



CENTRO INTERNACIONAL DE LA QUINUA

PERFIL DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA

**EVALUAR LA DOSIFICACIÓN DE BIO-INSUMO LÍQUIDO VÍA FERTI-
RIEGO Y RADICULAR, PARA INCREMENTAR EL RENDIMIENTO EN EL
CULTIVO DE LA QUINUA, EN LA ORGANIZACIÓN PQCAS (U.T.D. VILLA
ESPERANZA – GAIOSCA) DEL DEPARTAMENTO DE ORURO
(CAMPAÑA AGRÍCOLA 2023-2024).**

Componente: Investigación y Desarrollo

Oruro – Bolivia

Contenido

1.- ANTECEDENTES.....	1
2.- JUSTIFICACION.....	1
3.- OBJETIVO GENERAL.....	2
3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
4.- REVISION BIBLIOGRAFICA.....	3
5. MATERIALES y EQUIPOS.....	3
6. LOCALIZACIÓN.....	4
7. METODOLOGIA Y PROCEDIMIENTO.....	4
7.1. Reuniones de coordinación con el Directorio de PQCAS.....	4
7.2. Inspección de la situación actual de la parcela.....	4
7.3. Reunión de concertación y firma de acuerdo de trabajo.....	5
7.4. Muestreo del suelo.....	5
7.5. Preparado del suelo.....	5
7.6. Establecimiento del cerco de protección.....	5
7.7. Aplicación de bio-insumos sólidos y líquidos.....	6
7.8. Variables de medida.....	6
7.9. Diseño estadístico.....	7
7.10. Plan de ejecución.....	8
8.- PRESUPUESTO.....	9
9. CRONOGRAMA.....	11

1.- ANTECEDENTES.

El cultivo de la quinua es practicado milenariamente, y considerado como herencia prehispánica de las culturas que habitaban a lo largo del altiplano boliviano. Aún en tiempos de la colonia y hasta la actualidad son una fuente principal de alimentación para las naciones originarias (aimaras; quechuas; uru-chipayas). La domesticación de ésta especie fue excepcional de la región, en condiciones climáticas bastante rígidas. Teniendo diversidad de eco-tipos de la quinua, con especialidades en referencia al consumo alimenticio diversificado (sopa, graneado, pito, lagua,...).

Hasta fines del siglo XX pasado, la mayoría de las comunidades originarias se dedicaban más en la ganadería (crianza de camélidos y ovinos), representando fuente importante de ingreso económico familiar. Por otro, practicaban viajes hacia los valles interandinos, como “llameros” que les permitían intercambio de productos del Altiplano y del Valle, siendo el principal componente de la dieta alimentaría de las familias campesinas de ese entonces.

La práctica del cultivo de la quinua, tradicionalmente fue una actividad exclusivamente para autoconsumo. A inicio de los años 70, muchas comunidades aumentan su productividad con el uso del tractor agrícola y consecuentemente se desarrolló el cultivo extensivo. Este comportamiento va acompañado con el interés del mercado que ofrece precios apetecibles por el grano de quinua, gracias a la promoción que realizan los Ministerios de Agricultura en Bolivia y Perú que lanzan al mundo información sobre su calidad nutritiva. Desde entonces y hasta inicios de la década de los noventa, existe un crecimiento de la producción con algunos altibajos en los precios.

Cuando el producir de la quinua, a medida que se ha expandido se enfrentan con problemas tecnológicos en la etapa de producción como: la erosión y la baja fertilidad de los suelos, proliferación de plagas y enfermedades, falta de equipos apropiados para cosecha y post cosecha; la cual se agrava con el cambio climático que afecta a la región con bastante intensidad con fenómenos como la sequía crónica, ventarrones y las heladas.

En este escenario, es sin duda necesario formular estrategias del buen manejo de los suelos, ligados a la complementariedad con la ganadería y rotación de los cultivos, acentuando la producción “bio-intensiva” orgánica sostenible, fomentando el consumo interno y finalmente promocionando valores agregados.

2.- JUSTIFICACION.

Para muchos sistemas de producción, el agua y el nitrógeno son limitantes para los cultivos, según (Cox et al., 1993); por lo que la optimización de ambos insumos producirá rendimientos y resultados económicamente aceptables. Existe demostración que los balances negativos (aplicar menos nutrientes de los que se extraen para el desarrollo del cultivo y producción de grano), disminuyen la fertilidad de los suelos, afectando la productividad y rentabilidad (García, 2003).

