



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**



## **PERFIL DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**



**"EVALUACIÓN DEL APOORTE DE NITRÓGENO DEL CULTIVO DE HABA (VICIA FABA) PARA MEJORAR LA FERTILIDAD DEL SUELO Y LA PRODUCTIVIDAD DE LA QUINUA EN LA COMUNIDAD DE SAN PEDRO DE OPOCO, POTOSÍ"**

**UNIDAD DE INVESTIGACION,  
INNOVACION Y FORMACION DE  
RECURSOS HUMANOS**

**Oruro, marzo de 2024**



**TITULO:**

**"EVALUACIÓN DEL APORTE DE NITRÓGENO DEL CULTIVO DE HABA (VICIA FABA) PARA MEJORAR LA FERTILIDAD DEL SUELO Y LA PRODUCTIVIDAD DE LA QUINUA EN LA COMUNIDAD DE SAN PEDRO DE OPOCO, POTOSÍ"**

**INTRODUCCIÓN.**

La Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*), catalogado como un pseudocereal, se constituye en una alternativa a corto y mediano plazo para cubrir el déficit de alimentos que ya afecta a nuestro planeta y se prevé que en las próximas décadas el déficit de alimentos será mayor. Desde el punto de vista nutricional y alimentario la Quinoa es fuente natural de proteína vegetal y de alto valor nutritivo por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales (AAE), que le confieren un valor biológico comparable solo con la leche, la carne y el huevo. Como fuente de proteína vegetal, la Quinoa ayuda al desarrollo y crecimiento del organismo, conserva el calor y la energía del cuerpo, de fácil digestión y combinada con otros alimentos forma una dieta completa y balanceada que puede sustituir alimentos de origen animal.

En la actualidad, en el altiplano, ya existen investigaciones con el tema del haba que es una leguminosa que se utiliza comúnmente como cultivo de cobertura y abono verde debido a su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico en el suelo. Esto se debe a la simbiosis que establece con bacterias del género *Rhizobium*, que convierten el nitrógeno del aire en una forma utilizable por las plantas.

Algunos estudios han demostrado que el cultivo de haba puede mejorar la fertilidad del suelo y aumentar la productividad de la quinua. Por ejemplo, un estudio encontró que la introducción de haba en un sistema de cultivo asociado con brócoli aumentó el contenido de nitrógeno total, fósforo disponible y potasio intercambiable en el suelo, lo que se tradujo en una mayor producción de brócoli.

Otro estudio destacó la importancia de las leguminosas, como el haba, para mejorar la fertilidad del suelo y aumentar la productividad de los cultivos. Las leguminosas pueden fijar hasta 300 kg/ha/año de nitrógeno, lo que reduce la necesidad de fertilizantes químicos.

En la región Altiplano Sud Oeste de Potosí, durante la campaña agrícola 2022-2023, se ha realizado la implementación de una parcela experimental, con producción primaria del cultivo de la quinua, donde se ha aplicado "bio-insumos

orgánicos” (*Vigortop y Zumsil*), teniendo resultado parcial en lo que son fases fenológicas de desarrollo, con poca relevancia, aunque lo determinante sería el rendimiento en grano por superficie. Antes de la siembra se hizo hacer análisis del suelo, con resultado de la deficiencia de la materia orgánica que deduce en el contenido del nitrógeno disponible 34,4 kg, sabiendo que el requerimiento es de 37,0 kg para producir una tonelada de la quinua en grano.

Por tanto, reponiendo materia orgánica la misma cantidad ó duplicando es posible incrementar el rendimiento, además con las condiciones potenciales que se tienen (agua de riego, infraestructura, guano del ganado camélido, cerco alambrado de protección,..) como recomendable en esta campaña agrícola (2023-2024) proyectando implementar parcela modelo de ferti-riego tecnificado, mitigando el cambio climático con lluvias dispersas fuera de su época, sequías y heladas.

