

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS
“Dr. MARTÍN CÁRDENAS”



**EVALUACION AGROECONÓMICA DE CINCO CULTIVOS
ALTERNATIVOS PARA LA ZONA ALTA DE LA PROVINCIA
TIRAQUE, COCHABAMBA, BOLIVIA**

TRABAJO DE TESIS PARA
OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRONOMO

JOSÉ CARLOS CLAROS ZEBALLOS

COCHABAMBA – BOLIVIA

2009

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVOS:	2
1.1.1. OBJETIVO GENERAL	2
1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.2. HIPÓTESIS	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. EL CULTIVO DE MACA (<i>Lepidium mayenny</i> Walp)	3
2.1.1. Características Edafoclimáticas.....	3
2.1.2. Preparación del Terreno.....	4
2.1.3. Siembra.....	4
2.1.4. Labores de cultivo	4
2.1.5. Plagas y enfermedades.....	5
2.1.6. Cosecha y post cosecha	5
2.2. EL CULTIVO DE QUINUA (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd)	6
2.2.1. Características edafo climáticas.....	6
2.2.2. Preparación del terreno.....	7
2.2.3. Siembra.....	7
2.2.4. Plagas y enfermedades.....	7
2.2.5. Cosecha.....	8
2.3. EL CULTIVO DE CAÑAHUA (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen)	8
2.3.1. Características edafoclimáticas.....	8
2.3.2. Preparación del terreno	9
2.3.3. Siembra.....	9
2.3.4. Labores de cultivo	10
2.3.5. Plagas y enfermedades.....	10
2.3.6. Cosecha.....	10
2.4. EL CULTIVO DE TARHUI (<i>Lupinus mutabilis</i>)	10
2.4.1. Características edafoclimáticas.....	11
2.4.2. Siembra.....	11
2.4.3. Plagas y enfermedades.....	12
2.4.4. Cosecha.....	12
2.5. EL CULTIVO DE AVENA (<i>Avena sativa</i> L.)	13
2.5.1. Características edafoclimáticas.....	13
2.5.2. Siembra.....	13
2.5.3. Plagas y enfermedades.....	14
2.6. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA QUINUA, MACA Y TARHUI	15
2.7. ADAPTACIÓN	15
2.8. Importancia del nitrógeno en la agricultura	16
2.9. EVALUACIÓN PARTICIPATIVA	17

2.9.1. Técnicas de evaluación participativa con agricultores.....	17
2.10. RELACIÓN BENEFICIO/COSTO.....	18
2.10.1. Conceptos económicos sobre costos de producción.....	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA	21
3.1.1. Ubicación.....	21
3.1.2. Clima	23
3.1.3. Suelo	23
3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL	23
3.2.1. Material vegetal.....	23
3.2.2. Material de campo	24
3.2.3. Materiales de laboratorio.....	24
3.3. METODOLOGÍA.....	25
3.3.1. Diseño experimental.....	25
3.3.2. Disposición del ensayo en el campo experimental (croquis)	25
3.3.3. Preparación de terreno.....	26
3.3.4. Siembra.....	26
3.3.5. Variables de respuesta	27
3.3.6. Cosecha.....	29
3.3.7. Relación beneficio costo B/C.....	29
3.3.8. Modelo matemático	30
3.3.9. Análisis de suelos	30
3.3.10. Evaluación participativa.....	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1. TEMPERATURAS MÁXIMAS, MÍNIMAS Y PRECIPITACIÓN EN LA ZONA DE VILLA FLORES.....	32
4.2. TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN DE LA ZONA DE TORO FALDA.....	34
4.3. SUELO.....	36
4.4. EVALUACIÓN DE LOS CULTIVOS EN LA LOCALIDAD TORO FALDA.....	37
4.5. EVALUACIÓN DE LOS CULTIVOS EN LA LOCALIDAD VILLA FLORES.....	37
4.5.1. AVENA	38
4.5.2. MACA	45
4.5.3. TARHUI.....	49
4.6. EVALUACIÓN PARTICIPATIVA.....	55
4.7. ANÁLISIS ECONÓMICO	56
V. CONCLUSIONES.....	57

VI. REVISIÓN DE LITERATURA 58
ANEXOS 63



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química de la quinua, maca y tarhui (En 100 g. de parte comestible)	15
Cuadro 2. Ubicación Geo referenciada de los sitios en las comunidades de Villa Flores y Toro Falda.	22
Cuadro 3. Determinaciones y metodología empleadas en el análisis de suelos.	31
Cuadro 4. Análisis químico de suelos para la zona de Villa Flores.	36
Cuadro 5. Análisis físico de suelos de la zona de Villa flores.....	36
Cuadro 6. Análisis de varianza altura planta de avena.....	38
Cuadro 7. Análisis de varianza para el número de macollos por planta.....	40
Cuadro 8. Análisis de varianza para el rendimiento de materia verde avena.....	42
Cuadro 9. Análisis de varianza para el rendimiento de materia seca avena.....	43



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las zonas de investigación, Villa flores y Toro Falda.....	21
Figura 2. Imagen satelital Ikonos mostrando la ubicación de los 4 sitios en la zona de Villa Flores donde se realizaron los ensayos.....	22
Figura 3. Croquis del ensayo de las dos zonas de estudio Villa Flores y Toro Falda.	25
Figura 4. Promedio de precipitación registrada de los 4 sitios de la zona de Villa Flores... 32	
Figura 5. Promedio de temperaturas máximas y mínimas mensuales de la zona de Villa Flores.	33
Figura 6. Promedio mensual de precipitación de la zona de Toro Falda.....	34
Figura 7. Promedio mensual de temperaturas máximas y mínimas de la zona de Toro Falda.	34
Figura 8. Siembra en la zona de Toro Falda.....	35
Figura 9. Altura de plantas de avena para cada sitio en la localidad de Villa Flores.	39
Figura 10. Numero de macollos por planta para cada sitio de la zona de Villa Flores.	41
Figura 11. Rendimiento de materia verde para cada uno de los sitios de Villa Flores.....	42
Figura 12. Rendimiento de materia seca para cada uno de los sitios de Villa Flores.	43
Figura 13. Rendimiento de materia verde para cada uno de los sitios de Villa Flores.....	46
Figura 14. Rendimiento de materia seca para cada uno de los sitios de Villa Flores.	48
Figura 15. Rendimiento de materia verde para cada sitio en la zona de Villa Flores.	50
Figura 16. Rendimiento de materia seca para cada sitio en la zona de Villa Flores.	52

I. INTRODUCCIÓN

La permanente necesidad de los pobladores rurales de producir cada vez mas alimentos para satisfacer las necesidades de una población creciente, con limitaciones como la parcelación de tierras, la perdida de fertilidad (capacidad productiva), entre otros, obliga a habilitar nuevas tierras (incorporar al proceso productivo), proceso que se ve favorecido con el incremento de las temperaturas debido al cambio climático especialmente en tierras de altura.

Este fenómeno está ocurriendo en la zona alta de la provincia Tiraque, departamento de Cochabamba, donde se ve un paulatino avance de tierras cultivadas en zonas las cuales habitualmente no había más que pastizales y bofedales.

Las zonas de altura de la provincia Tiraque, están ubicadas en las estribaciones de la cordillera de Tiraque a una altitud que oscila entre los 3800 a los 4200 m.s.n.m., geográficamente ubicadas en el entorno Punata – Araní del Valle Alto.

Estas tierras están siendo paulatinamente habilitadas por los agricultores de la zona, principalmente para la producción de semilla de papa. Sin embargo los habitantes de las comunidades manifiestan la necesidad de identificar nuevos cultivos adaptables a estas condiciones para que puedan ser incorporarlos al sistema productivo de la zona.

Esta es una de las razones fundamentales para conducir la presente investigación, la cual tiene como finalidad identificar cultivos alternativos que tengan antecedentes productivos en zonas similares, como: Maca (*Lepidium mayenny* Walp), Cañahua (*Chenopodium Pallidicaule* Aellen), Avena (*Avena sativa*), Quinoa (*Chenopodium quinoa*) y Tarhui (*Lupinus mutabilis*) para ser incorporados al sistema de rotación

Según Morón (2001), estos cultivos constituyen una importante fuente de energía y nutrientes que permiten una composición más equilibrada de la dieta de los hogares rurales y urbanos de bajos ingresos. No se debería priorizar solamente la producción de algunos

cultivos comerciales para asegurar el abastecimiento de alimentos a estas poblaciones, sino que la seguridad alimentaria debe basarse en la diversidad y en el aprovechamiento de los recursos disponibles localmente.

Por los antecedentes ya mencionados, la presente investigación plantea los siguientes objetivos:

1.1. OBJETIVOS:

1.1.1. OBJETIVO GENERAL

➤ Evaluar e identificar cultivos adaptables a la zona para desarrollar un sistema de rotación que permita un uso racional de los suelos.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

➤ Evaluar el rendimiento unitario de cinco cultivos (maca, cañahua, avena, tarhui y quinua), y productividad en condiciones de altura.

➤ Realizar análisis de rentabilidad y producción de estos cultivos alternativos

Para el desarrollo del ensayo se formuló la siguiente hipótesis:

1.2. HIPÓTESIS.

Los cinco cultivos introducidos a las dos zonas de estudio no se adaptan a las condiciones climáticas y altitudinales.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. EL CULTIVO DE MACA (*Lepidium mayenny* Walp)

Es sabido que la agricultura de los Andes de nuestro país es complementaria, nunca fue intensiva, como tampoco lo es en la actualidad debido al minifundio que generalmente existe en esas zonas.

La maca, es una planta de importancia reconocida, por su alto valor proteico, lo cual debe dar lugar a que se intensifique su producción. Entre sus bondades alimenticias se encuentra la capacidad de corregir desequilibrios en ciertas hormonas y ahí la enorme importancia de la investigación que se realiza y por lo mismo su cultivo debe fomentarse a través de instituciones ligadas a la investigación.

2.1.1. Características Edafoclimáticas.

Aliaga. (1995), indica que la maca es la única brasicacea domesticada en Los Andes, está adaptada a condiciones ecológicas muy frías en las cuales otro cultivo no podría prosperar, estas zonas se caracterizan por tener temperaturas promedio entre 4 y 7 °C, alturas entre 4000 y 4500 msnm, alta irradiación solar, heladas frecuentes, vientos fuertes y suelos ácidos (pH<5). De hecho, la maca es una de las pocas especies cultivadas que se ha seleccionado y adaptado a condiciones ambientales extremas. Su tolerancia a bajas temperaturas, heladas y a un ambiente relativamente seco es sorprendente y constituye la explicación de su cultivo en la zona agroecológica de puna. (Chacón, 1989).

Según Chacón (1989), la zona de crecimiento de la maca se encuentra entre los 3.500 y 4.500 m.s.n.m., lo cual permite y favorece su cultivo debido a la existencia de un clima y condiciones ambientales especiales propias de dichas zonas.

Chávez (1990), indica que la maca requiere de suelo de textura franco arenoso o suelos negros, con una buena humedad y un pH de 6.5 a 7.5. La maca es exigente en nutrientes disueltos en el suelo.

2.1.2. Preparación del Terreno

La maca es un cultivo que se adapta a todo tipo de suelos comportándose mejor en suelos descansados o después de otro cultivo. Se recomienda la siembra en suelos con textura franca y con pendientes moderadas, el suelo debe estar bien mullido y preparado con anticipación para evitar la presencia de malezas, (Castro, 1995).

2.1.3. Siembra

La siembra se realiza de octubre a noviembre. Según (Agramont, 2006), el abonamiento se deberá realizar con compost de desechos vegetales o guano de ovino aplicando de 3 a 5 t/ ha. La densidad de siembra es de 3.0 Kg. de semilla por hectárea, utilizando semilla con un poder germinativo de 85%.

Chávez (1990), indica que la siembra se puede realizar de diferentes maneras, pero la más práctica es la distribución al voleo.

Con el fin de que la semilla pueda obtener la humedad necesaria para germinar y desarrollar, es necesario que después de distribuirla esta sea enterrada o tapada. Esta tarea se puede realizar haciendo pasar a un rebaño de ovinos para que afirme la tierra, (Chávez, 1990).

2.1.4. Labores de cultivo

Es necesario que durante el crecimiento del cultivo se realicen deshierbes, raleos y se evite el ingreso de animales a la parcela, para evitar pisoteos, (Chávez, 1990).

2.1.5. Plagas y enfermedades

Según Mujica (1996), existen plagas, enfermedades y malezas que causan daños económicos en el cultivo de la maca. Las plagas están constituidas principalmente por nematodos, ácaros, insectos, aves y roedores. Mientras que las enfermedades son causadas por microorganismos como virus, bacterias, micoplasmas y hongos. Las malezas son aquellas plantas que compiten con el cultivo.

La plaga más importante es el Gorgojo de los Andes (*Prennotrypes sp.*). El daño es causado por las larvas de color blanco que atacan a los hipocotilos introduciéndose y formando galerías; para evitar esta plaga se debe realizar una buena preparación del terreno, controlar las malezas o sembrar en terrenos vírgenes o descansados. (Chávez, 1990), también indica que otra plaga común son los pulgones (*Aphys spp*), que causan daños al chupar la sabia de las hojas, perjudicando el desarrollo normal de la planta así como favoreciendo la transmisión de virus.

La enfermedad más conocida para el cultivo de la maca es la pluma blanca (*Peronospora spp*), conocida también como Mildiu de la maca. Este hongo ataca a la parte foliar, formando un polvillo blanco empezando por el envés de la hoja hasta llegar a afectar a toda la planta. Esta enfermedad se previene usando semilla sana. (Mujica, 1996).

2.1.6. Cosecha y post cosecha

Pérez, et al. (1998), sostienen que la cosecha se realiza a los 8 a 9 meses, una vez que ha cumplido su ciclo vegetativo y ello se nota cuando las hojas muestran un color amarillento y la raíz o hipocotilo está bien formada. Se realiza con preferencia en los días con sol y sin presencia de lluvias, para que no se malogre el producto. Esta labor se realiza con herramientas apropiadas como picotas, cuchillos y otras. (Chávez, 1990), indica que la cosecha se realiza de 7 a 9 meses después del sembrado, esto en los meses de Junio a Agosto.

El proceso de la post cosecha sigue los siguientes pasos:

-Secado.- El secado se realiza por espacio de 30 - 45 días, dejando expuestos tanto la raíz como las hojas a los rayos solares en forma continua; para tener un buen secado, se debe proteger de las heladas y lluvia con mantas.

-Venteado.- El venteado se realiza para separar las hojas y las raíces secas del hipocotilo. Estos se seleccionan por tamaño en forma manual o mediante zarandas especialmente diseñadas de 2, 4 y 6 cm. de diámetro.

-Conservación.- Una vez terminado el secado y cuando las raíces tengan un 10% de humedad se procede a almacenar dentro bolsas de yute, en lugares secos y ventilados. El producto seco se puede llegar a conservar hasta 10 años.

2.2. EL CULTIVO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd)

La quinua es un grano alimenticio que se cultiva ampliamente en la región andina, desde Colombia hasta el norte de la Argentina en condiciones de montañas de altura, aunque un ecotipo que se cultiva en Chile, se produce a nivel del mar. Domesticada por las culturas prehispánicas, se la utiliza en la alimentación desde hace unos 3000 años. (Tapia, 1980), la menciona como una especie de importancia a la llegada de los españoles a Sudamérica.

2.2.1. Características edafo climáticas

Según ANAPQUI (1995). Este cultivo requiere de clima frío a templado con temperaturas de 12 a 18 °C con precipitaciones desde los 500 hasta 800 mm especialmente durante el ciclo del cultivo y se desarrolla bien a altitudes que superan los 3000 m.s.n.m.

La quinua, se desarrolla mejor en suelos con textura arenosa y ligeramente salinos de la faja pre cordillerana, donde los suelos están formados por la deposición de los materiales arrastrados aluvialmente. Los suelos inundadizos y arcillosos no deben utilizarse para el cultivo. (Blanco, 1981).

Mujica (1997), indica que el pH del suelo debe ser neutro o ligeramente alcalino, aunque algunas variedades procedentes de los salares en Bolivia, pueden soportar hasta pH 8, demostrando su carácter halófito; asimismo se ha encontrado quinua de suelos ácidos (pH 4,5) en Michiquillo y Cajamarca, Perú.