En este sentido, para obtener una producción rentable de los cultivos, en regiones como el altiplano boliviano, zonas productoras de la quinua, que de acuerdo a sus características climáticas solo permiten practicar la agricultura en el periodo de lluvias, es de gran importancia conocer la tecnología que permita ampliar este periodo, por lo que es necesario evaluar y cuantificar respuesta del ferti-riego (nutrientes + agua).

Estudios respecto al requerimiento nutricional de la quinua muestran que este cultivo necesita 283 kg/ha de nitrógeno para obtener un rendimiento de 2566 kg /ha de grano (FAUTAPO, 2008). Según Schulte et al. (2005) el rendimiento de la quinua puede alcanzar hasta un 3500 kg /ha, cuando se aplican 120 kg/ ha de nitrógeno. Por otra parte, Murillo (2006) indica que al aplicar 80 kg /ha de nitrógeno en la siembra, en condiciones del Altiplano, se puede obtener rendimientos por encima de los 1500 kg /ha, considerando que es necesario aplicar riego cuando las precipitaciones son bajas. Estos resultados, muestran que la quinua responde a niveles de nitrógeno por encima de los 80 kg/ ha, por lo que el suelo debería tener la capacidad de proporcionar esta cantidad del nutriente, además de suministrar adecuada humedad.

Es por demás conocido, que los agricultores de las tres zonas altiplánicas, se dedican a producir de manera extensiva, vendiendo materia prima en los mercados intermediarios, a precios bajos; los productores tienen la visión de expandirse la frontera agrícola, desplazando la ganadería y sus áreas de pastoreo (generador de guano); de esa manera gradualmente se van perdiendo la biodiversidad cultivada y no cultivada. Cuando, es posible incorporar paquetes de innovación tecnológica (enmiendas “bio-intensivas”; ferti-riego; hidrogel; bio-reguladores; semillas mejoradas inoculadas; bio-insecticidas;...); seguido de labores culturales en su oportunidad, es posible incrementar la productividad en rendimientos, y hacer sustentable una de las bases productivas que es el SUELO. Asimismo, ya es hora de tecnificar todas las etapas de la cadena productiva, con principios de la producción orgánica y agricultura de precisión, así mejorar la eficiencia del uso de los recursos; la productividad; la calidad; la rentabilidad; y la sostenibilidad de los ecosistemas.

3.- OBJETIVO GENERAL.

Determinar efectos de la dosificación de bio-fertilizante líquido (Fortachón y Proquibiol) vía radicular, para incrementar el rendimiento del cultivo de la quinua,

3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Determinar la dosis óptima del bio-insumo líquido, aplicado vía radicular (ferti-riego e inyectable) que permita diferenciar el desarrollo fenológico del cultivo.
- Identificar la fase fenológica adecuado del cultivo, para su aplicación del bio-insumo líquido
- Comparar el rendimiento productivo entre los tratamientos y el testigo.

H₀ = La aplicación de bio-insumos líquidos por “ferti-riego e inyección” a la raíz, en cultivo de la quinua no tiene efecto en el rendimiento del grano.

H₁ = La aplicación del bio-insumo líquido por vía radicular, en el cultivo de la quinua tiene efecto en el rendimiento.

4.- REVISION BIBLIOGRAFICA.

Según FAO (2015), el sistema de producción bio-intensivo, un nuevo método de agricultura ecológica de pequeña escala enfocado, principalmente a la producción en pequeñas extensiones con buen rendimiento. Una de las características más importantes de este sistema es que no utiliza insumos dependientes del externo, para alcanzar un alto rendimiento de producción en poco espacio, y que además, hace uso de una menor cantidad de agua que la utilizada en la agricultura convencional.

CII-ASDENIC (2010), aprovecha la naturaleza para obtener altos rendimientos de producción en poco espacio con un bajo consumo de agua. Utilizando semillas adaptadas localmente y solamente unos pocos fertilizantes orgánicos, el método es casi totalmente sustentable. Se basa en varios principios que pueden ser adaptadas a cualquier clima e implementadas con técnicas sencillas. El resultado es una agricultura ecológica, es un sistema que combina para obtener una dieta completa y nutritiva, con la gestión sostenible de la fertilidad del suelo.