El cultivo de la quinua, es una planta eficiente en el uso del agua, es tolerante y resistente a la falta de humedad del suelo y posee una extraordinaria adaptabilidad a diferentes pisos agroecológicos (PROINPA, 2011). Este cultivo ha cobrado mayor importancia en el país debido al incremento de la demanda a nivel mundial (IICA, 2015). Pero, la producción primaria se realiza principalmente bajo condiciones de secano (IICA, 2015), por lo que el manejo de agua, riego y drenaje; son considerado prioritario en la eficiencia del manejo agronómico del cultivo por la adversidad del cambio climático.

En los últimos años la agricultura se está polarizando, hacia condiciones cada vez más controladas para mejorar rendimientos en la producción primaria, con la intención de **optimizar** uso de los recursos naturales. La utilización de nuevas tecnologías tales como la fertirrigación permite sincronizar la oferta de nutrientes del suelo en el preciso momento de la demanda fisiológica de las plantas.

El cultivo del haba (*Vicia faba*), como una alternativa que aporta nitrógeno al suelo de diferentes maneras, lo que permite ayudar a mejorar la fertilidad de suelo e incrementar el rendimiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), con esos antecedentes podemos decir que el cultivo del haba es muy importante por su fijación de nutrientes al suelo y otros aportes que a continuación mencionamos tales como:

- ❖ Fijación de Nitrógeno: El haba es una leguminosa que tiene la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico ( $N_2$ ) en el suelo a través de una simbiosis con bacterias del género *Rhizobia*. Estas bacterias convierten el nitrógeno atmosférico en formas utilizables por las plantas, como el amoníaco ( $NH_3$ ) y el nitrato ( $NO_3^-$ ).

- ❖ **Aporte de Materia Orgánica:** El haba agrega materia orgánica al suelo a través de sus raíces y residuos de cosecha, lo que puede mejorar la estructura y la fertilidad del suelo.
- ❖ **Liberación de Nutrientes:** Al descomponerse, los residuos del haba liberan nutrientes, incluyendo nitrógeno, fósforo y potasio, que pueden ser utilizados por la quinua.
- ❖ **Mejora de la Estructura del Suelo:** El haba tiene un sistema radicular profundo que puede ayudar a mejorar la estructura del suelo, aumentando su capacidad de retención de agua y nutrientes.

La organización productora de la quinua “ARPAIAMAT” aglutina unos 106 socios, con su directorio se tienen firmado un convenio de trabajo, para mostrar parcela experimental mejorando la productividad relevante en beneficio de la organización beneficiario. Sabiendo que en las últimas décadas se practican cultivo extensivo en desmedro del medio ambiente (pérdida de la biodiversidad), teniendo rendimientos bajos entre 10 a 15 qq/ha. Al respecto, conociendo la potencialidad productiva (parcela con cerco, riego, guano.) se propone mejorar el rendimiento a un nivel semi-intensivo, con ciertas técnicas de ferti-riego, incorporación de bio-insumos sólidos y líquidos y el aporte de nitrógeno mediante la incorporación del cultivo del haba para mejorar la productividad de la quinua. Los actores locales facilitaran la parcela modelo de investigación, mano de obra, seguimiento participativo, bio-insumos a aplicarse de manera compartida; según acuerdos de la firma del convenio interinstitucional entre C.I.Q. y ARPAIAMT.

## **OBJETIVOS.**

### **Objetivo General:**

- Evaluar el aporte de nitrógeno al suelo mediante el cultivo del haba sembrada en surcos con satiri, con el fin mejorar la productividad de la quinua en la próxima campaña agrícola.

### **Objetivos específicos:**

- Evaluar el aporte del nitrógeno en dos etapas sobre las variables agronómicas y fenológicas del cultivo del haba.
- Evaluar el aporte final de nitrógeno al suelo por el cultivo de haba a través del análisis de suelo.

## **LOCALIZACION.**

El municipio de Tomave, es la segunda sección municipal de la provincia Antonio Quijarro del departamento de Potosí, limita al Nor-Este con Urmiri, al Este con Porco y Cañiza “D”, al Sur-Este con Cotagaita, y al Sur, al Oeste y al Norte con el municipio de Uyuni. Topográficamente, tiene paisaje alto, ondulado a escarpado, que ha sido disectado por muchos riachuelos pequeños que forman las cabeceras del río Pilcomayo, con laderas escarpadas y una altitud desde 3.000 a 4.500 msnm.