2.2.2. Preparación del terreno.

Según Mujica (1997) y FAO (1997) la preparación de suelos para la quinua es una labor importante, que determinara el éxito futuro de la instalación del cultivo, por ello, esta debe efectuarse con el esmero necesario, en la época oportuna, con los implementos adecuados y utilizando tecnologías, formas y características propias para el cultivo, dado el tamaño reducido de la semilla y dependiendo del tipo de suelo a ser utilizado.

Antes de iniciar la preparación de suelos es necesario ubicar y seleccionar, aquel que tenga una pendiente adecuada, de buena fertilidad con textura franco arenosa, que esté bien nivelado y que no se encuentre en una zona inundable, heladiza, ni demasiado salina, la cual se reconoce por su morfología, textura, orientación y presencia de plantas indicadoras. (Mujica, 1997).

2.2.3. Siembra.

La densidad varía según las condiciones climáticas, preparación del suelo, sistema de siembra y la calidad de la semilla. Se puede utilizar desde 4 kilos por hectárea, con una buena humedad en el suelo, siembra en surcos y una semilla con alto poder germinativo. Densidades mayores se requieren en suelos poco preparados, secos, con siembra al voleo y semilla no garantizada. (FAO y Mujica, 1997).

2.2.4. Plagas y enfermedades.

Según Ortiz y Zanabria (1997), las plagas están muy relacionadas a la ocurrencia de sequías o veranillos que se presentan normalmente en las partes altas de los Andes durante la época de crecimiento de la planta. Entre las plagas más importantes se tienen: *Feltia experta* *Spodoptera* sp. Ticonas o ticuchis, *Copitarsia turbata* Gusanos de tierra o

cortadores, *Scrobipalpus sp.* Challu, *Liriomiza brasiliensis* mosca minadora de las hojas, *Pachyzancla bipunctalis* Polilla de la quinua, *Epicauta latitarsis* Acchu, *Myzus sp* Pulgones y *Fraakliniella tuberosi* Trips. Los hongos que se presentan con mayor ocurrencia son: *Perenospora farinosa* Mildiu, *Ascochyta hyalospora* Mancha foliar, *Phoma exigua* Podredumbre marrón del tallo.

2.2.5. Cosecha

Según Tapia (1980), la cosecha se realiza una vez que las plantas llegan a la madurez fisiológica, reconocible porque las hojas inferiores cambian de color y empiezan a caerse, dando una coloración amarilla característica a toda la planta. El grano, al ser presionado con las uñas ofrece resistencia que dificulta su penetración. Para llegar a esta fase transcurren de 5 a 8 meses, según el ciclo vegetativo de las variedades. Es conveniente asegurarse de la maduración para determinar la fecha de cosecha ya que al adelantarla y exponerla a lluvias tardías, se corre el riesgo de fermentaciones en las parvas que oscurecen el grano. Si por el contrario se realiza muy tarde, se desgrana fácilmente.

2.3. EL CULTIVO DE CAÑAHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)

Según Vargas (1998), el cultivo de cañahua no ha tenido mayor difusión fuera de las fronteras del altiplano de Perú y Bolivia y de las serranías de Cochabamba en Bolivia y de Cusco, Ayacucho, Huancavelica y Junín en Perú. En estas áreas la cañahua ha tenido éxito por sus características agronómicas de notable resistencia a bajas temperaturas.

2.3.1. Características edafoclimáticas

Según Mujica y Quillahuamán (1989), el cultivo de Cañahua se relaciona directamente con las zonas agro ecológicas Sunialtiplano y Puna, caracterizadas por bajas temperaturas. Aunque es tolerante a las sequías, una vez que alcanza el estado de inicio de ramificación que es 40 a 50 días después de la germinación, requiere sin embargo de una adecuada humedad sobre todo durante los primeros 20 días después de la germinación.

Raramente es cultivada en zonas cuyas altitudes están por debajo de los 3,800 m. Esta especie es resistente al frío pudiendo germinar a temperaturas de 5 °C y florecer a los 10 °C. Las semillas maduran a los 15 °C. Las plantas adultas son resistentes al frío nocturno. En el Altiplano la temperatura media oscila entre 14 y 18 °C, pero la cañahua puede resistir ambientes relativamente cálidos, de alrededor de 25° C, si cuenta con la humedad necesaria. (Mujica y Quillahuamán, 1989).

Debido a sus cortas raíces, se desarrolla en terrenos con capas delgadas y pudiéndose cultivar en suelos con un pH que varía entre los 4.8 a 8.5, mostrando cierta tolerancia a la Salinidad y se considera que se desarrolla mejor en suelos franco arcillosos con buen drenaje. (Mujica y Quillahuamán, 1989).

2.3.2. Preparación del terreno

Según Pinto y Rojas (2006), se recomienda realizar la preparación del terreno con las últimas lluvias del año agrícola (marzo a abril) a una profundidad de 20 a 25 centímetros con la ayuda de maquinaria agrícola (tractor, arado) o equipos tradicionales (yunta, arado). Esta actividad se realiza con el propósito de voltear el suelo y con ello favorecer a una mayor aireación, eliminando malezas e insectos dañinos al cultivo. Asimismo antes de la siembra es preferible mullir y nivelar el suelo para mantener la humedad y favorecer a la germinación rápida y uniforme de las semillas.

2.3.3. Siembra

Según Cahuana (2006), la cañahua se siembra al voleo, pero se ha encontrado que se obtienen mayores rendimientos con la siembra en surcos distanciados de 30 a 50 cm. La cantidad de semilla utilizada es de 4 a 8 Kg. /ha al sembrar en surcos, y hasta 15 Kg. cuando se siembra al voleo. La densidad de siembra está íntimamente relacionada con la clasificación del grano.

2.3.4. Labores de cultivo

Para reducir la competencia por nutrientes en el suelo, luz y agua en las parcelas de producción, se recomienda eliminar las malezas que crecen junto con las plantas de cañahua. Se aconseja realizar esta actividad entre diciembre a febrero (época de lluvia) cuando el suelo esta húmedo. (Pinto y Rojas, 2006).

2.3.5. Plagas y enfermedades

La cañahua es una de los cultivos más resistentes a las enfermedades. Aunque se ha detectado algún ataque de mildiú (*Peronospora farinosa*) al comienzo de la floración, éste desaparece o la planta muestra alta tolerancia. En relación a las plagas se han detectado varios insectos que la atacan. Entre los más importantes se pueden señalar los siguientes:

Pulgon: *Myzus persicae* y *Macrosiphum euphorbiae*. Escarabajo negro " Challu" (*Epicauta willei* y *Epicauta latitarsis*). Gusanos y larvas: de lepidópteros, *Gnorimoschema* sp. y de la familia *Noctuidae*. (Pinto y Rojas, 2006).

2.3.6. Cosecha

El cambio de color de las plantas y la caída de los primeros granos son indicativos que el cultivo se encuentra en proceso de maduración. Para la cosecha, se recomienda segar las plantas cerca del cuello de la raíz con la ayuda de una hoz, cuando las plantas estén aun húmedas para evitar la caída de los granos. Se recomienda cortar las plantas y no arrancarlas para evitar la contaminación del producto con tierra y piedras. Para evitar la pérdida de grano, las plantas deben cosecharse sobre manteles o yutes, que también ayuden al traslado al lugar donde se realizara el secado y la trilla. (Pinto y Rojas, 2006)

2.4. EL CULTIVO DE TARHUI (*Lupinus mutabilis*)

El tarhui es una leguminosa anual de la cual se utiliza en la alimentación el grano, que es conocido como chocho en el norte de Perú y Ecuador, tarhui en el centro del Perú y

tauri en el sur del Perú y Bolivia (chuchus mut'i en Cochabamba, Bolivia). Esta especie es pariente de los lupinos o altramuces originarios del viejo mundo que aún hoy son cultivados en Europa mediterránea, especialmente en España e Italia, pero que tienen un número cromosómico diferente. Además (Tapia, 1980), afirma que esta planta presenta una gran variabilidad morfológica y de adaptación ecológica en los Andes, por lo cual se ha sugerido que puede incluirse a tres subespecies.

2.4.1. Características edafoclimáticas

El tarhui se cultiva en áreas moderadamente frías, aunque existen cultivos hasta los 3800 m.s.n.m., a orillas del lago Titicaca, donde es frecuente la presencia de heladas.

Los requerimientos de humedad son variables dependiendo de los ecotipos; sin embargo, y debido a que el tarhui se cultiva sobre todo bajo secano, estos rendimientos oscilan entre 400 a 800 mm. La planta es susceptible a sequías durante la formación de flores y frutos, afectando seriamente la producción. (Gross y Von Baer, 1981).

Con referencia a la altitud, desde Colombia hasta Bolivia, esta especie crece a altitudes desde 800 hasta por encima de los 3,000 m.s.n.m. En Australia, Europa y California crece cerca del nivel del mar.

Cuando existe una apropiada humedad, el tarhui se desarrolla mejor en suelos francos a francos arenosos; requiere además un balance adecuado de nutrientes. No necesita elevados niveles de nitrógeno, pero sí la presencia de fósforo y potasio. Sin embargo, el tarhui no resiste los suelos pesados y donde se puede acumular humedad en exceso. (Gross y Von Baer, 1981).

2.4.2. Siembra

La mayoría de campos de lupino se siembran en condiciones de secano, razón por la cual, la época de siembra depende mucho de las condiciones ambientales. Una regla podría

ser, el iniciar las siembras cuando se hayan acumulado al menos 100 mm de precipitación en la campaña agrícola. (Gross, 1982).

La densidad de siembra depende fundamentalmente de las ramificaciones de la planta y se debe buscar de aprovechar al máximo la energía solar por unidad de superficie en toda la plantación. La densidad de siembra es de 60-80 kg / ha, y el tipo de siembra se realiza al voleo, o en surcos de 0,60 – 0,80 m. (Gross, 1982).

2.4.3. Plagas y enfermedades

Aparentemente, el cultivo es poco atacado por plagas, salvo en épocas de sequía. Es durante las temporadas secas (veranillos) de los Andes cuando se presenta la aparición de plagas. Las investigaciones de (Frey y Yábar 1983), completadas con la información de (Luglio 1980), señalan a las siguientes plagas y su consecuencia en el cultivo son: *Feltia spp* Larvas que cortan plántulas, *Apion spp* Gorgojo barrenador, *Liriomyza sp.* *Frankliniella spp* Trips.

La enfermedad más importante es la antracnosis, producida por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*. Este hongo ataca el tallo produciendo manchas necróticas; el ataque continúa en las hojas y brotes terminales, destruyendo los primordios florales con lo que afecta seriamente la producción de granos. Las vainas atacadas presentan lesiones hundidas de color rojo vino a pardo. (Frey y Yábar, 1983).

Las semillas tienen un aspecto "chupado" en los ataques severos, en cambio los ataques leves no se advierten fácilmente, menos en semillas oscuras. Como la difusión de esta enfermedad se hace a través de la semilla, es muy importante su desinfección con un fungicida.

2.4.4. Cosecha

La trilla del tarhui no sólo es demandante de bastante mano de obra, sino que constituye un trabajo laborioso y pesado. La planta seca se debe golpear y ventear para separar los granos de sus vainas. En este proceso se utilizan también animales, pero cuidando que sus patas no vayan a ser lastimadas por los bordes cortantes de las vainas. (Gómez, 1986).

2.5. EL CULTIVO DE AVENA (*Avena sativa* L.)

La avena en Bolivia, constituye uno de los cultivos forrajeros anuales más importantes después del maíz en los valles y en las zonas altas del altiplano. Esta condición se debe a su amplio rango de adaptación a diferentes condiciones de clima y suelo, su buena palatabilidad y su facilidad de conservación como heno o ensilaje que la convierten en recurso forrajero valioso para las épocas secas y frías del año, principalmente de las zonas altas del país. (Torrico, 2002).

2.5.1. Características edafoclimáticas.

Según Infoagro (1992) la avena es considerada una planta de estación fría, localizándose las mayores áreas de producción en los climas templados más fríos, aunque posee una resistencia al frío menor que la cebada y el trigo. Prefiere los suelos profundos y arcillo-arenosos, ricos en cal pero sin exceso y que retengan humedad, sin que quede el agua estancada. La avena está más adaptada que los demás cereales a los suelos ácidos, cuyo pH esté comprendido entre 5 y 7, por tanto suele sembrarse en tierras recién roturadas ricas en materia orgánica.

2.5.2. Siembra

La cantidad de semilla empleada suele ser muy variable. Consideramos una dosis corriente de 80 a 100 kg/ha, la densidad de siembra óptima en avena de invierno es de 250 plantas/m². En siembras de primavera la densidad es de 300-350 plantas/m². En la siembra a voleo conviene dar dos pases cruzados para que la semilla quede mejor

distribuida, ya que al tratarse de una semilla muy ligera, es difícil repartirla con regularidad. (Torrico, 2002).

2.5.3. Plagas y enfermedades

La avena sufre en el granero los ataques de gorgojos (*Tychius sp.*), aunque son bastante menos intensos que en la alfalfa. También es atacada por el carbón vestido (*Ustilago levis*), que se comporta de un modo parecido al tizón del trigo (*T. caries*). El carbón vestido, no se manifiesta al exterior, pues el aspecto de la planta es normal, pero el interior del grano está completamente lleno de polvo negruzco. (Infoagro, 1992).

El carbón desnudo (*Ustilago avenae*), destruye toda la panícula, dejando sólo el eje central. Esta enfermedad no suele revestir importancia. La roya anaranjada (*Puccinia coronifera*), es específica de la avena. Las uredosporas son de un color anaranjado vivo. Las pústulas son a veces pequeñas y otras alcanzan casi el tamaño de un centímetro. También es sensible a la roya negra, fusariosis, pie negro, nematodos (*Heterodera avenae*) y septoriosis. (Infoagro, 1992).

2.6. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA QUINUA, MACA Y TARHUI

El análisis bromatológico de estos cultivos muestra los siguientes resultados:

Cuadro 1. Composición química de la quinua, maca y tarhui (En 100 g. de parte comestible)

		Quinua	Maca	Tarhui
Calorías	(Kcal)	363.00	314.00	277.00
Humedad	(g)	12.20	15.30	30.30
Proteínas	(g)	12.00	14.00	40.00
Grasa	(g)	6.20	1.60	15.50
Carbohidratos	(g)	62.20	64.00	15.30
Fibra	(g)	5.70	-----	2.20
Cenizas	(g)	2.60	5.00	1.50
MINERALES				
Calcio	(mg)	85.00	247.00	54.00
Fosforo	(mg)	155.00	183.00	262.00
Hierro	(mg)	4.20	14.70	2.30
VITAMINAS				
Tiamina	(mg)	0.20	0.20	0.60
Riboflavina	(mg)	0.15	0.35	0.44
Niacina	(mg)	0.95	----	2.10
Ac. Ascórbico	(mg)	----	2.50	4.60

Fuente : (1) Collazos (1993). (2) Collazos (1980).

2.7. ADAPTACIÓN

Daubenmire (1987), indica que una adaptación puede ser definida como cualquier característica de un organismo que tiene valor de supervivencia bajo las condiciones que existen en su habitat, un carácter o caracteres que permitan a la planta hacer un uso más completo de los nutrientes, humedad, temperatura o luz disponible así mismo ser protegida de los factores adversos, tales como temperaturas extremas, insectos dañinos y enfermedades. También puede manifestar adaptaciones morfológicas como el hábito de crecimiento, robustez del tallo, simetría radial o producción de rizomas. Como adaptaciones

fisiológicas que le confieren resistencia a los parásitos, mayor capacidad de competir para los nutrientes para resistir a la desecación. En realidad, muchas de las llamadas adaptaciones morfológicas y fisiológicas, pueden ser pequeñas debido a que ambas presentan en definitiva, la expresión de procesos fisiológicos.