Un paquete tecnológico agrícola, es un conjunto de conocimientos científicos, empíricos y comerciales, procesados y sistematizados, con los que es posible implementar, operar, producir y/o distribuir un bien o servicio, nuevo o mejorado. Engloban herramientas necesarias, validadas por instituciones reconocidas, para el desarrollo de proyectos productivos que estén al alcance de todos los productores que los requieran, para crear oportunidades que generen una buena producción.

Según F. Herrera T.-2006, a través de la innovación y la transferencia tecnológica, en estos procesos es evidente la idea de un tipo de desarrollo rural de la finca, en la instrumentación tecnológica, y el perfeccionamiento de los procesos productivos de las unidades u organizaciones económicas rurales. Por lo que es importante realizar una revisión de las innovaciones, sus procesos, y los alcances y limitaciones, en términos de los impactos entre los productores y empresarios del campo.

5. MATERIALES y EQUIPOS

Entre los materiales, bio-insumos, equipos y maquinarias son las siguientes:

- Alquiler de tractor agrícola
- Alquiler de Implementos (sembradora con incorporador de bio-insumos,...)
- Compra de bio-insumos (sólido y líquido).
- Compra de bio-insecticida (Biomax)
- Compra de semilla de quinua certificada (mejorada).
- Alquiler equipo de fumigación (tracto fumigadora, dron fumigador,...).
- Mochila inyectora para aplicar “bio-insumo líquido”
- Materiales (palos kurupau y mallas ganaderas), para cerco de protección de la parcela modelo.
- Envases ó recipientes para el preparado de las diluciones (turriles, tachos, baldes graduados,...)

7.3. Reunión de concertación y firma de acuerdo de trabajo.

Entre partes en consenso, se realiza la firma de acuerdo de trabajo en presencia del directorio de la organización.

7.4. Muestreo del suelo.

A partir de la suscripción de la firma del acuerdo de trabajo, se realizará muestreo del suelo, con la finalidad de determinar macro-micro nutrientes del suelo (caso de las nuevas parcelas).

7.5. Preparado del suelo.

Teniendo asignado una superficie de una hectárea, la misma se realizará el respectivo de roturación de ½ ha de terreno con al menos incorporación del “guano”, donde la otra parte se dejará al descanso.

7.6. Establecimiento del cerco de protección.

La parcela modelo asignada para producción primaria de la quinua, estará bajo cerco de protección todo el contorno, con palos de madera “kurupau” y mallas ganaderas. Con la finalidad de evitar entrada de los ganados y animales silvestres (vicuñas, liebres,...).

Fig. 2 *Croquis de la parcela.*

14 SURCOS	18 SURCOS	2 SURCOS	2 SURCOS
ECO-TIPO UTUSAYA	ECO-TIPO UTUSAYA	ECO-TIPO K'ELLU	ECO-TIPO K'ELLU
FERTI-RIEGO	FERTI-RIEGO	INYECCIÓN	INYECCION
FORTACHON	PROQUIBIOL	PROQUIBIOL	FORTACHON

T1 = FERTI-RIEGO CON DILUCIÓN DE FORTACHON

T2 = FERTI-RIEGO CON DILUCIÓN DE PROQUIBIOL

T3 = INYECCIÓN CON DILUCIÓN PROQUIBIOL.

T4 = INYECCIÓN CON DILUCIÓN FORTACHÓN

T0 = TESTIGO.

7.7. Aplicación de bio-insumos sólidos y líquidos.

Entre los bio-insumos (sólido y líquido), por aplicarse consiste en las siguientes y las dosis posibles:

Dilución y dosis	
a)	Tratamiento de la Semilla = Eco-tipos "Utusaya y K'ellu" (2,0 kg) pelletizadas con enmienda orgánico : Energy Top = 60 ml Tricobal = 50 gr
b)	Incorporación de bio-insumo sólido combinada Guano = Abono descompuesto del ganado camélido, cernida aplicar en la siembra (50 gr/golpe).
c)	Aplicación de bio-insumo líquido con diferentes niveles de concentración. <ul style="list-style-type: none">• Dilución al (Proquibiol+agua), vía ferti-riego.• Dilución al (Fortachónl+agua), vía ferti-riego.
d)	Aplicación de bio-insecticida. El producto sugerido " Biomax " ó similar, la cual se aplicará vía foliar para prevención y control de las plagas insectiles, y la aplicación será de 150 ml/mochila (20 lts); en total se requerirán al menos 2 litros para aplicar 2 a 3 veces en todo ciclo agrícola.
e)	Aplicación de Vigor Top Plus. Se aplicará 200 ml/mochila; con fines de fortalecer el vigor de las plantitas.