El clima determina que los terrenos de la zona sean estériles y secos. La precipitación anual es de 400 mm, siendo comunes las temperaturas frías menores a 0°C, especialmente durante la época de invierno (de mayo a julio). Los suelos de laderas escarpadas son de poca profundidad y a menudo pedregosos o gravosos, con textura mediana. La vegetación está formada por pastos nativos, donde pueden verse diversas especies como tholares, pajonales, yaretas y entre otros.

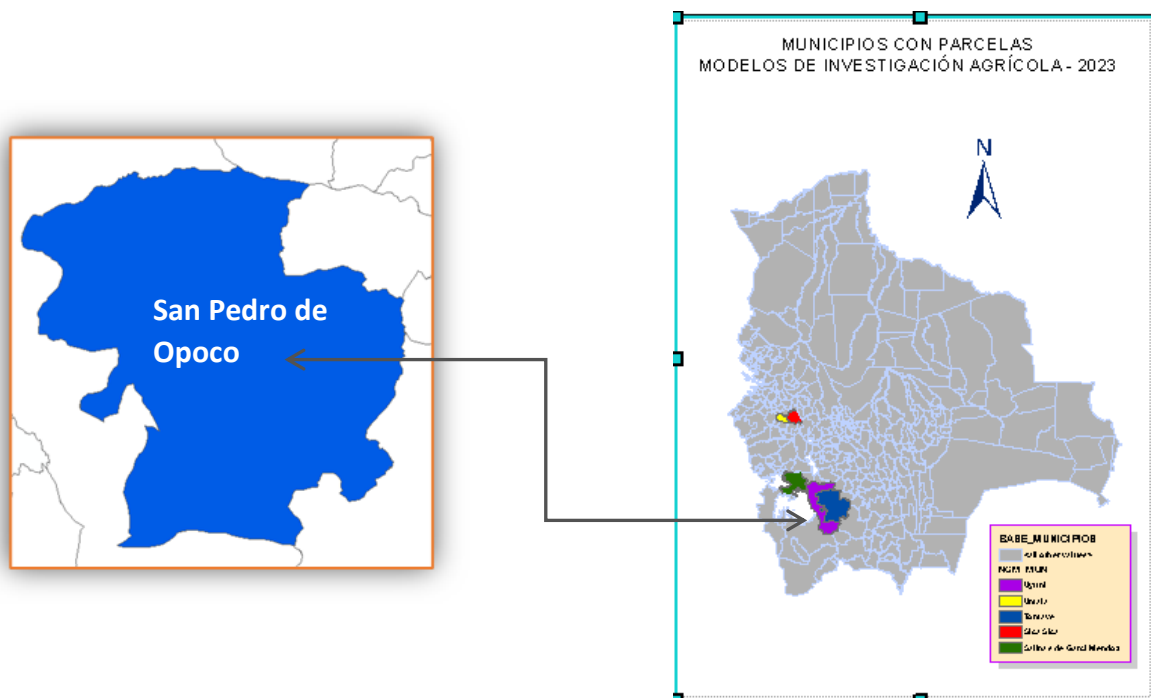
Las actividades económicas de la población, se caracteriza y se dedican principalmente a la agricultura y la ganadería camélidas, beneficiándose en la comercialización de sus sub-productos (carne, lana y charque), en las diferentes ferias locales y regionales.

### **Ubicación geográfica.**

La parcela modelo de Investigación en producción bio-intensiva del cultivo de la quinua, se encuentra localizada en la comunidad de San Pedro de Opoco, de la provincia Antonio Quijarro, municipio de Tomave – Departamento de Potosí. Teniendo una población de 399 habitantes entre varones y mujeres, y se encuentra ubicada a una altitud de 3880 msnm, y las coordenadas de 19° 44' 37" latitud Sur y 66°42' 28" longitud Oeste.

La distancia desde la ciudad de Oruro se encuentra a unos 220 km, donde la carretera es asfaltada hacia la ciudad de Uyuni, y el desvío es desde la localidad intermedio “Riomulatos” unos 15 km camino de tierra.