Según Dansereau (1989), la adaptación implica en la planta una capacidad para hacer frente a las condiciones del medio natural y para utilizar sus recursos en fin de mantener una posición ecológica, al considerar el medio, nos referimos no solo a las condiciones que prevalecen en este, si no, también, a la serie de medios en que se encuentra un organismo a lo largo de su ciclo vital. Esto significa que un organismo puede reproducirse a partir de una serie de materiales nutritivos bajo una variedad de condiciones ambientales. Se define por consiguiente que cada organismo está adaptado para vivir en una cierta cantidad de medios.

Brauer (1969), indica que hay ciertas reacciones fisiológicas que son importantes, porque van íntimamente ligadas a factores que caracterizan un clima, latitud, suelo, etc., tales reacciones son determinadas en la capacidad de adaptación de una variedad o bien limitan las posibilidades de floración y por consiguiente el cruzamiento y reproducción de la planta.

2.8. IMPORTANCIA DEL NITRÓGENO EN LA AGRICULTURA.

El nitrógeno tiene un lugar especial en la nutrición no solo debido a su elevado requerimiento por la planta sino porque está casi completamente ausente en la roca madre de la cual se forma los suelos. Es un elemento esencial en el desarrollo y crecimiento de cualquier especie vegetal. Es un constituyente básico de las proteínas, ácido nucleico y muchas otras sustancias del tejido vegetal y de la clorofila que es aproximadamente el 50% de la materia seca. (Bidwell, 1993).

Las plantas absorben el nitrógeno solo en forma de NO_3 y en muy pocos casos NH_4 , gran parte del nitrógeno en el suelo se encuentra en forma orgánica, que se presenta

en los estiércoles y materia orgánica descompuesta, los mismos que necesariamente deben ser oxidados antes de ser utilizados. (Bidwell, 1993)

El nitrógeno absorbido por las plantas es reducido a NO_2 , NO y NH_2 este último es incorporado en componentes más complejos como aminoácidos y proteínas. De modo que el nitrógeno es esencial para todos los organismos vivientes y es utilizado en la síntesis de enzimas, nucleoproteínas y cromosomas, (Bidwell, 1993).

2.9. EVALUACIÓN PARTICIPATIVA

Existen diferentes técnicas para evaluar tecnologías con la participación de agricultores y es importante escoger la más apropiada para cada situación. (PROINPA 2002), describe algunas técnicas y propone algunas pautas sobre cómo utilizar cada una de ellas, indicando sus ventajas y desventajas. Para llegar a conclusiones directas sobre las opiniones de los participantes con todas las técnicas, es preciso utilizar destrezas de comunicación.

2.9.1. Técnicas de evaluación participativa con agricultores.

a) Método de cintas

El agricultor observa todas las tecnologías en campo y después coloca cintas a lado de las que más le gustaron. La alternativa preferida es la que tiene más cintas.

b) Evaluación absoluta

Evalúa la tecnología frente a una escala fija (o absoluta) y no relativa a otras alternativas, como en el caso de orden de preferencias. El agricultor evalúa las alternativas una por una, indicando si le gusta o no y dando razones para su decisión.

c) Evaluación abierta

El agricultor opina libremente sobre cada alternativa. El propósito es lograr que él opine en voz alta como si estuviese evaluando una nueva tecnología por cuenta propia. El entrevistador escucha y ayuda al agricultor a precisar sus respuestas; anotando las observaciones.

d) Orden de preferencias

Es un método de evaluación relativa, por que se evalúa cada alternativa frente a otras y no frente a una escala absoluta. El agricultor ordena alternativas desde la más preferida hasta la menos preferida.

e) Matriz de preferencias

Los agricultores evalúan alternativas utilizando los diferentes criterios importantes para ellos en determinar su futura aceptabilidad. Cada agricultor del grupo da un puntaje a cada alternativa por cada criterio, usando granos de maíz o algún material local. (PROINPA 2002).

2.10. RELACIÓN BENEFICIO/COSTO.

Según la Sociedad Latinoamericana para la Calidad (2000) el análisis de la relación Beneficio/Costo es el proceso de colocar cifras en los diferentes costos y beneficios de una actividad.

Según Herrera et al (1994), la relación Beneficio-Costo de una actividad productiva consiste en evaluar la eficiencia económica de los recursos utilizados y mostrar la cantidad de dinero que retorna por cada unidad monetaria invertida durante un período determinado.

La relación Beneficio/Costo es una razón que indica el retorno en dinero obtenido por cada unidad monetaria invertida. Resulta de dividir el ingreso bruto entre el costo total; cuando la relación es igual a 1 el productor no obtiene ganancias y no pierde, relaciones mayores a 1 significan ganancia y menores a 1, pérdidas. (Herrera et al, 1994).

2.10.1. Conceptos económicos sobre costos de producción.

a) Actividades Agrícolas.- Tienen por finalidad el aprovechamiento de la tierra, para mediante la participación del trabajo humano y de la tecnología producir bienes de consumo para satisfacer múltiples necesidades, principalmente las de alimentación, (INIAP, 1992).

b) Costo.- Es el valor sacrificado para adquirir bienes o servicios para obtener beneficios presentes o futuros, medido en términos monetarios mediante la reducción de activos o al incurrir en pasivos en el momento en que se obtienen los beneficios. (Métodos cuantitativos en las organizaciones, 2002).

c) Costo de producción. - Desembolso efectivo que se hace en la adquisición de los factores de producción empleados para producir bienes y servicios (Herrera et al, 1994).

d) Costo de materia prima.- Es el costo de materiales integrados al producto. (Noel y Padilla 1994).

e) Costo de mano de obra.- El costo que interviene directamente en la transformación del producto. (Noel y Padilla, 1994).

f) Costos fijos.- Es un costo que no se ve afectado por el volumen de producción dentro de un rango relevante (Métodos cuantitativos en las organizaciones, 2002).

g) Costos Variables.- Costos que cambia según el volumen de producción Métodos cuantitativos en las organizaciones, (2002). Además están relacionados con los insumos que varían de una alternativa a otra. (Herrera et al, 1994).

h) Ingresos o beneficios.- El ingreso o beneficio bruto es el valor monetario que se obtiene de multiplicar el volumen o rendimiento de la producción por el precio de ese producto. (Herrera et al 1994).

Según Price (1983), los beneficios pueden derivarse del aumento del valor del producto o de la reducción de los costos. Los beneficios netos se obtienen restando el total de los costos variables de los ingresos brutos. Es una compensación a todos los recursos que se usan en la producción. (Herrera et al, 1994).



III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

3.1.1. Ubicación

El estudio se realizó en la provincia Tiraque del departamento de Cochabamba que está ubicada a 70 Km, al sudeste de la capital del departamento. Su altitud oscila entre 3.000 y 4.500 m.s.n.m. Geográficamente está localizada en el entorno Punata - Araní del Valle Alto y su ubicación se puede observar en la siguiente figura:

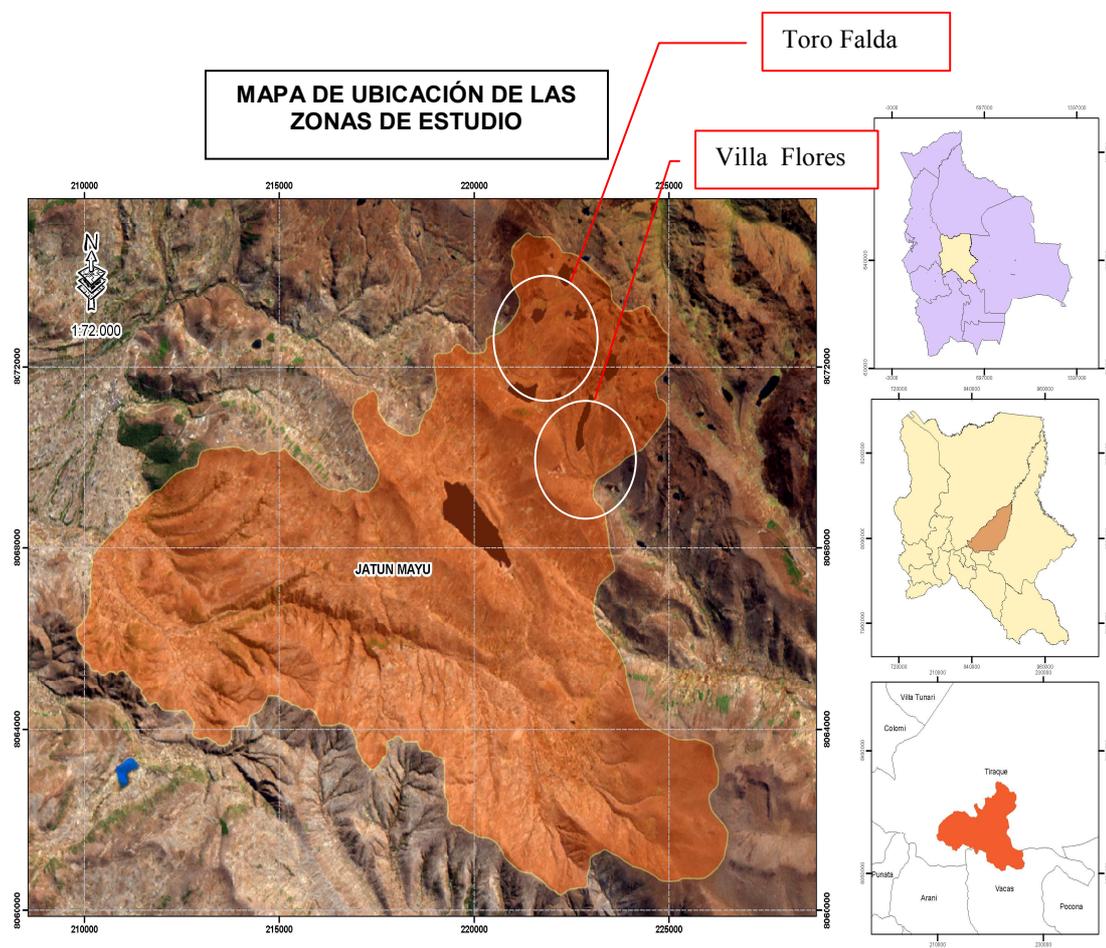


Figura 1. Ubicación de las zonas de investigación, Villa flores y Toro Falda

Los ensayos estuvieron ubicados en parcelas de las comunidades Toro falda y Villa Flores, asentadas en las estribaciones de la cordillera de Tiraque (Figura 1.)

Cuadro 2. Ubicación Geo referenciada de los sitios en las comunidades de Villa Flores y Toro Falda.

Nombre	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
Villa Flores			
Sitio 1	223965	8071978	4004
Sitio 2	222367	8072728	4043
Sitio 3	222593	8071574	4056
Sitio 4	222055	8079689	4140
Toro Falda	222161	8073612	4246

En la figura 2, observamos la ubicación de cada uno de los sitios en la zona de Villa Flores.

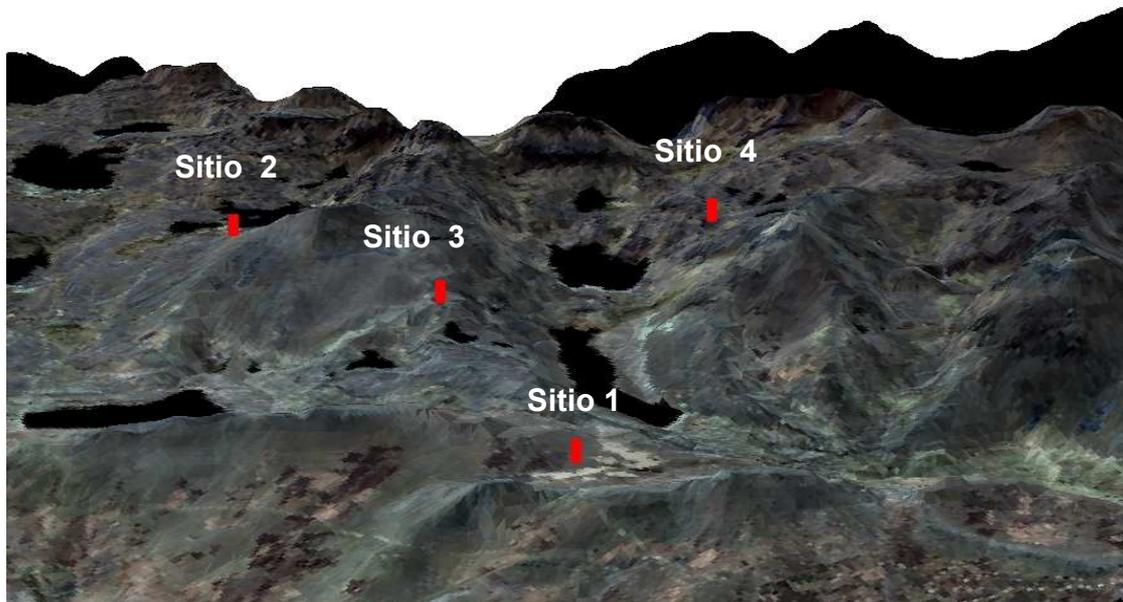


Figura 2. Imagen satelital Ikonos mostrando la ubicación de los 4 sitios en la zona de Villa Flores donde se realizaron los ensayos.

3.1.2. Clima

Las parcelas están ubicadas a una altitud de 4.000 a 4.300 m.s.n.m. La temperatura media aproximada es de 9 °C, es una zona muy fría y cuenta con una alta humedad relativa.

Según el sistema de clasificación de zonas de vida o de formaciones vegetales del mundo de Holdrige, la zona de estudio está clasificada como páramo por las características que presenta, de acuerdo a los datos encontrados en WORLD-CLIM¹: una temperatura media aproximada de 9°C, y una humedad relativa de 79% para la zona de Villa Flores y de 86% para la zona de Toro Falda, con frecuente ocurrencia de heladas.

3.1.3. Suelo

Los suelos de la zona son de coloración oscura, lo que denota su elevado contenido de materia orgánica, y profundos por su proximidad a la cordillera. Tienen una pendiente media que oscila entre 20 y 25 %, presentando una permeabilidad media y una estructura grumosa que tiene agregados o grumos redondeados, migajosos o granulares, producto de la acción de las raíces y la descomposición de la materia orgánica fresca. Estos suelos tienen una cobertura vegetal semi densa predominantemente y cuya especie más representativa es la Paja Brava (*Stipa ichu*).

3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

3.2.1. Material vegetal.

El material vegetal empleado corresponde a cinco especies de cultivos, para lo cual se utilizó semilla de:

- 1) Maca (*Lepidium mayenny* Walp)
- 2) Cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)

¹ Set de datos producido por varios investigadores del *Museum of Vertebrate Zoology* de la Universidad de Berkeley, Ellos se encargaron de la titánica tarea de coleccionar los datos de miles de estaciones meteorológicas alrededor del mundo y limpiarlos e interpolarlos para crear capas ambientales (rasters) de las 2 variables de más fácil medición: temperatura (máxima y mínima) y precipitación, todas calculadas por mes (esto para capturar la estacionalidad).

- 3) Tarhui (*Lupinus mutabilis*)
- 4) Avena Forrajera (*Avena sativa* L)
- 5) Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd)

3.2.2. Material de campo

Los equipos y materiales utilizados durante la investigación fueron:

- Yunta para la preparación del terreno
- Picotas y azadones, para desterronar y también para las labores de cultivo
- Huincha de 50 m de largo para la medición, marcado y estacado del terreno
- Bolsas de polietileno para las semillas
- Estacas, tableros y marcadores para la identificación de las parcelas
- Cuaderno de registro

3.2.3. Materiales de laboratorio

Los materiales de laboratorio utilizados fueron:

- Balanza electrónica de precisión a 0.1 gramos
 - Calibrador
 - Regla graduada
 - Estufa de desecación para la determinación de materia seca de los cultivos
-
-

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA) en cada localidad. Se trabajó con cinco tratamientos (especies utilizadas en el ensayo) y cuatro repeticiones que corresponden a los sitios de cada localidad.

3.3.2. Disposición del ensayo en el campo experimental (croquis)

La disposición de los cultivos fue la siguiente:

Figura 3. Croquis del ensayo de las dos zonas de estudio Villa Flores y Toro Falda.