7.8. Variables de medida.

Las variables a tomarse en cuenta son:

- **Porcentaje de germinación**
En la primera fase fenológica se cuantificarán el porcentaje de la emergencia de las plantines, para evaluar la viabilidad germinativa de la semilla, y la incidencia óptima de la fertilidad del suelo.
- **Tamaño de las plantas**
Durante el proceso del desarrollo, se hará seguimiento en cada etapa el vigor del crecimiento hasta su madurez fisiológico.
- **Ancho y largo de la panoja**
Es la parte donde se concentran los granos de la quinua, una vez alcanzada la fase "madurez fisiológica", la misma requiere el pesaje.
- **Ancho y largo de las hojas**
Es la parte imprescindible para la actividad de "fotosíntesis", que interrelacionan con distintos órganos que contribuyen en la productividad.
- **Grosor del tallo**
Es importante considerar el grosor de los tallos, la cual es el soporte de la planta íntegra, que en cierta medida pueda tener efectos positivos en el grosor y tamaño.

- **Desarrollo de las raíces**
Para determinar tamaño del desarrollo por efectos del tratamiento, al final de la cosecha.
- **Peso del grano:** el peso del grano, después de la cosecha-post cosecha será el principal indicador del rendimiento del cultivo.
- **Cobertura del cultivo en el desarrollo.**

7.9. Diseño estadístico

De acuerdo el modelo estadístico, se sugiere el Diseño Bloques al Azar:

$$Y_{ij} = \mu + \hat{J}_i + \alpha_j + \hat{E}_{ij}$$

Donde:

- μ = *media general*
- \hat{J}_i = *efecto de los tratamientos*
- α_j = *efecto en los bloques ó repeticiones*
- \hat{E}_{ij} = *error experimental*

7.10. Plan de ejecución.

Cuadro 2. Etapas para la ejecución de la parcela modelo.

Etapas	Actividades
Inspección de la parcela experimental, y programación de la preparación del suelo.	Visita y recorrido de la parcela para investigación
	Descripción de la parcela experimental
Actualizado del acuerdo de trabajo con el beneficiario	Firma acuerdo de trabajo con tareas compartidas, para toda la campaña agrícola (2023 – 2024).
Muestreos del suelo	Sacar muestras representativas del suelo, definido para parcela modelo de investigación.
Análisis laboratorio	Llevar muestras al laboratorio para el análisis de macro-micro elementos (para parcelas nuevas).
Interpretación de resultados y recomendaciones	Interpretación de los resultados y las recomendaciones
Cercos de protección,	Traslado e implementación del cerco alambrado de protección.
	Concretar la implementación del cerco protección con palos kurupau + malla ganadera.
Compra de semillas mejoradas (certificadas).	Cotización de eco-tipos semilla de la quinua, en las instituciones proveedores con garantía de certificación.
	Efectivizar compra de semilla mejorada (certificada), eco-tipo recomendado.
Compra de bio-insumos sólidos y líquidos	Selección y cotización de bio-insumos (líquido o sólido).
	Efectivizar compra de bio-insumos (líquido y sólido)
Compra de bio-insecticida para prevención y control de plagas	Cotización de bio-insumos orgánicos garantizados.
	Efectivizar compra de bio-insecticidas naturales.
Compra de adherente vegetal	Cotizar y efectivizar la compra
Siembra	Efectivizar la siembra con semilla tratada (peletizada), a través del implemento “satiri - III”, que tiene incorporador de bio-insumos sólidos.
	Resiembra manual por golpes.
Alquiler ó flete de prototipos (tracto-fumigadora, fumigadora inyectable, dron, satiri III...)	Cotización servicio de los prototipos.
	Contrato y/o alquiler del servicio de los equipos fumigadoras.
	Efectivizar fumigaciones (hasta 3-4 veces).
Cosecha y post-cosecha	Seguimiento y evaluación, bajo planilla hasta determinar el rendimiento diferenciado por tratamientos.
Procesado y sistematización de datos (informe final)	Evaluación, tabulación de datos de campo e interpretación según el diseño planteado para cada variable.