**Fig.1. MUNICIPIO DE TOMAVE Y LA COMUNIDAD SAN PEDRO DE OPOCO  
DEPARTAMENTO DE POTOSÍ**



### Descripción agroecológica de la zona

Como ventajas y potencialidades, tienen suelos aptos para el desarrollo de actividades como la agricultura y la ganadería, donde el manejo de las pasturas es apropiado en la región; además de disponer agua para la irrigación. Respecto a la actividad ganadera, en algunas comunidades se ha previsto impulsar la lechería, para lo cual se ha encarado la introducción de forrajes como la alfalfa, avena, cebada, incluso la recuperación de las praderas nativas.

La agricultura está centrada en la región, además en los valles bajas, con cultivos principalmente la papa, quinua y cebada. Muy particularmente, San Pedro de Opoco es una zona apta para la producción de haba, papa, quinua principalmente en sus diferentes variedades o ecotipos como la Real Q'ellu, Pandela Rosada, Phasanqalla, Negra, entre otros.

### Clima.

El clima es árido, con una temperatura media anual 16°C, la precipitación pluvial media anual 331 mm y la humedad media es de 35% aproximadamente.

## **Vegetación.**

La zona donde se implementará se resume las especies vegetales presentes en el Municipio: Lampaya *Lampaya castellani*, Kora *Tarasa tenella*, Ñaka thola *Baccharis incarum*, Tara tara *Fabiana densa*, Huma thola *Parastrephia lucida*, Muña *Satureja boliviana*, Paja brava *Festuca orthophylla*, Añahuaya *Adesmia spinossisima* Ayrapmu *Opuntia soeblensii*, Tusca tusca *Nicotiana undulata*, Kela *Lupinus altimontanus*

## **Suelos.**

Los suelos del Altiplano boliviano en general presentan bajos contenidos de materia orgánica (Menor a 1%), por lo tanto los contenidos de nitrógeno total también son bajos (menor a 0.1%). En el suelo el nitrógeno puede encontrarse en forma orgánica e inorgánica. A pesar de que es prácticamente no disponible para las plantas, la forma orgánica predomina en el suelo, en los horizontes superficiales, como aminoácidos, proteínas, azúcares y otros compuestos representando el 95 a 98 % del Nitrógeno total, por tanto el nitrógeno mineral disponible para el desarrollo de la planta queda entre 1 a 5% (Rezende y Araujo, 2007). La disponibilidad de nitrógeno para las plantas depende del contenido y de la tasa de mineralización de la materia orgánica (entrada) y de las pérdidas que ocurren en el suelo (salidas). Según Fatecha (1999), la temperatura ideal para conseguir una buena mineralización de 30 °C, con una humedad de suelo entre 50 – 60% de la Capacidad de Campo, el pH alrededor de la neutralidad 5.6 – 7.5, excelente aireación y relación C/N 17/1. Una de las características del suelo es de textura “arena limosa” reúnen condiciones para las prácticas de la agricultura, especialmente el cultivo de la quinua; según análisis de la laboratorio de la muestra del suelo, se tienen resultados de los parámetros, donde se evidencia la deficiencia de la fertilidad (bajo de nitrógeno asimilable).

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Equipos**

Los equipos más usuales para este fin se enuncian:

- Equipo de riego a goteo.
- Venturi para fertirriego.
- Motobombas
- Tractor agrícola
- Arado de disco
- Sembradora satiri

### **Material biológico**

Para el presente estudio de investigación, se utilizará como material biológico semilla de haba criollo de la zona para evaluar el aporte de nitrógeno al suelo.

### **Abono orgánico**

El abono será proveniente de la producción de llamas del productor beneficiario, para la fertilización de los suelos en estudio.

### **Material de campo**

Picota, rastrillo, hoces, estacas, marbetes, bolsas plásticas, flexómetro, cinta métrica, mochila fumigadora, libreta de campo, cámara fotográfica. Barreno muestreador, Bolsas de muestreo, Cilindros, GPS, Cámara digital fotográfica, Balanza digital, Cilindros para realizar pruebas de infiltración.