1	A	1	T	1	C	1	Q	1	M	Sitio 1
2		2		2		2		2		
3		3		3		3		3		
1	T	1	M	1	Q	1	C	1	A	Sitio 2
2		2		2		2		2		
3		3		3		3		3		
1	M	1	Q	1	C	1	A	1	T	Sitio 3
2		2		2		2		2		
3		3		3		3		3		
1	A	1	T	1	Q	1	C	1	M	Sitio 4
2		2		2		2		2		
3		3		3		3		3		

A= Avena 1, 2, 3 = Repeticiones.

T = Tarhui

C = Cañahua

Q= Quinoa

M= Maca

3.3.3. Preparación de terreno

Se establecieron 4 parcelas (bloques) en cada sitio, en terrenos que cuentan con un remanente de abono orgánico de anteriores campañas. Los trabajos se realizaron de manera conjunta con los comunarios de cada zona. La siembra se efectuó el día 20 de octubre de 2006 en todos los sitios ya mencionados.

3.3.4. Siembra

Maca.

La densidad de siembra que se utilizó fue de 3 Kg/ha de semilla por hectárea, con un poder germinativo aproximado de 85% y la forma de siembra fue al voleo, mezclando la semilla con tierra en una proporción de 1:5, es decir una parte de semilla con cinco partes de tierra para que haya una mejor dispersión de la semilla al realizar la siembra.

Para el cultivo de Maca se construyeron pequeñas terrazas con material del lugar (terrones o plantas de paja brava) para evitar que las semillas pudieran ser arrastradas por la lluvia.

Se realizaron deshierbes para evitar competencia por nutrientes, estos se efectuaron en tres oportunidades, encontrándose como principal maleza a una especie de papa silvestre (*Solanum toralapanum*), la cual es nativa del lugar.

El raleo se realizó cuando había una densidad muy alta debido a la mala distribución de semilla y se procedió manualmente y con la ayuda de algunas herramientas.

Cañahua.

La densidad de siembra que se utilizó fue de 6 Kg/ha. El método de siembra fue chorro continuo con una distancia entre surcos de 25 centímetros. Las principales labores

culturales desarrolladas fueron deshierbes y raleo cuando la presencia de malezas empezó a competir por los nutrientes.

Tarhui.

La siembra se realizó con una densidad de 60 kg. /ha, en surcos de 40 cm. de distancia. Las labores culturales se realizaron para controlar la presencia de malezas. Esta operación se efectuó en 3 oportunidades durante todo el ciclo del cultivo.

Avena.

La siembra se realizó al voleo, con una densidad de 100 kg. /ha aproximadamente. Posteriormente se procedió a cubrir cuidadosamente con una porción de suelo con la ayuda de rastrillos.

Las labores culturales se realizaron para controlar la presencia de malezas. Esta operación se efectuó 3 veces durante todo el ciclo del cultivo.

Quinoa.

Se utilizó semilla de quinoa en una relación de 6 Kg/ha de semilla para la siembra, en hileras de 40 centímetros de distancia.

Las labores culturales se realizaron para controlar la presencia de malezas. Esta operación se efectuó 3 oportunidades durante todo el ciclo del cultivo, como en las demás especies.

3.3.5. Variables de respuesta

Las variables de respuesta evaluadas para determinar el comportamiento agronómico y productividad de cada cultivo y estas fueron las siguientes:

- a. **Número de plantas por superficie:** se contó el número de plantas presente en un metro lineal del surco, esto en el caso del tarhui.
- b. **Altura planta:** expresada en centímetros, tomando desde la base hasta el ápice de la planta. Esta operación se realizó en la avena y tarhui a la finalización del ciclo de cada cultivo. La toma de datos se realizó en 10 plantas por cada unidad experimental y posteriormente se determinó un promedio del total.
- c. **Numero de Macollos:** esta variable se determinó únicamente en el caso de la avena estableciendo en primera instancia el número de plantas de cada muestra tomada y realizando el conteo de macollos de cada planta. Se muestrearon 10 plantas para determinar el promedio.
- d. **Materia seca:** para la determinación de materia seca, se tomaron tres muestras por parcela. Cada muestra contenía la cantidad de materia verde producida en 1 m² de superficie, en sitios de competencia completa.

Se determinó el peso fresco de las muestras y luego se procedió al secado en horno de desecación a una temperatura de 110°C por un tiempo de 48 hrs, o hasta que el peso de la muestra sea constante.

Para el cálculo de materia seca se aplicó la siguiente fórmula:

$$MS = \text{Peso seco} \times 100 / \text{Peso fresco}$$

La toma de muestras se realizó de la parte aprovechable del cultivo:

- **Maca:** Se determinó la materia seca de bulbos.
 - **Tarhui:** Se determinó materia seca de follaje.
 - **Avena:** Se determinó la materia seca de follaje
-
-

Esta determinación de materia seca se realizó en el momento de la cosecha junto con la evaluación de rendimiento.

- e. **Rendimiento:** esta variable de respuesta se midió en términos de materia seca y materia verde.

3.3.6. Cosecha

La cosecha se realizó a los siete meses después de la siembra el día 20 de abril de 2007. El procedimiento fue diferente para cada especie.

Maca: se realizó la cosecha del cultivo en la fecha mencionada, cuando las hojas empezaron a tornarse amarillas.

Avena: en la avena de tipo forrajera se realizó el corte cuando finalizó su ciclo y cuando el grano estaba en estado de masa.

Tarhui: Se realizó la cosecha de follaje solamente, debido a que este cultivo solo llegó a la etapa de floración.

Quinua: No se llegó a cosechar ya que este cultivo no se adaptó a estas condiciones climáticas.

Cañahua: No se llegó a cosechar ya que este cultivo no llegó a completar su ciclo en las condiciones climáticas de la zona del ensayo.

3.3.7. Relación beneficio costo B/C.

Para la determinación de esta variable se procedió al cálculo de los costos de producción del cultivo que completó su ciclo vegetativo, vale decir maca. Se tomaron en

cuenta los rendimientos de cada sitio y los precios de los productos al momento de la comercialización.

3.3.8. Modelo matemático

Herramientas estadísticas empleadas

Las variables estudiadas, fueron procesadas con el modelo de bloques completos al azar. Cada parcela fue analizada de forma independiente (como sitios), en la zona de Villa Flores. Posteriormente se realizó la prueba de Duncan para analizar la diferencia de medias.

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$i = 1, 2, b \dots$ bloques

$j = 1, 2, 3, t \dots$ Sitios

Y_{ij} = Valor observado en una unidad experimental en el i -ésimo bloque que recibe el j -ésimo tratamiento.

μ = Media general.

β_i = Efecto aleatorio del i -ésimo bloque $\beta_i \approx \text{NIID}(0, \sigma_b^2)$.

τ_j = Efecto fijo del j -ésimo sitio.

ε_{ij} = Efecto aleatorio de los residuales $\varepsilon_{ij} \approx \text{NIID}(0, \sigma_b^2)$.

3.3.9. Análisis de suelos

El estudio de las características físicas se realizó en los cuatro sitios, el muestreo de suelos se efectuó en zigzag obteniendo una muestra representativa del suelo en cada sitio. Los análisis de suelos se realizaron en el laboratorio del CIAT (Centro

internacional de Agricultura Tropical), las determinaciones efectuadas y la metodología se resume a continuación:

Cuadro 3. Determinaciones y metodología empleadas en el análisis de suelos.

Análisis o Determinación	Metodología
pH	Potenciómetro
Conductividad Eléctrica	Conductivímetro
Fosforo	Bray Kurtz
M.O.	Walkey Black
Nitrógeno Total	Kjeldahl
Potasio	Fotometría de llama
Textura	Hidrómetro Boyoucus

3.3.10. Evaluación participativa.

La evaluación participativa se realizó con los agricultores de las localidades en estudio, utilizando la metodología de “orden de preferencias”, ya que permite evaluar todas las alternativas y designar un orden de mayor a menor a cada una de ellas (preferencias), de acuerdo a las opiniones vertidas por los agricultores acerca de cada una de las alternativas (cultivos introducidos en cada una de las localidades). Esta evaluación se la realizó en la cosecha de cada cultivo o al finalizar su ciclo.

Estas herramientas nos permiten obtener información sencilla y confiable mediante las opiniones o criterios vertidos por los agricultores acerca de las preferencias de cada alternativa (cultivos introducidos).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. TEMPERATURAS MÁXIMAS, MÍNIMAS Y PRECIPITACIÓN EN LA ZONA DE VILLA FLORES.

De acuerdo a los datos obtenidos en WORLDCLIM, la zona de Villa Flores presenta las siguientes características climáticas:

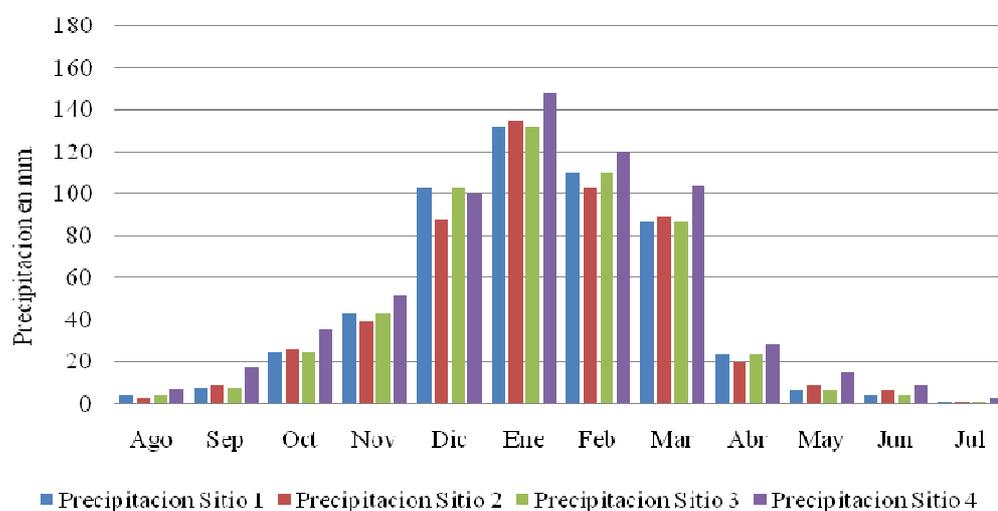


Figura 4. Promedio de precipitación registrada de los 4 sitios de la zona de Villa Flores.

En la figura 4 se muestra que el periodo donde se registran mayores precipitaciones es entre los meses de diciembre a marzo. Se puede observar claramente que el sitio 4 muestra una precipitación mayor con respecto a los demás sitios, además, el periodo de precipitación se prolonga hasta el mes de julio lo que no pasa en los demás sitios en estudio.

En la figura 5 se observa que las temperaturas máximas están registradas en los meses de octubre, noviembre y diciembre, reportando las temperaturas mas altas el sitio 1 con 23.9, 24.7 y 23 °C respectivamente.

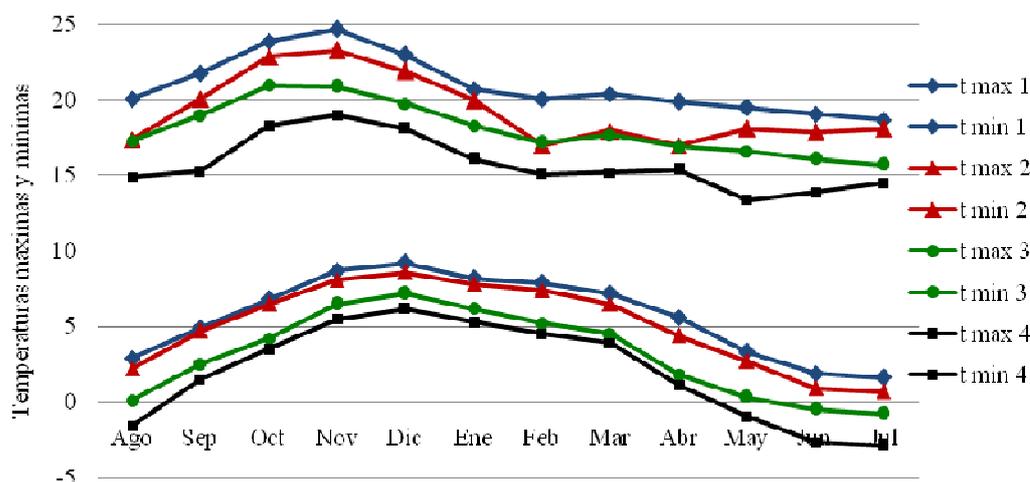


Figura 5. Promedio de temperaturas máximas y mínimas mensuales de la zona de Villa Flores.

Los datos del sitio 2 se encuentran muy cerca con temperaturas máximas de 22.9, 23.3 y 21.9 °C respectivamente. El sitio 3 reporta 21, 20.9 y 19.8 °C y para finalizar el sitio 4 con 18.3, 19 y 18.1 °C respectivamente en los meses de octubre, noviembre y diciembre. De manera general se puede afirmar que la diferencia de temperaturas máximas entre el sitio 1 y 4 es de mas de 5 grados centígrados.

En la misma gráfica se observa que el sitio 4 presenta las menores temperaturas mínimas que llegan a -2.5 °C bajo cero. Seguido de los sitios 3, 2 y 1. En los meses de octubre, noviembre y diciembre entre los sitios 1 y 4 existe una diferencia de 3 grados centígrados. Estos datos indican que el sitio 4 tiene menos condiciones favorables para los cultivos introducidos debido a que se registran mayores precipitaciones y temperaturas más bajas, lo cual es determinante para el buen comportamiento de dichos cultivos.

4.2. TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN DE LA ZONA DE TORO FALDA.

Las características que presenta la zona de Villa Flores son las siguientes:

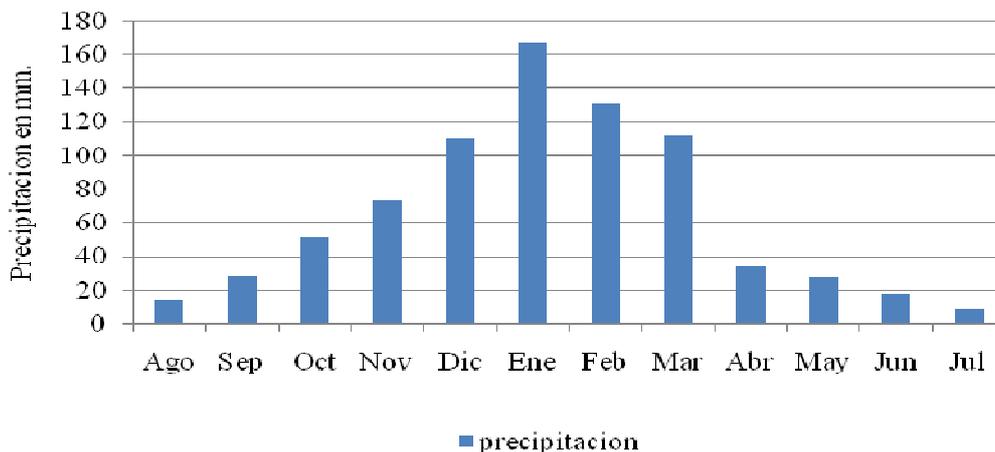


Figura 6. Promedio mensual de precipitación de la zona de Toro Falda.

La figura 6 muestra que la precipitación en los meses de enero, febrero y marzo alcanza 167, 131 y 112 mm, demostrando que la precipitación es mayor en esta zona por lo que la humedad relativa en el ambiente alcanza a 86%, mayor que en la zona de Villa Flores.

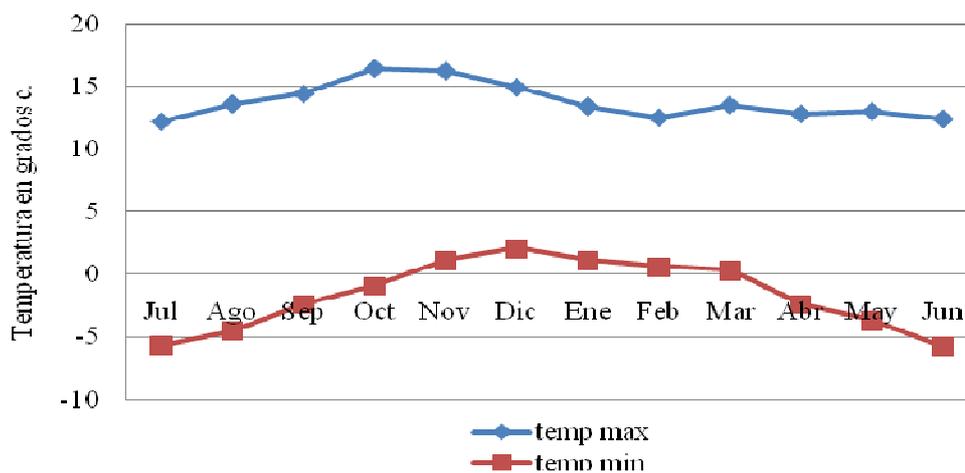


Figura 7. Promedio mensual de temperaturas máximas y mínimas de la zona de Toro Falda.