8.- PRESUPUESTO.

Cuadro 3. Presupuesto por la superficie de media hectárea

N°	CANTIDAD	DESCRIPCION DEL BIEN Y/O SERVICIO	UNIDAD	P/U	TOTAL	C.I.Q.	BENEFICIARIO
1	1/2	Barbecho ó roturado del suelo	Ha	300	150	0	150
2	1	Traslado, y cernida del guano descompuesto	M3	100	100	0	100
4	1/2	Alquiler implemento para la siembra con incorporador de bio-insumos (sólido y líquido)	Ha	250	250	250	0
5	1	Alquiler de tracto fumigador, dron fumigador,...	Hrs	100	100	100	0
6	1/2	Alquiler servicio de la maquinaria agrícola para siembra	Ha	100	200	50	50
7	80	Compra de plantas forestales para barrera viva (olmo, sewinka,...)	u	3	240	0	240
8	3	Trasplante de especies forestal para barreras vivas	Jornal	100	300	0	300
9	1	Resiembra (trasplante de plantines de la quinua)	Jornal	100	100	50	50
10	1	Transporte de materiales (malla ganadera y palos kurupau) de Oruro- a la parcela experimental.	Viaje	0	0	0	0
11	6	Mano de obra para cosecha y post-cosecha de la quinua, en parcela modelo.	Jornal	100	600	0	600
12	1	Análisis completo de muestra del suelo inicial	Muestra	0	0	0	0
13	1	Interpretación y recomendaciones sobre análisis de macro y micro	Muestra	0	0	0	0

		nutrientes del suelo.					
14	1	Análisis de la materia orgánica (guano)	Muestra	0	0	0	0
15	1	Análisis del agua de riego	Muestra	0	0	0	0
16	88	Postes de madera kurupau	Pzas	0	0	0	0
17	9	Malla ganadera hexagonal N° 10 (50mx1,5m)	Rollos	0	0	0	0
18	4	Semilla eco tipos: "Utusaya y K'ellu"	Kg	35	140	140	0
19		Semilla forrajera para abono verde (lupinus, vicia,)	Kg	0	0	0	0
20	17	Bio-insumo líquido Proquibiol	Lt	45	765	765	0
21	19	Bio-insumo líquido Fortachón	Lt	40	760	760	0
22	50	Energy Top (peletizador semilla)	ml	0,26	13	13	0
23	100	Tricobal (peletizador semilla)	Gr	0,12	12	12	0
24	2	Vigor Top Plus (Fortalecedor)	Lt	45	90	90	0
25	2	Biomax (bio-insecticida)	Lt	140	280	280	0
TOTAL GENERAL:					4250	2660	1490

9. CRONOGRAMA.

Cuadro 4. Cronograma de actividades del 2023 - 2024

ACTIVIDADES	2023-2024													
	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	
Reunión de coordinación con la organización beneficiaria	■	■												
Firma del convenio y acuerdo de trabajo específico	■	■												
Selección y elección de: Suelo preparado con abonamiento y agua de riego			■	■										
Planificación participativa con el beneficiario (tema de investigación y las acciones)			■	■										
Elaboración de perfil como propuesta	■	■	■											
Implementar cerco alambrado de protección de la parcela modelo de investigación para producción bio-intensiva.		■	■	■										
Selección y compra de semilla mejorada (certificada)		■	■	■										
Selección y compra de bio-insumos, bio-insecticida y enmiendas (líquido o sólido).		■	■	■										
Alquiler de maquinaria agrícola, satiri III, y prototipos				■	■									
Siembra con incorporación de bio-insumo sólido				■	■									
Aplicación de bio-insumo líquido (diluciones): 1ra aplicación. 2da aplicación. 3ra aplicación.					■	■	■	■						
Aplicación de la prevención y control de plagas (2 veces)						■	■	■	■					
Seguimiento y evaluación de datos, del proceso desarrollo del cultivo de la quinua					■	■	■	■	■	■	■	■		
Cosecha – post cosecha												■	■	
Informes técnicas y final													■	