### **Material de laboratorio.**

Análisis de laboratorio de suelo, análisis de laboratorio de estiércol. Balanza analítica, pH metro, conductivímetro, pipetas, frascos de vidrio.

### **Metodología:**

#### **Procedimiento experimental (resumen).**

El presente trabajo de investigación, se iniciara con la preparación del suelo con las primeras lluvias de enero o febrero, luego con la recolección de las muestras de suelo y estiércol para su respectivo tratamiento de análisis en laboratorio para determinar el grado de fertilidad del suelo y la necesidad de su requerimiento, para posteriormente proceder a la siembra del cultivo de haba en el mes de septiembre, una vez concluida la siembra, la evaluación de las variables agronómicas de estudio serán constantes para ver el grado de aporte de nitrógeno al suelos, las cuales se registraran de manera permanente, una vez concluido su fase fenológica del cultivo del haba se realizar la extracción de muestras de suelo para su análisis en laboratorio y su interpretación para ver el grado de aporte de nitrógeno al suelo para la siembra de quinua en la próxima campaña agrícola.

## Croquis de parcela experimental

**Fig.4. Parcela modelo con tratamientos**



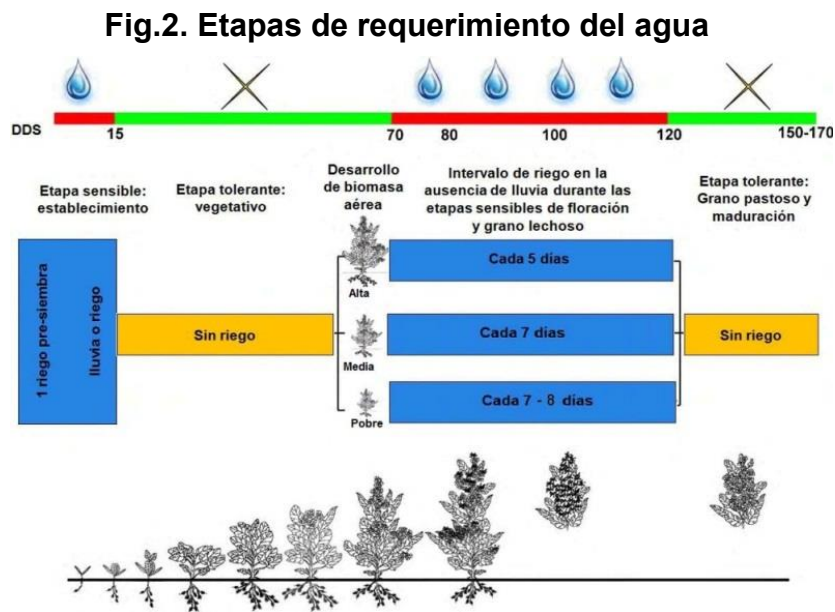
### **A. Análisis interpretativo**

El análisis de laboratorio, es una herramienta fundamental para evaluar la fertilidad del suelo y determinar la disponibilidad de nutrientes para las plantas. En este caso, se presentará un análisis interpretativo de análisis de laboratorio de evaluación de nitrógeno del haba para producción de quinua que nos ayudará a observar el incremento de fertilidad del suelo para el cultivo de la quinua.

### **B. Alcance de la propuesta.**

- Se dispondrá del terreno de una extensión no mayor a una hectárea, bajo convenio entre C.I.Q. y ARPAIAMT
- Disponer una infraestructura y redes del sistema de riego a goteo.

- Disponibilidad del guano del ganado camélido (24 m3).



## Procedimiento de la implementación del cultivo

### Fase 1

- **Elección del terreno** – El terreno elegido que se dispondrá para el trabajo de investigación un suelo productivo de rotación, y en esta gestión campaña agrícola 2024-2025, se iniciará mediante la rotación de cultivo del haba, cultivo que nos ofrece la incorporación de Nitrógeno al suelo, elemento vital que requiere la quinua para llegar a un buen rendimiento
- **Barbechado** – El terreno con una superficie de 1/2 hectárea será roturado con tractor agrícola, arado de disco con una profundidad de 30 cm labor que será realizada en el mes de febrero 2024.
- **Análisis de suelos en laboratorio** – Se realizará el análisis de suelo en laboratorio y su posterior interpretación. antes y después de la siembra del cultivo del haba. Una vez obtenido los resultados preliminares y finales se recomendará el uso del cultivo de la haba como una alternativa de fertilizante directa al suelo.