En la figura 7, se observa que las temperaturas mínimas y máximas en la zona de Toro Falda son mucho más bajas que los cuatro sitios ubicados en la zona de Villa Flores. En los meses de junio y julio las temperaturas mínimas están por debajo 0° C. Podemos atribuir estas condiciones a la ubicación de esta zona que es más próxima a la cordillera, donde la precipitación y la altitud son mayores y las temperaturas son más bajas.



Figura 8. Siembra en la zona de Toro Falda.

En la figura 8 se observa la zona de Toro Falda, donde se puede evidenciar las condiciones climáticas que denotan un alto contenido de humedad en el ambiente, el cual se ve reflejado por la neblina característica de la zona.

4.3. SUELO.

Análisis Químico

Los resultados del análisis químico de suelos muestran los siguientes resultados:

Cuadro 4. Análisis químico de suelos para la zona de Villa Flores.

Parcela	pH	Acidez cmol/kg.	C.E. Micromhos/cm	Nitrógeno total %	Fósforo ppm.	Potasio Meq/100gr.	MO %
Sitio 1	4.90	2,2	93.50	0.78	39	0.44	3.1
Sitio 2	4.60	4,7	149.90	0.58	19	0.53	3.4
Sitio 3	4.50	5,5	150.70	0.57	32	0.95	3.2
Sitio 4	4.40	8,3	130.40	0.39	28	0.85	3.2

El cuadro 4 muestra que los niveles de nitrógeno y materia orgánica son altos en todos los sitios, se debe señalar que el contenido de materia orgánica y el nitrógeno total están directamente relacionados. (Buckman y Brady, 1977), mencionan que el contenido de materia orgánica es de gran importancia ya que es la única fuente de nitrógeno en el suelo y aporta la mayor parte del fósforo. El nivel de fósforo es alto para los sitios 1 y 3 y moderado en los sitios 2 y 4. Por otro lado los niveles de pH son bajos y catalogados como fuertemente ácidos, esto indica la posible toxicidad por aluminio. (Pérez, 1998). El sitio 1 muestra mejores condiciones con un pH es menos ácido.

Análisis Físico:

El análisis físico de suelos mostró el siguiente resultado:

Cuadro 5. Análisis físico de suelos de la zona de Villa flores.

	Arcilla (Y)	Limo (L)	Arena (A)	Código
Sitio 1	38	36	26	FY
Sitio 2	42	24	34	Y
Sitio 3	44	22	34	Y
Sitio 4	38	30	32	FY

En el cuadro 5 muestra que el análisis físico del suelo en los diferentes sitios reporta los siguientes resultados: el sitio 1 y 4 son de textura franco arcillosa y los sitios 2 y 3 de textura arcillosa. Al respecto Villarroel 1988, al referirse a los suelos de textura franca, menciona que son los más adecuados para la agricultura ya que presentan muy buena capacidad de retención de humedad, condiciones físicas ideales y favorables y niveles de nutrientes muy buenos en general.

4.4. EVALUACIÓN DE LOS CULTIVOS EN LA LOCALIDAD TORO FALDA

Se debe mencionar que en la localidad de Toro Falda, ninguno de los cultivos llegó a desarrollar, se observó una emergencia de todos los cultivos, sin embargo estos no prosperaron. Haciendo un análisis de las condiciones climáticas de la zona (pp. y T°), se puede concluir que estas condiciones son demasiado extremas para el desarrollo de los cultivos seleccionados. Observando la figura 6 donde la precipitación anual acumulada registrada alcanza a 790 mm, acompañada de un alto contenido de humedad ambiental que alcanza a 86% y una temperatura promedio de 5 °C, no son las condiciones adecuadas para el desarrollo de estos cultivos. Estas condiciones no permitieron la recolección de datos para esta zona, por lo que los resultados a presentarse en el presente documento se referirán solamente a los cuatro sitios de la localidad de Villa Flores.

4.5. EVALUACIÓN DE LOS CULTIVOS EN LA LOCALIDAD VILLA FLORES

En la zona de Villa Flores de las cinco especies establecidas en la investigación no todas completaron el ciclo de cultivo. La cañahua y la quinua llegaron a emerger en todos los sitios pero no así a desarrollarse y terminar su ciclo. Esto pudo deberse al alto contenido de humedad en el ambiente (promedio de 79%) que ocasionó el ataque de enfermedades fungosas en etapas muy tempranas del ciclo como el mildiu polvoriento.

El Tarhui solo llegó a la etapa de floración, debido a las condiciones de temperatura, precipitación y humedad principalmente que presenta la zona de Villa Flores. Al final del ensayo, solo se evaluaron resultados en avena, maca y tarhui.

4.5.1. AVENA

Este cultivo requiere de suelos arcillo-limosos o franco arcillosos, preferentemente no calcáreos y con buena retención de humedad. (Benacchio, 1982).

Desarrolla bien en condiciones de mediana profundidad, (FAO, 1994), que implican una profundidad efectiva de 40 a 60 cm. El óptimo de pH está entre 4,5 a 7,5 y con un óptimo de 6,0 (FAO 1994), y desarrolla mejor a una altitud de 1000 a 3000 m.s.n.m. (Aragón 1995). Requiere que se acumulen de 250 a 770 mm de agua durante el ciclo de desarrollo, siendo el óptimo 500 mm. (FAO 1994). El rango térmico de desarrollo está entre 5 y 30 °C con un óptimo de 17.5 °C. (FAO, 1994). Todas estas condiciones se encontraban presentes en los cuatro sitios de la localidad de Villa Flores.

La medición de las variables de respuesta en el cultivo de avena dio los siguientes resultados:

Altura planta

La altura planta como expresión del crecimiento, es un componente de rendimiento muy importante ya que está directamente relacionada con el rendimiento. Los resultados obtenidos muestran diferencias entre sitios, los que se son presentados a continuación.

Cuadro 6. Análisis de varianza altura planta de avena

FV	Gl	SC	CM	Fcal	Prob
Repeticiones	2	0,0078	0,0039	0,16	
Sitios	3	0,8816	0,2938	11,94	0,0061
Error	6	0,1477	0,0246		
Total	11	1,0371			

Significativo P: 0.05% CV=15.3%

El cuadro 6, muestra el análisis de varianza para esta variable, ha determinando que existen diferencias estadísticas significativas con una probabilidad ($p < 0.05$) entre los sitios estudiados. Estas diferencias se pueden observar más claramente en el gráfico 1. También observamos que el coeficiente de variación es de 15,3%, lo que indica la confiabilidad de los datos.

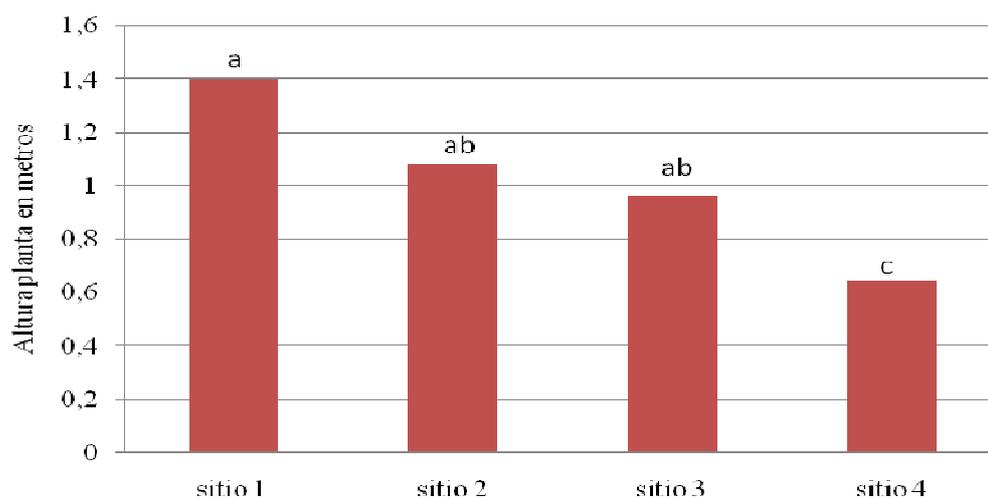


Figura 9. Altura de plantas de avena para cada sitio en la localidad de Villa Flores.

Los resultados presentados en la figura 9 muestran que existen diferencias significativas entre sitios, observándose que la altura planta en el sitio 1 es mayor comparada con los demás, aunque estadísticamente los resultados para los sitios 2, 3 son similares. En el sitio 4 se presentó la altura menor de plantas con un promedio de 0,64 m.

Estos resultados concuerdan con los reportes de (Infoagro, 1992), los cuales mencionan el amplio rango de adaptación a diferentes condiciones de clima y suelo, sin embargo las condiciones de sitio 4, especialmente temperatura (figura 5), no son las mejores para el desarrollo de este cultivo que presenta diferencias de hasta 5 °C frente a los otros sitios. Por otro lado, las condiciones de suelo en general son favorables para el desarrollo de este cultivo considerando los contenidos de MO, nutrientes, acidez, etc.

La figura 2 y el cuadro 2 muestran que el sitio 1 se encuentra a menor altitud y más alejado de la cordillera, condiciones que podrían influir para el buen desarrollo del cultivo,

por el contrario, el sitio 4, se encuentra a mayor altitud y más próximo a la cordillera, por lo cual las condiciones son desfavorables para el cultivo.

Desde el punto de vista forrajero, la altura planta es una de las características más importantes del cultivo, puesto que permite competir a la planta por luz y como consecuencia realizar mayor fotosíntesis, mayor porcentaje de materia seca y formar mayor forraje para la alimentación del ganado, sin embargo este factor está muy influenciado por los factores edafoclimaticos, (Jutsi et al, 1979).

Para finalizar se puede mencionar que los sitios 1, 2, 3 presentan condiciones favorables para la producción de forrajes debido a las características de precipitación, temperatura y suelos.

Numero de macollos por planta

El número de macollos está directamente relacionado con el desarrollo de las plantas, a mayor desarrollo de las plantas hay mayor número de macollos y lo cual puede demostrar que hay mayor rendimiento por superficie, (Torrice, 2002).

Cuadro 7. Análisis de varianza para el número de macollos por planta.

FV	gl	SC	CM	Fcal	Prob
Repeticiones	2	1,5188	0,7594	46,44	
Sitios	3	0,0934	0,0311	1,91* ns	0,2299
Error	6	0,0981	0,0163		
Total	11	1,7104			

**ns al 0.05% CV=6.97%*

El análisis de varianza muestra que no existen diferencias significativas entre sitios a una probabilidad de ($p < 0.05$), ya que está en función al número de tallos que presenta por planta. El coeficiente de variación de 6.9% demuestra la confiabilidad de los datos.

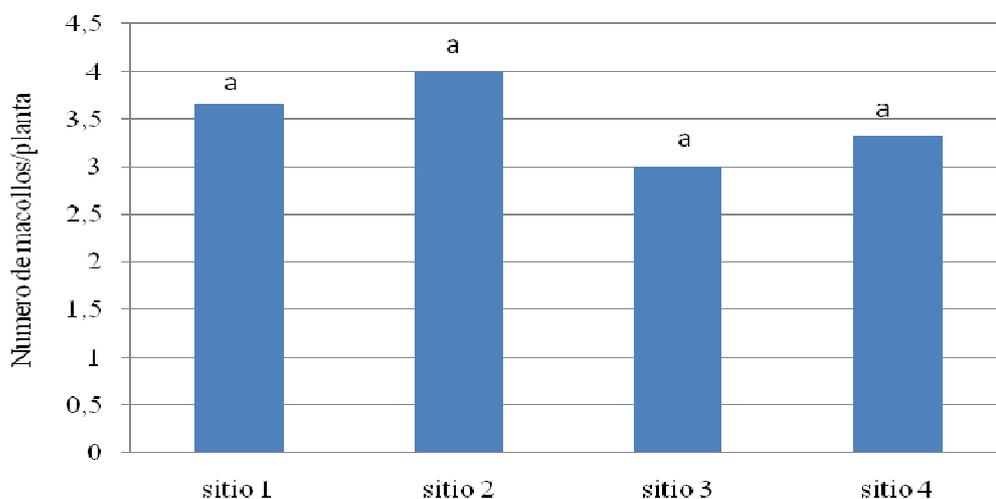


Figura 10. Numero de macollos por planta para cada sitio de la zona de Villa Flores.

La figura 10, muestra que no existen diferencias estadísticas al realizar la prueba de Duncan, ya que los cuatro sitios desarrollaron un número similar de macollos que es de 3, 4 ,3 y 3 respectivamente para cada sitio.

Estos resultados pueden deberse a que el macollamiento es una variable de respuesta en la etapa inicial de crecimiento, la cual puede que no haya sido influenciada en gran manera por las condiciones especialmente de temperatura, como en el caso de la altura planta.

Rendimiento de materia verde

La altura planta como expresión del crecimiento y el macollamiento son componentes del rendimiento de materia verde en el cultivo de la avena, como podemos observar los resultados no existe diferencia entre bloques pero si entre sitios lo que denota que la ubicación es un factor importante debido a las características que cada una presenta (pp. temperatura, altitud).

Cuadro 8. Análisis de varianza para el rendimiento de materia verde avena.

FV	gl	SC	CM	Fcal	Prob
Repeticiones	2	0,0078	0,0039	0,16	
Sitios	3	0,8816	0,2938	11,94	0,0061
Error	6	0,1477	0,0246		
Total	11	1,0371			

Significativo a P: 0.05% CV=25.5%

En el cuadro 8 se presenta el análisis de varianza de rendimiento de materia verde, se puede observar que hay una alta significancia entre sitios a una probabilidad de ($P < 0.05$). El coeficiente de variación de 27.5 % está dentro de los parámetros estadísticos establecidos, lo que indica la confiabilidad de los datos analizados.

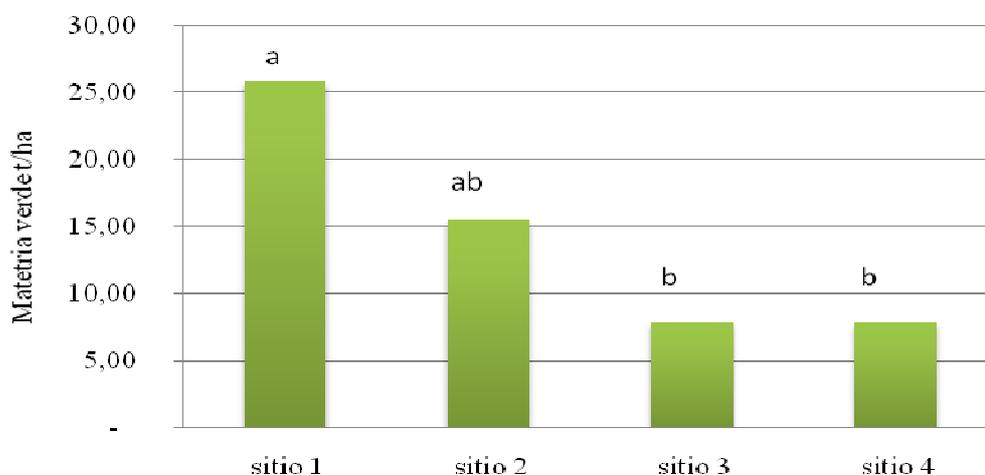


Figura 11. Rendimiento de materia verde para cada uno de los sitios de Villa Flores.

