bien.
- Embolsar la semilla para trasladarla al silo en bolsas red o yutes.
- Después de usar las herramientas en una parcela debemos limpiarlas antes de trabajar en otra.

Selección y clasificación de la semilla

- Separamos las semillas podridas, deformes agusanadas y menudas.
- No mezclamos distintas variedades de semilla.

- Debemos clasificar la semilla por tamaños.
 - **Categoría I.** Uso para la comercialización y consumo.
 - **Categoría II.** Uso para la comercialización, consumo, transformación.
 - **Categoría III.** Uso para la semilla de papa tamaño huevo de la gallina.
 - **Categoría IV.** Uso para el consumo.

Almacenamiento de la semilla

Un buen silo debe tener:

- Buena ventilación, para evitar el crecimiento de brotes largos y delgados.
- Baja temperatura y alta humedad. Si almacenamos papas partidas y con heridas, pueden podrirse.
- Luz difusa, para promover el verdeado de la semilla ya que ayuda a proteger de insectos y enfermedades.

Andes Resilientes es impulsado por:



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Bolivia

**Cooperación Internacional - COSUDE
Hub Regional Lima**

HELVETAS Bolivia

C. Gabriel René Moreno N° 1367. Edificio Taipi

oficina 1 pisos 2. Urbanización San Miguel,

Bloque H. Zona Calacoto • Casilla 2518 •

Telef./Fax: (591 - 2) 279 44 87 / 279 08 26

277 27 16 • La Paz, Bolivia

www.helvetas.org/bolivia



“Las ideas y opiniones expresadas en esta publicación son de exclusiva responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista y posición del Hub Regional Lima de la Cooperación Internacional de Suiza COSUDE o de sus socios. Este documento puede contener enlaces a sitios web externos sobre los cuales la Cooperación Internacional de Suiza - COSUDE no tiene control y por los cuales no asume responsabilidad”.