## **PRESUPUESTO ESTIMADO.**

El trabajo de investigación, "Evaluación del aporte de nitrógeno del cultivo de haba (vicia faba) para mejorar la fertilidad del suelo y la productividad de la quinua en la comunidad de san pedro de Opoco, Potosí" tiene un presupuesto estimado de :

### **REQUERIRÁ EL SIGUIENTE PRESUPUESTO ESTIMADO: PRESUPUESTO ESTIMADO**

<b>No.</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U. Bs</b>	<b>Total Bs.</b>
1	Tricobal	Kg	0,25	150,00	37,50
2	Energy Top	Lt	0,50	280,00	140,00
3	Biomax	Lt	3,00	160,00	480,00
4	Vigortop Plus	Lt	3,00	45,00	135,00
5	semilla de haba	@	2,00	160,00	320,00
6	Flete Satiri	1/2 Ha	1,00	280,00	280,00
7	Estacas de madera	Pza	20,00	7,00	140,00
8	Análisis de laboratorio	Global	1,00	600,00	600,00
9	Mano de obra	jornal	3	200	600,00
10					
	<b>TOTAL</b>				<b>2.732,50</b>

## **CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

El trabajo de investigación, requiere dos gestiones agrícolas a partir de la planificación que se realiza el mes de enero actividad que será acompañado por la elección y preparación del suelo, luego prosiguen con los trabajos de siembra del cultivo de haba para incorporar nitrógeno en los suelos para obtener una mayor productividad de quinua en la parcela de investigación. Asimismo, el trabajo minucioso queda en la evaluación, tabulación de datos y elaboración del informe final.

### CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	Ene	Feb	Mar	Abr	Ma	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Ma	Jun
Elaboración del perfil	█	█																
Identificación parcela	█																	
Firma de convenio	█																	
Análisis de suelos.						█		█			█	█	█	█	█			
Riego										█	█	█	█	█	█			
Barbechado, abonado																		
Siembra										█								
Aplic. bio-insumos											█	█	█	█	█			
Deshierbe												█	█	█				
Cosecha																		█
Postcosecha																		█
Seguimiento y monitoreo										█	█	█	█	█	█	█	█	█
Sistematización																		█
Informe parcial												█	█					█

### REVISION BIBLIOGRAFICA

CIQ (Centro Internacional de la Quinua) 2023 Informe Técnico de investigación “Evaluación de germinación de quinua aplicando riego por goteo”

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2001. Cultivos Andinos: Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. Eds. A Mujica; Jacobsen; J Izquierdo; JP Marathee. Santiago, CL. (Disponible en CD-ROOM).

FUENTES, J. 2002. Manual Práctico sobre utilización de Suelo y fertilizante. Ministerio de Agricultura pesca y Alimentación. Madrid, España. Ediciones Mundi Prensa.

GANDARILLAS, H. 2001. Historia de la Investigación para el Desarrollo Agropecuario en Bolivia. Eds. Humberto, Carlos y Antonio Gandarilla A. Cochabamba, Bolivia. 232 p.

HUANCA, R. A. 2008. Evaluación de diferentes niveles de abono orgánico y riego deficitario sobre el desarrollo y rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Altiplano Sur. Tesis de grado en Lic. Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia.

INFOQUINUA 2001. (En línea). Consultado 30 Oct. 2009. Disponible en: <http://www.infoquinua.gov.bo/quinuaorganica/panorama.htm>



LEÓN J. M. 2006 Hibridación y comparación de la F1 con sus progenitores en tres cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Puno. Tesis Ing. Agro. FCA-UNA. Puno, Perú. P. 34-36 p.

MUJICA, A.; JACOBSEN, SE.; IZQUIERDO, J.; MARATHEE, JP. 2004. Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro. Puno, Perú. Unidad de Publicaciones U.N.A. Puno.