En la figura 11 se observa que el rendimiento es mayor en el sitio 1, que llega a 25 t/ha, seguido del sitio 2 con 15 t/ha y por último los sitios 3 y 4 que están con 7 t/ha. Según la prueba múltiple de comparaciones de Duncan, existen diferencias estadísticas notables en cuanto a rendimiento de materia verde de avena entre sitios, lo que demuestra que los factores climáticos, altitudinales, edáficos y principalmente de pH del suelo donde

encontramos que el sitio 1 cuenta con 4,90 y el sitio 4 con 4,40 lo cual nos indica menos acides en el sitio 1 en comparación a los demás sitios.

Rendimiento de materia seca

Cuadro 9. Análisis de varianza para el rendimiento de materia seca avena.

FV	gl	SC	CM	Fcal	Prob
Repeticiones	2	7,6231	3,8115	2,06	
Sitios	3	72,5199	24,1733	13,09	0,0048
Error	6	11,0841	1,8473		
Total	11	91,2271			

Significativo P: 0.05% CV= 24,6%

El cuadro 9 muestra el análisis de varianza del rendimiento de materia seca de avena, demostrando que existe significancia entre sitios a una probabilidad de ($P < 0.05$), lo que demuestra que probablemente se deba a la ubicación de los mismos.

Para esta variable se tuvo diferencias significativas de manera consistente en los 4 sitios donde se realizó el trabajo. Esto se puede atribuir a las condiciones climáticas, nutricionales, altitud y ubicación de cada uno de los sitios que presenta la zona de Villa Flores.

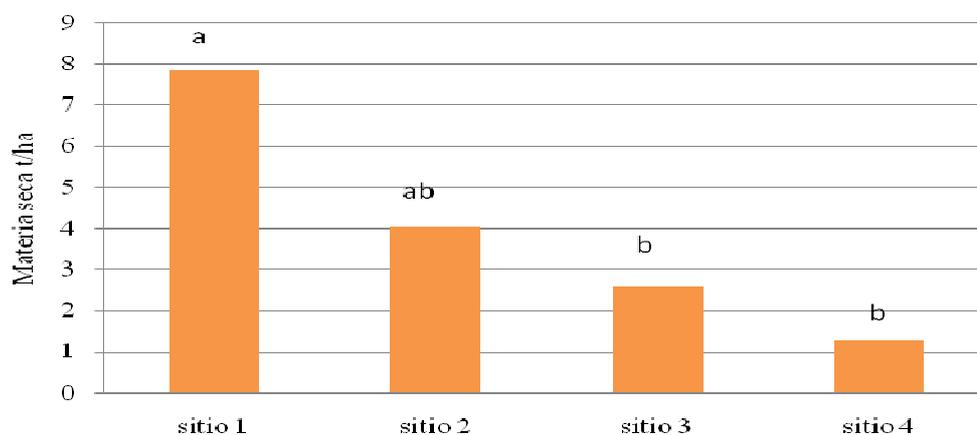


Figura 12. Rendimiento de materia seca para cada uno de los sitios de Villa Flores.

Según la ubicación de los sitios en base a la figura 2 y el cuadro 2 podemos constatar que el sitio 1 se encuentra con mejores condiciones altitudinales en comparación al sitio 4. Por otro lado también podemos constatar que las condiciones climáticas y principalmente edáficas son favorables para el buen comportamiento y producción de materia seca de avena.

Los rendimientos de materia seca son de 7,82 t/ha para el sitio 1, 4,03, 2,56, y 1,26 t/ha para los sitios 2, 3 y 4 respectivamente y según la prueba de Duncan tiene una diferencia significativa entre sitios. Según (Tórrico, 2002), los rendimientos obtenidos en su ensayo realizado en instalaciones del Centro de investigación en forrajes CIF, los resultados de materia seca son de 7.9 t/ha, similares a los del sitio 1, en el cual se presentan condiciones similares a las zonas de producción de este cultivo.

Contenido de nitrógeno total y asimilable

Cuadro 10. Contenido de Nitrógeno Total y asimilable en cada sitio.

	NT (Suelo) Kg/ha	N ₂ Asimilable Kg/ha Suelo (1,5 % mineralización)	Rendimiento Materia Seca t/ha
Sitio 1	1950	29,2	7,8
Sitio 2	1450	21,7	4,03
Sitio 3	1425	21,3	2,56
Sitio 4	975	14,6	1,26

En el cuadro 10, observamos la mayor cantidad de nitrógeno total en el suelo en el sitio 1, con 1950 Kg./ha, seguido de los sitios 2, 3 y 4, con 1450, 1425 y 875 Kg./ha respectivamente. El nitrógeno asimilable varía desde 29,2 kg./ha para el sitio 1, hasta 14,6 Kg./ha, para el sitio 4. Se aprecia datos del contenido de nitrógeno asimilable obtenidos del cálculo de nitrógeno total por una mineralización del N asimilable del 1,5% (anexo 7). La temperatura y la humedad relativa podrían ser determinantes para la mineralización del nitrógeno en cada sitio ya que se ve reflejado en los rendimientos de materia seca de avena.

Como observamos en la (figura 5), donde existen temperaturas más bajas, existe menor mineralización del nitrógeno que se expresa en el rendimiento de materia seca.

En general, los cuatro sitios presentan buenos niveles de materia orgánica que a su vez está relacionada con el contenido de nitrógeno disponible, (Buckman y Brady, 1977). Sin embargo, el sitio que presenta mejores condiciones climáticas, temperatura, precipitación y pH, es el sitio 1, donde el cultivo se comporto de mejor manera demostrando así mejores rendimientos de materia verde, materia seca y altura planta. Se puede concluir que los sitios 1 y 2 son aptos para la producción de forrajes.

4.5.2. MACA

La maca es la única brasicacea domesticada en Los Andes, está adaptada a condiciones ecológicas muy frías en las cuales otro cultivo no podría prosperar, estas zonas se caracterizan por tener temperaturas promedio entre 4 y 7 °C, alturas entre 4000 y 4500 m.s.n.m., alta irradiación solar, heladas frecuentes, vientos fuertes y suelos ácidos (pH<5). (UNALM, 1996).

Rendimiento de Raíz Fresca

El análisis de raíz fresca en el cultivo de la maca existe significación estadística en todos los sitios de la zona de Villa Flores a ($P < 0.05\%$), esto debido a las condiciones que presenta cada sitio como temperaturas, condiciones de humedad y altitud como se observa en las figuras 4 y 5. Por otro lado podemos mencionar que también es tolerante a suelos ácidos similares a los que presenta los sitios en estudio. El cultivo se desarrolló de manera favorable debido a que los cuatro sitios presentan buenos niveles de M.O. y a su vez está relacionada con el contenido de nitrógeno disponible, (Cossío, 2009).

Cuadro 11. Análisis de varianza para rendimiento de raíz fresca de maca.

FV	gl	SC	CM	Fcal	Prob
Repeticiones	2	0,3291	0,1645	2,16	
Sitios	3	1,4508	0,4836	10,41	0,0044
Error	6	0,8516	0,1419		
Total	11	2,6316			

Significativo al 0.05% CV= 18.8 %

En el cuadro 11 observamos que existe diferencias significativas entre sitios a una probabilidad de ($P < 0.005$), también apreciamos en el mismo cuadro que el coeficiente de variación es de 18.8% lo cual nos indica la confiabilidad de los datos analizados.

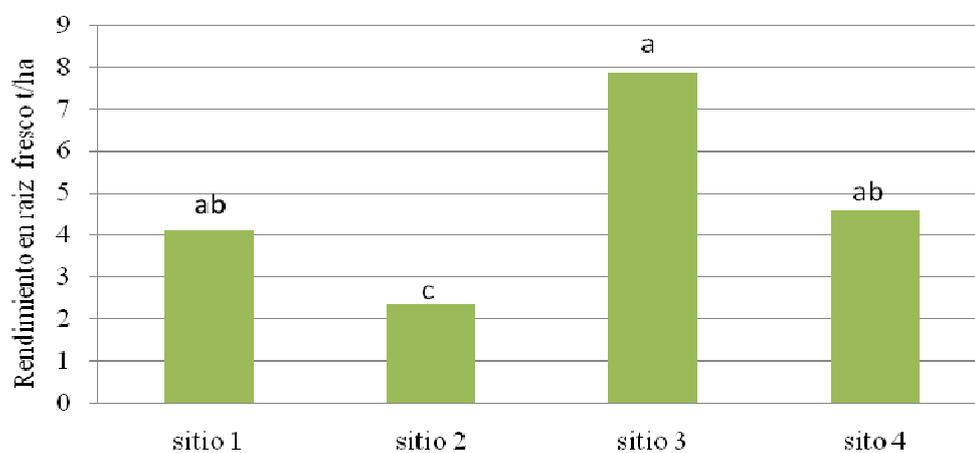


Figura 13. Rendimiento de raíz fresca para cada uno de los sitios de Villa Flores.

En la figura 13 muestra que se tuvo mayor rendimiento de raíz fresca en el sitio 3, con 7,8 t/ha. Al realizar la prueba de comparaciones múltiples de Duncan, se observa que existen diferencias ya que en el sitio 3 se obtuvieron mejores rendimientos, seguido por los

sitios 1 y 4 con 4.2 y 4.5 respectivamente y por ultimo observamos el sitio 2 que alcanzó 2.3 t/ha.

Según Cortes (2000), en su estudio de necesidades hídricas de diferentes ecotipos de maca, se puede aseverar que los resultados obtenidos en dicha investigación son entre 7.6 y 8,9 t/ha.. Por otro lado, (Ordinola 2007), observó que los rendimientos de maca son de 5.8 t/ha, en la región de Huanuco, provincia Pachitea Perú. Esto demuestra que el cultivo de maca en la zona de Villa Flores tuvo un buen comportamiento probablemente debido a los importantes aportes de nitrógeno asimilable del suelo: 29,2, 21,7, 21,3 y 14,6 kg/ha para los sitios 1,2, 3 y 4 respectivamente.

Rendimiento de Raíz seca

El análisis de raíz seca a una probabilidad de ($P < 0.005$), muestra que existen diferencias para esta variable. Las condiciones que presenta la zona de estudio son muy similares edafoclimaticamente para el cultivo de la maca, por lo cual mostró un buen comportamiento de su ciclo vegetativo y eso dio lugar a obtener rendimientos similares de raíz fresca y raíz seca.

Cuadro 12. Análisis de varianza de raíz seca de maca.

FV	GI	SC	CM	Fcal	Prob
Repeticiones	2	0,1117	0,0558	1,47	
Sitios	3	0,3268	0,1089	11,82	0,0049
Error	6	0,2287	0,0381		
Total	11	0,6674			

Significativo al 0.05% CV=17.4 %

El cuadro 12 muestra que existe significancia estadística entre sitios a una probabilidad de ($P < 0.05$), en el mismo cuadro se observa que en coeficiente de variación es de 17,4 % lo que demuestra la confiabilidad de los datos analizados. Según reportes de (Silva 1997), el cultivo de la maca resiste a heladas nocturnas de hasta 10 grados bajo cero

y se adapta hasta los 4.300 m.s.n.m., y menciona que el rendimiento promedio es de 3 t/ha, pero con el uso de tecnología es posible sacar rendimientos de hasta 20 t/ha.

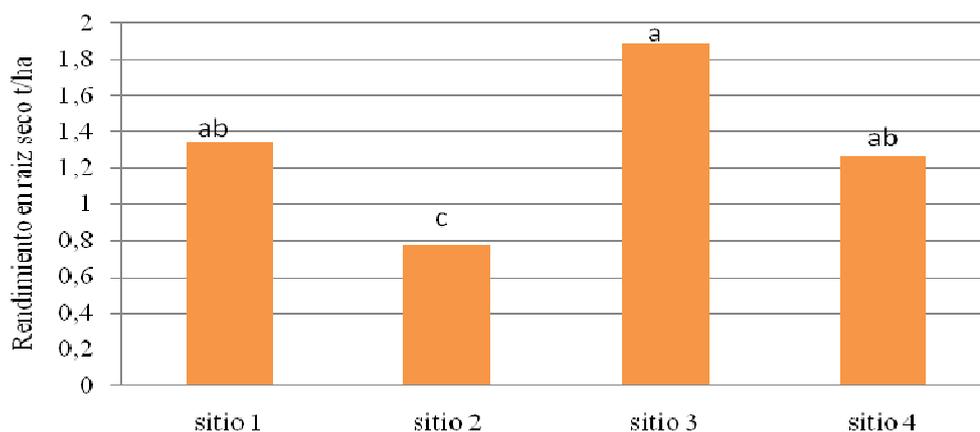


Figura 14. Rendimiento de raíz seca para cada uno de los sitios de Villa Flores.

En la figura 14, se observa que los rendimientos de raíz seca para los sitios 1, 3 y 4 presentaron mayor rendimiento con 1.3, 1.8 y 1.2 t/ha, respectivamente frente al sitio 2 que esta con 0.76 t/ha.

Como podemos observar la figura 14, según las comparaciones de la prueba de Duncan, existen diferencias significativas entre los sitios y podemos mencionar que hay un mayor rendimiento de raíz seca en el sitio 3.

Contenido de nitrógeno total y asimilable

Cuadro 13. Contenido de Nitrógeno Total y asimilable en cada sitio.

	NT (Suelo) Kg/ha	N ₂ Asimilable Kg/ha Suelo (1,5 % mineralización)	Rendimiento Materia Seca t/ha
Sitio 1	1950	29,2	1.3
Sitio 2	1450	21,7	0.76
Sitio 3	1425	21,3	1.8

Sitio 4	975	14,6	1,2
---------	-----	------	-----

En este cuadro se observa que los sitios 1, 2 y 3 cuentan con importantes cantidades de nitrógeno total y asimilable en el suelo. El sitio 3 registró mayor rendimiento de materia seca en comparación al sitio 2 y 4. En este cultivo en especial el factor que pudo influir en su buen desarrollo, podría deberse a las mayores cantidades de potasio y el fósforo, en comparación a los demás sitios.

Podemos concluir mencionando que las temperaturas bajas, ubicación de los sitios no son un factor determinante para el desarrollo de este cultivo en especial. Aclarando que donde se encontraron mejores rendimientos de materia verde y materia seca fue en el sitio 3, sin desmerecer los sitios 1 y 4 que también se registraron importantes rendimientos de materia verde y seca.

4.5.3. TARHUI

↓

El tarhui se cultiva en áreas moderadamente frías, aunque existen cultivos hasta los 3800 m.s.n.m., a orillas del lago Titicaca, donde es frecuente la presencia de heladas.

Los requerimientos de humedad oscilan entre 400 a 800 mm de precipitación, dependiendo de los ecotipos; aunque el tarhui se cultiva sobre todo sin riego,. La planta es susceptible a sequías durante la formación de flores y frutos, afectando seriamente la producción. (Gross y Von Baer 1981).

Rendimiento de materia verde

Debido a que este cultivo no llegó a finalizar su ciclo y solo llegó a la etapa de floración, el análisis de materia verde y seca se realizó con muestras de follaje, se realizó con el fin de estudiar su incorporación como abono verde. No se evaluó el grano, ya que el cultivo no llegó a desarrollarse hasta la etapa de fructificación.

El análisis de materia verde demostró significación estadística entre los sitios de la zona de Villa Flores a una probabilidad de de (0.05%). Existen diferencias probablemente debido a la ubicación de los sitios y posiblemente a condiciones de clima, precipitación y temperatura.

Cuadro 14. Análisis de varianza de materia verde de Tarhui.

FV	gl	SC	CM	Fcal	Prob
Repeticiones	2	145,5387	72,7693	0,59	
Sitios	3	5961,4972	1987,1657	16,12	0,0028
Error	6	739,5895	123,2449		
Total	11	6846,6256			

Significativo al 0.05%. CV= 27,2%

En el cuadro 14 observamos que existen diferencias estadísticas a una probabilidad ($P < 0.05$), y en el mismo cuadro se ve que el coeficiente de variación es de 27%.

Este cultivo en particular se comportó de manera favorable en los sitios 1 y 2 y no muy bien en el sitio 3. También se observa que no existen datos del sitio 4 esto debido a que si bien hubo una emergencia, el cultivo no desarrolló, posiblemente por el factor clima y altitud que tiene este sitio

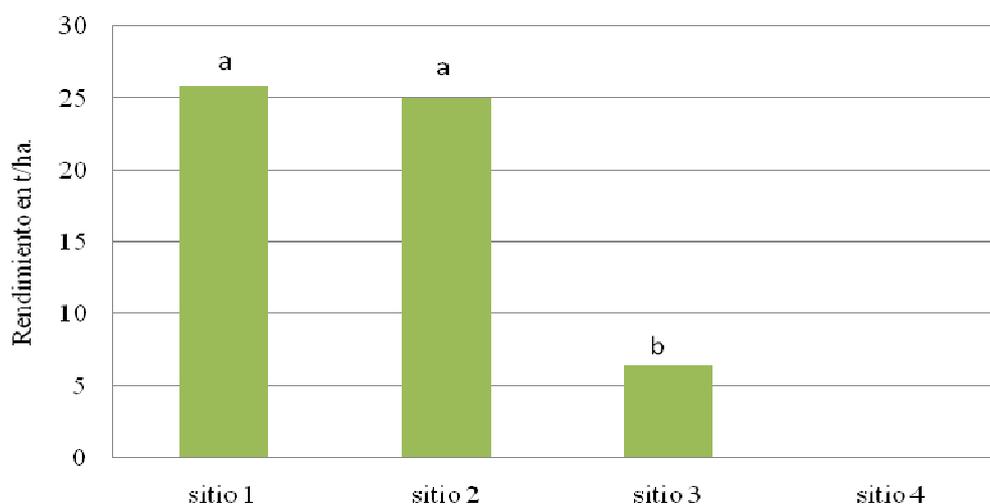


Figura 15. Rendimiento de materia verde para cada sitio en la zona de Villa Flores.

En la figura 15, podemos observar que mediante las comparaciones de la prueba de Duncan en los sitios 1 y 2 los rendimientos de materia verde son estadísticamente similares y muestran una gran diferencia con respecto al sitio 3. El sitio 4 no reportó datos.

Los rendimientos de biomasa son de 25.83, 25,01 y 6,4 t/ha para los sitios 1, 2 y 3. (Huanca 2007) en un trabajo de investigación sobre la incorporación de biomasa de Tarwi al suelo, reportó rendimientos de 29,6 t/ha. Otros trabajos realizados en valles interandinos de Cochabamba por (Heredia, 1998), muestran rendimientos de 10,9 t/ha para el tarwi, lo que demuestra que esta especie está adaptada a climas fríos. Los resultados obtenidos en el presente estudio aventajan a los obtenidos por este investigador en un 23%.

Rendimiento de materia seca.

En el cuadro 14, el análisis de varianza nos muestra que existen diferencias significativas entre los sitios a una probabilidad de 0.05%.

Cuadro 15. Análisis de varianza de materia seca de tarhui.

FV	gl	SC	CM	Fcal	Prob
Repeticiones	2	7,1950	3,5975	0,50	
Sitios	3	396,6698	132,2232	18,39	0,0020
Error	6	43,1402	7,1900		
Total	11	447,005			

Significativo al 0.05 % CV=28,8%

En el cuadro 15 observamos que existen diferencias estadísticas a una probabilidad de ($P < 0.05$) entre los sitios. Los rendimientos obtenidos de materia seca de tarhui demuestran que al igual que la materia verde existen diferencias significativas debido a la ubicación de los sitios y a las características climáticas, altitudinales y nutricionales que presentan los suelos de los sitios de la zona de Villa flores.

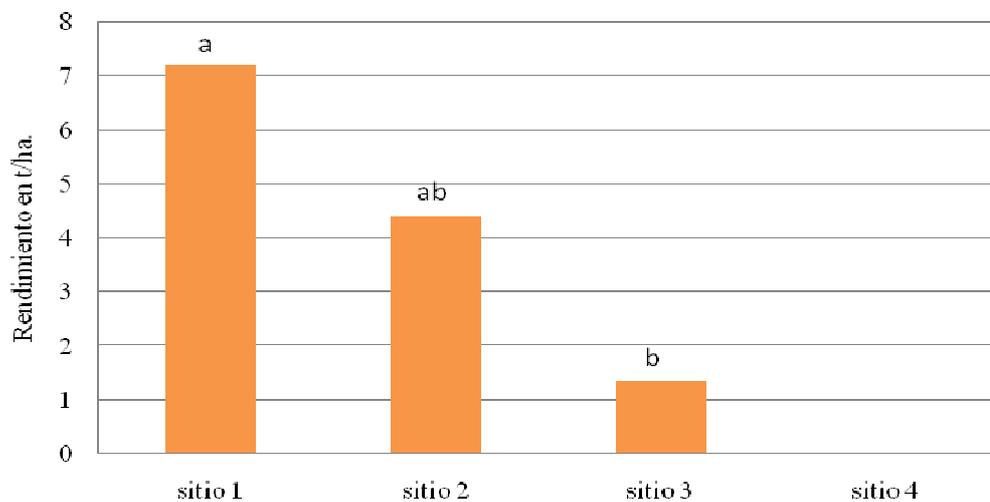


Figura 16. Rendimiento de materia seca para cada sitio en la zona de Villa Flores.

La figura 16 nos muestra las diferencias estadísticas que existen entre sitios, según la prueba de Duncan. Se puede observar la diferencia de rendimientos que existe entre sitios debido principalmente a la ubicación, condiciones climáticas y altitud que caracteriza cada sitio. Como podemos apreciar el sitio 1 reporta 7,2 t/ha, seguido del sitio 2 con 4,38 t/ha, y para finalizar el sitio 3 con 1,34 t/ha. (Huanca, 2007), reportó 8,2 t/ha de materia seca en su investigación realizada en la provincia Ingavi del departamento de La Paz. Rendimientos muy similares a los encontrados en este estudio, por lo cual se podría decir que el sitio 1 cuenta con mejores condiciones para la producción de materia verde y materia seca.

Contenido de nitrógeno total y asimilable

Cuadro 16. Contenido de Nitrógeno Total y asimilable en cada sitio.

	NT (Suelo) Kg/ha	N ₂ Asimilable Kg/ha Suelo (1,5 % mineralización)	Rendimiento Materia Seca t/ha
Sitio 1	1950	29,2	7,2
Sitio 2	1450	21,7	4,3
Sitio 3	1425	21,3	1,3
Sitio 4	975	14,6	--

En el cuadro 16 observamos que al igual que el cultivo de la avena, el nitrógeno asimilable está relacionado con el rendimiento de materia seca y a su vez con la ubicación de los sitios. Donde se registran temperaturas más bajas existe menor mineralización de Nitrógeno, factores que reflejan el rendimiento de materia seca, lo cual nos indica que la temperatura, altitud y ubicación de los sitios son determinantes para el buen desarrollo de este cultivo.

Podemos concluir mencionando que los sitios 1 y 2 son aptos para la producción de tarhui, por las características edafoclimáticas, nutricionales (Nitrógeno Asimilable), que existe en cada sitio donde se realizó el estudio, aunque este cultivo no concluyó su ciclo vegetativo, su producción podría ser destinada como abono verde. Al respecto, (Sarabia 1998), deduce que los beneficios que proporciona esta incorporación de abono verde son los siguientes: Aumenta la infiltración del agua y disminuye la velocidad de escurrimiento, constituye una alternativa más económica a la de fertilizantes químicos, aumenta el rendimiento de los cultivos posteriores a través de su efecto residual que mejora la fertilidad de los suelos y puede ser utilizado en forraje o en grano para la alimentación animal y humana.

Se realiza esta incorporación en estado de floración o cuando está formando las primeras vainas. El proceso de incorporación consiste en una primera instancia en el picado

del material vegetal y segundo su incorporación con la ayuda de una yunta o picota a una profundidad no mayor a los 20 cm. Y se concluye que los rendimientos obtenidos mediante la incorporación de abonos verdes de tarhui mejoran los rendimientos de papa en relación a lo tradicional.



4.6. EVALUACIÓN PARTICIPATIVA

La evaluación participativa se realizó junto con los comunarios del sindicato Villa Flores, al momento de la cosecha, contando con la participación de veinte agricultores. Las opiniones que vierten ellos, radican mayormente en su interés por el nuevo cultivo para la zona: la maca. Tanto el tarhui como la avena son ampliamente conocidos por los lugareños. La metodología empleada fue orden de preferencias donde tuvo la participación de los agricultores que participaron en la cosecha y el resultado fue el siguiente:

Cuadro 16. Cuadro resumido de la evaluación participativa.

Alternativas Introducción de cultivos	Grupo	Orden de preferencias	Razones
Maca	Buena	1	No es difícil sembrar pero hay que aumentar la mezcla con la arena de 1:5 a 1:10 Es un cultivo muy rústico y fuerte que aguanta muy bien el frío. Rinde muy bien en nuestros terrenos Puede ser una buena alternativa si es que encontramos mercado para la producción
Avena	Buena	2	No necesita ningún cuidado, solamente del ganado La cosecha también es simple. La producción es buena en algunos sitios
Tarhui	Regular	3	La siembra no es difícil de realizar Puede servir para incorporar como materia orgánica a los suelos
Cañahua	Mala	4	Es más trabajoso sembrar pues hay que hacer surcos y luego tapar con pajas El frío y la humedad les mato a todas las plantas
Quinua	Mala	5	Es más trabajoso igual que la Cañahua El frío y la humedad les mato a todas las plantas

4.7. ANÁLISIS ECONÓMICO

De los tres cultivos que prosperaron en el ensayo en la zona de Villa Flores, solo se realizó el análisis económico en el cultivo de maca, ya que fue el único que se llegó a comercializar.

La relación Beneficio/Costo es una razón que indica el retorno en dinero obtenido por cada unidad monetaria invertida. Resulta de dividir el ingreso bruto entre el costo total; cuando la relación es igual a 1 el productor no obtiene ganancias y no pierde, relaciones mayores a 1 significan ganancia y menores a 1, significan pérdidas. (Herrera et al 1994).

Es el valor monetario total obtenido de los rendimientos, de la comercialización de maca en cada uno de los sitios fue el siguiente:

Cuadro 17. Cuadro resumido de costos de producción y relación B/C en cada uno de los sitios.

Sitio	Rendimiento Kg/ha*	Precio de venta (Bs/Kg)	Ingreso Bruto	Beneficio Neto	Relación B/C.
1	2940	6	17640	11352,7	2,8
2	1610	6	9660	3372,7	1,5
3	5460	6	32760	26472.3	5,2
4	3150	6	18900	12612.3	3,0

* Rendimiento calculado en base a las pérdidas debidas al manejo, transporte, etc. (30 % del rendimiento neto).

La relación Costo / Beneficio fue mayor a 1 en todos los sitios, lo que indica que en general la zona reúne las condiciones necesarias para la producción y comercialización de este cultivo. Un análisis más detallado muestra que el sitio 3 es el que presenta mayores beneficios. El detalle los costos de producción del cultivo de la maca se muestran en el anexo 1.

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en campo y laboratorio, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Se rechaza la hipótesis nula, ya que dicha zona presenta condiciones favorables para los cultivos de maca, avena y tarhui.
 - Se registraron diferencias en el comportamiento de los cultivos a las condiciones climáticas y de suelos de los cuatro sitios siendo la maca la que mostró mejor adaptación.
 - El cultivo de maca alcanzó un rendimiento de 7.8 t/ha de materia verde y 1.8 t/ha de materia seca.
 - La avena mostró un buen comportamiento, alcanzando un rendimiento en materia seca de 7,82 t/ha para el sitio 1, 4,03 y 2,56 para los sitios 2 y 3 respectivamente.
 - En el cultivo de tarhui hasta el estado de floración, se ha registrado un rendimiento de 25 t / ha de materia seca para los sitios 1 y 2, y de 6 t/ha de materia seca para el sitio 3.
 - En conclusión se puede mencionar que los sitios 1 y 2 son más aptos para la producción de forrajes y de biomasa de tarhui, que los sitios 3 y 4, de la zona de Villa Flores.
 - La zona de Toro Falda no es apta para la introducción de los cultivos propuestos.
-
-

VI. REVISIÓN DE LITERATURA

ALIAGA, C. R. 1995. Biología floral de la maca (*Lepidium Meyenii* Walpers). Tesis para optar al grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Lima-Peru. 86 p.

AGRAMONT, F. 2006 Manual del cultivo de la maca (*Lepidium mayenni* Walp). La Paz-Bolivia.

ANAPQUI. 1995. Asociación nacional de productores de quinua.
http://www.eurosur.org/comercio_justo/Datadocs/ideas/organiza/anapqui.html

AGUIRRE, TAPIA, 1980. Estudios sobre Quinuas de Valles. pp. 55-61. (Tercer congreso Internacional de cultivos Andinos).

BIDWELL, R.G.S. 1993. Fisiología Vegetal. AGT Editor, S.A. México. ISBN 968-463-015-8

BONIFACIO, A. GANDARILLAS, H. 1986. Origen de las variedades de quinua Huaranga, Chucapaca y Kamiri. En: V Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos. 10-15 de mayo, Puno, Perú. UNA-PUNO, CORDEPUNO, INIPA, PISA, CIID-CANADA. Puno, Perú. pp. 143-147.

BLANCO, T. 1981. Como cultivar la quinua. Instituto de Agronomía, Oruro, Bolivia, 56 pp.
<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro14/cap3.17.htm>

BRAUER, O. 1969. "Fitogenética aplicada", LIMUSA-WILEY,
<http://www.mejoravegetal.criba.edu.ar/mejveg/mejorveg.htm>

BUCKMAN, H. BRADY, N. 1977. Naturaleza y propiedades de los suelos. Trad. del inglés por Salorde. Barcelona, México, Ed. UTEHA. p. 9, 159; 266-271, 379-381

www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1815-82422007000100012&script=sci_arttext

- CAHUANA, M. 2006.** *Chenopodium pallidicaule* <http://ccbogroup.com/amaranto.html>
- CASTRO, G. 1995.** Producción de *Lepidium meyenii* Walp (MACA), en dos sistemas de siembra. Meseta de Bombón. I Congreso Peruano de Cultivos Andinos. Ayacucho (Perú). 11-16 Septiembre 1995. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Programa de Investigación en Cultivos Andinos (Perú).
- CARDENAS, G. 1999.** Selección de cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) por su resistencia a la sequía. Tesis de Ing. Agro. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Escuela profesional y Académica de Agronomía. Arequipa, Perú. 95 p.
- COLLAZOS, C. 1993.** La composición química de los alimentos. Quinta Edición, Ministerio de Salud, INS, Lima, Perú. <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/biblio.htm>
- CHACÓN, G. 1990.** La maca (*Lepidium peruvianum* Chacón) y su hábitat. Revista Peruana de Biología. Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). Lima-Perú, p. 201-207.
- CHAVES J. 1990.** Ficha Técnica del cultivo de la maca. ITDG (tecnologías desafiando la pobreza) Lima Perú. www.solucionespracticas.org.pe
- DAUBENMIRE, F. 1987.** *Plants and Environment*. Willey, New York.
- DANSEREAU, P. 1980.** *Biogeography and Ecological Perspective*. Ronald, New York.
- FAO. 1990.** Guía para el manejo de plagas en cultivos andinos subexplotados. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.
- FREY, F. YABAR, E. 1983.** Enfermedades y plagas de *lupinus* en el Perú. Publicación GTZ, Eschborn, Alemania. www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/cap03_1_3.htm
- GANDARILLAS, E, ALMANZA J. 2002.** Ficha Técnica sobre Evaluaciones participativas con agricultores. Fundación PROINPA.
-
-

- GADE, D. 1970.** Ethnobotany of cañihua, rustic seed crop of the Altiplano. Economic Botany, 24:55-61
- GROSS, R. 1982.** El cultivo y la utilización del tarhui *Lupinus mutabilis* Sweet Estudio FAO : Producción y protección vegetal. Roma Ed. GTZ, 141-169p.
- GOMEZ, O. 1986.** Diseño de una trilladora de tarwi. En: Anales, V Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos. INIPA, CIID, ACIDI, Puno, Perú.
- GROSS, R. VON BAER, E. 1981.** Die Lupine. Eine neue Kulturpflanze in den Anden. Pflanzenbau 150:27-38. Alemania.
www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/cap03_1_3.htm
- GANDARILLAS E; ALMANZA J. 2002.** Ficha técnica #7 Evaluaciones y Metodologías Participativas. Fundación PROINPA. Cochabamba- Bolivia.
- HERRERA, F; VELASCO, C. 1994.** Fundamentos de análisis económico: guía para investigación y extensión rural. Serie Técnica, Informe Técnico No. 228; CATIE. Turrialba, Costa Rica. 62 p.
- HUANCA V. 2007.** Incorporación de tres especies como abono verde y su efecto en el rendimiento de variedades de quinua. La Paz Bolivia.
- INFORMACIÓN TÉCNICA AGRÍCOLA INFOAGRO. 1992.**
<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/avena.htm>
- INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP). 1992.** Principales características del sector agropecuario. Ecuador. P 399-404.
- LEON, J. 1958.** Proyecto sobre tubérculos andinos. En: Estudios sobre tubérculos alimentarios de los Andes. Comunicaciones de Turrialba, N° 63, IICA, San José, Costa Rica.
-
-

- MORON C. (2001).** Valor nutritivo y usos de la quinua. En Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) _ Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro (Mujica A., Jacobsen S.-E., Izquierdo J., Marathee J., Editores). FAO, UNA-Puno, CIP. Santiago, Chile, 184-266.
- MUJICA, A. CANAHUA, A. 1996.** Fases fenológicas del cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willdenow). En: Curso Taller, Fenología de cultivos andinos y uso de la información agrometeorológica. Salcedo, 7-10 agosto, INIAA, EEZA-ILLPA, PICA, PISA. Puno, Perú. pp: 23-27.
- MUJICA, A. 1997.** Cultivo de Quinua. INIA. Serie Manual RI, No. 1-97. Instituto Nacional de Investigación Agraria, Dirección General de Investigación Agraria. Lima, Perú. 130 p.
- MUJICA, A. y A. QUILLAHUAMAN. 1989.** Fenología del cultivo de la kiwicha. En: Curso taller de cultivos andinos y uso de la información meteorológica. PISA-INIAA. Puno, Perú.
- NOEL, D.; PADILLA, R. 1994.** Contabilidad administrativa. México, McGraw-Hill, 565 p.
- ORTIZ, R. ZANABRIA, E. 1997.** Plagas. En Quinua y Kañiwa: cultivos andinos. 121-136 pág. Colombia. 227 pp.
<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro14/cap2.3.htm#9>
- ORDINOLA, M. 2007.** Potencial y capacidad productiva en las regiones de Apurimec, Ayacucho y Huanuco.
<http://docs.google.com/gview?a=v&q=cache:tGiGgueUoOkJ:www.bvcooperacion.pe:8080/biblioteca/bitstream/123456789/2559/1/BVCI0001696.pdf+ordinola+cultivo+de+la+maca&hl=es&gl=bo&sig=AFQjCNEbxbfZX-EjsYZhRbOvPWjNScc0wA>
- PÉREZ, F. MARTÍNEZ, B. 1998.** El aluminio en el suelo como factor limitante para la producción. http://pdf.rincondelvago.com/aluminio_1.html
-
-

- PRICE, J. 1983.** Análisis económico de proyectos agrícolas. Editorial Tecnos S.A., Washington, D.C., Estados Unidos, 532 p.
- ROJAS, W, PINTO, M. ALCOCER. E. 2006.** Diversidad genética del valor nutritivo y agroindustrial de la quinua. s.f. Congreso Internacional de Cultivos Andinos, Hacia la Seguridad y Soberanía Alimentaria de los Andes. Quito, Ecuador.
- REA, J. 1992.** Raíces andinas. Maca, arracacha, chago o mauka y yacón. En: Cultivos marginados, otra perspectiva de 1492. FAO, Producción y protección vegetal N° 26. Roma.
- TAPIA M, GANDARILLAS H, ALANDIA, S. 1980.** Quinua y Cañiwa Cultivos Andinos. Bogotá, CIID, Oficina Regional para América Latina 1980, 228 p.
- TAPIA, M. 1979.** Historia y distribución Geográfica de la Quinua, en Cultivos Andinos: Quinua y Cañahua .CIID-IICA. Bogota. 227 p.
- TAPIA, M. 1984.** Origen, distribución geográfica y sistemas de producción de la quinua. En: I Reunión sobre genética y fitomejoramiento de la quinua. PISCA-UNTA-IBTA-IICA-CIID, Puno, Perú.
- TORRICO, M. y Pérez, S. 2002.** Manual de referencia: Asociación de Cereales Menores forrajeros con Vezas y Arveja. PROMMASEL/CIF-UMSS/AGROLEG/PROINPA. 12 p.
- VARGAS, C. 1998.** Nota etnobotánica sobre la cañihua. Rev. Arg. Agr. 5 (4):224-230, Buenos Aires, Argentina
-
-

ANEXOS



ANEXO I. Costos de Producción de Maca

Costos de producción de maca en (Bs/ha)

Rubro	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Preparación de terrenos				
Preparación de suelos con yunta	jornal	4,00	60,00	240,00
Rastrado con yunta	jornal	2,00	60,00	120,00
Insumos				
Semilla de maca	Kg	3	910,00	2730,00
Trabajó en jornales				
Jornales siembra mas tapado con rastrillo	Jornal	12,00	30,00	360,00
Jornales control de malezas	Jornal	12,00	30,00	360,00
Cosecha	jornal	25,00	30,00	750,00
lavado y descabezado	jornal	35,00	30,00	1050,00
Costos de operación				
(transporte producción y comercialización)		187,1	3,74	677.3
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				6287.3

ANEXO II. Lista de participantes de la evaluación participativa de la zona de Vila Flores.



LISTA DE ASISTENCIA DE LA EVALUACION PARTICIPATIVA EN LA ZONA DE VILLA FLORES



NUMERO	NOMBRE	FIRMA
	Roman Orellana	<i>[Handwritten signature]</i>
	Felimon Camacho	<i>[Handwritten signature]</i>
"	Adrian Camacho	<i>[Handwritten signature]</i>
"	Freilan Zapata	<i>[Handwritten signature]</i>
"	Demetrio Orellana	<i>[Handwritten signature]</i>
Flores	Guido Rojas	<i>[Handwritten signature]</i>
"	Cristina Jozquez	<i>[Handwritten signature]</i>
"	Mario Jozquez	<i>[Handwritten signature]</i>
"	Elvis Rojas	<i>[Handwritten signature]</i>
"	Roberto Herrera	<i>[Handwritten signature]</i>
"	Cicero Quispe	<i>[Handwritten signature]</i>
"	Oswaldo Orellana	<i>[Handwritten signature]</i>
"	Daniel Orellana	<i>[Handwritten signature]</i>
"	Waldo Orellana	<i>[Handwritten signature]</i>
	Pamela Godoy	<i>[Handwritten signature]</i>
	Sabarina Godoy	<i>[Handwritten signature]</i>
	Florencia Godoy	<i>[Handwritten signature]</i>
	Pedro Luizaga	<i>[Handwritten signature]</i>
	Gabino Orellana	<i>[Handwritten signature]</i>

Fecha

ANEXO III. Galería fotográfica

Actividades realizadas durante la implementación de los ensayos.

Siembra en la zona de Toro Falda.



Emergencia de los cultivos en la zona de Toro Falda.



Siembra en la zona de Villa Flores.



Parcela de los cultivos en la zona de Villa Flores



Parcela de cultivos en Villa Flores.



Cultivo de Tarhui en la zona de Villa Flores.



Cultivo de maca en una parcela de Villa flores.



Hipocotilos de maca ya cosechados.

†



ANEXO IV. Análisis de muestras de suelos de los cuatro sitios de la zona de Villa Flores.

	pH 1:5 agua	C.E. 1:5 uS/cm	Ca	Mg	Na	K	C.I.C.E.	Saturación de Base %	Acidez cmol/Kg	Al cmol/Kg	P cmol/Kg	M.O. %	N. total %
SITIO 1	4,8	143	1,3	0,2	0,16	0,44	10,4	20	8,3	4,5	39	3,4	0,78
SITIO 2	4,6	161	8,9	0,8	0,17	0,53	12,6	82	2,2	1,3	32	3,2	0,58
SITIO 3	4,5	210	7,7	0,7	0,19	0,95	14,3	67	4,7	2,7	28	3,2	0,57
SITIO 4	4,4	182	3,7	0,4	0,17	0,87	10,6	48	5,5	3,5	19	3,1	0,39

Fuente: CIAT (2008)

ANEXO V. Datos de precipitación, temperaturas mínimas y máximas de las dos zonas de estudio.

VILLA FLORES PRECIPITACIÓN				
	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4
Ago	4	3	4	7
Sep	8	9	8	17
Oct	25	26	25	36
Nov	43	39	43	52
Dic	103	88	103	100
Ene	132	135	132	148
Feb	110	103	110	120
Mar	87	89	87	104
Abr	23	20	23	28
May	6	9	6	15
Jun	4	6	4	9
Jul	1	1	1	3

VILLA FLORES TEMP MÍNIMAS				
	Sitio 1	Sitio 3	Sitio 2	Sitio 4
Ene	8,2	6,2	7,8	5,3
Feb	7,9	5,2	7,4	4,5
Mar	7,2	4,5	6,5	3,9
Mar	5,6	1,8	4,4	1,1
May	3,3	0,3	2,7	-1
Jun	1,9	-0,5	0,9	-2,7
Jul	1,6	-0,8	0,7	-2,9
Ago	2,9	0,1	2,2	-1,6
Sep	4,9	2,5	4,7	1,5
Oct	6,8	4,2	6,5	3,5
Nov	8,7	6,5	8,1	5,5
Dic	9,2	7,2	8,6	6,2

VILLA FLORES TEMP MÁXIMAS				
	Sitio 1	Sitio 3	Sitio 2	Sitio 4
Ene	20,7	18,3	20	16,1
Feb	20,1	17,2	17	15,1
Mar	20,4	17,7	18	15,2
Abr	19,9	16,9	17	15,4
May	19,5	16,6	18,1	13,4
Jun	19,1	16,1	17,9	13,9
Jul	18,7	15,7	18,1	14,5
Ago	20,1	17,3	17,4	14,9
Sep	21,8	19	20,1	15,3
Oct	23,9	21	22,9	18,3
Nov	24,7	20,9	23,3	19
Dic	23	19,8	21,9	18,1

TORO FALDA.

Meses	Precipitación	Temp Max	Temp Min
Ago	13	12,2	-5,7
Sep	28	13,6	-4,5
Oct	51	14,4	-2,4
Nov	73	16,4	-0,9
Dic	110	16,2	1,1
Ene	167	14,9	2,1
Feb	131	13,4	1,1
Mar	112	12,5	0,6
Abr	34	13,5	0,3
May	27	12,8	-2,4
Jun	18	13	-3,7
Jul	8	12,4	-5,8

ANEXO VI. Datos de cada variable

AVENA

Materia verde t/ha

	m1	m2	m3
SITIO 1	33,1	25,5	19
SITIO 2	15	14,5	17,2
SITIO 3	13,5	6,6	3,5
SITIO 4	7,9	10,2	5,5

Materia seca

	m1	m2	m3
SITIO 1	10,46	7,53	5,49
SITIO 2	3,8	3,7	4,6
SITIO 3	4,4	2,09	1,2
SITIO 4	1,24	1,65	0,9

Altura planta avena en cm

	m1	m2	m3
	1,45	1,25	1,5
sitio 2	1	1,35	0,9
sitio 3	0,9	0,98	1
sitio 4	0,68	0,65	0,6

Numero de macollos por planta

	m1	m2	m3
sitio 1	6	3	2
sitio 2	6	4	2
sitio 3	4	3	2
sitio 4	5	3	2

MACA

Materia verde t/ha

	m1	m2	m3
SITIO 1	4	2,5	4,2
SITIO 2	2,1	1,9	
SITIO 3	3,5	5,5	10,2
SITIO 3	4,4	5,5	3,8

Materia
seca

	m1	m2	m3
SITIO 1	1,37	1,02	1,63
SITIO 2	0,74	0,65	0,91
SITIO 3	1,04	1,55	3,05
SITIO 4	1,2	1,5	1,1

TARHUI

materia verde tarhui t/ha

	m1	m2	m3
Sitio 1	28,14	29,42	26,44
Sitio 2	21,12	19,89	24,06
Sitio 3	18,47	20,6	19,79
Sitio 4t	0	0	0

ANEXO VII. Evaluación participativa en los cultivos introducidos.

Evaluación participativa del cultivo de MACA

CRITERIOS POR ACTIVIDAD	Comentarios positivos ☺	Comentarios Intermedios ☹	Comentarios negativos ⊗
Siembra	<ul style="list-style-type: none"> No es difícil sembrar pero hay que aumentar la mezcla con la arena de 1:5 a 1:10 	<ul style="list-style-type: none"> Es necesario hacer terrazas por lo que es más trabajo pero es mejor 	<ul style="list-style-type: none"> Semilla muy pequeña Difícil de manipular Debe ser muy caro
Labores Culturales	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> Solo necesita hacer deshierbes. Hay que ralea y eso es más trabajo 	<ul style="list-style-type: none">
Cosecha	<ul style="list-style-type: none"> Rinde muy bien en nuestros terrenos 	<ul style="list-style-type: none"> Hay que tener mucho cuidado al cosechar para no dañar los bulbos 	<ul style="list-style-type: none"> Algunos lugares están muy tupidos y los bulbos están muy pequeños
Comportamiento del cultivo	<ul style="list-style-type: none"> Es un cultivo muy rústico y fuerte que aguanta muy bien el frío 	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none">
Otros	<ul style="list-style-type: none"> Puede ser una buena alternativa si es que encontramos mercado para la producción Hay que sembrar en septiembre para la siguiente campaña 	<ul style="list-style-type: none"> Seguramente hay que hacer secar y moler para poder vender y eso es más trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> No sabemos nada del mercado, dónde se vende ni a cuánto

Evaluación participativa del cultivo de AVENA

ACTIVIDAD	Comentarios positivos ☺	Comentarios Intermedios ☹	Comentarios negativos ⊗
Siembra	<ul style="list-style-type: none"> Es muy simple 	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none">
Labores Culturales	<ul style="list-style-type: none"> No necesita ningún cuidado, solamente del 	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none">

Cosecha	ganado • La cosecha también es simple	•	• Lo malo de la cosecha es que nuestras parcelas están muy lejanas de las casas
Comportamiento del cultivo	•	•	•
Otros	•	•	•

Evaluación participativa del cultivo de TARWI

ACTIVIDAD	Comentarios positivos 😊	Comentarios Intermedios 😐	Comentarios negativos 😞
Siembra	•	• Hay que sembrar con menos densidad	•
Labores Culturales	•	• También hay que cuidar del ganado	•
Cosecha	•	• No sabemos, no se cosechó	•
Comportamiento del cultivo	•	• Hay que sembrar en septiembre para la siguiente campaña	• El frío les mató a las flores •
Otros	•	•	•

Evaluación participativa del cultivo de CAÑAHUA

ACTIVIDAD	Comentarios positivos 😊	Comentarios Intermedios 😐	Comentarios negativos 😞
Siembra	•	•	• Es más trabajoso sembrar pues hay que hacer surcos y luego tapar con pajas
Labores Culturales	•	• Hay que cuidar del ganado y deshierbar	•
Cosecha	•	• No sabemos, no se cosechó	•
Comportamiento del cultivo	•	•	• El frío y la humedad les mato a todas las plantas

Otros	•	• Hay que intentar sembrar este cultivo en Caña cota (Zona intermedia) allí se puede comportar mejor, aquí es muy frío y húmedo	•
--------------	---	---	---

Evaluación participativa del cultivo de QUINUA

ACTIVIDAD	Comentarios positivos ☺	Comentarios Intermedios ☹	Comentarios negativos ☹
Siembra	•	•	• Es más trabajóso igual que la Cañahua
Labores Culturales	•	•	•
Cosecha	•	• no se cosechó	•
Comportamiento del cultivo	•	•	• El frío y la humedad les ha eliminado
Otros	•	• La quinua se da mejor abajo en Caña cota, pero no como cultivo solo, sino dentro las habas	•
