

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERA AGRONOMICA



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DEL DESARROLLO DE MAÍZ (*Zea mays*) ASOCIADO AL CULTIVO
DE TARWI Y HABA EN DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA
LOCALIDAD DE ACHOCALLA DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

RODRIGO JESUS ADUVIRI APAZA

LA PAZ - BOLIVIA

2019

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN DEL DESARROLLO DE MAÍZ (*Zea mays*) ASOCIADO AL CULTIVO DE TARWI Y HABA EN DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA LOCALIDAD DE ACHOCALLA DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ

Tesis de Grado como requisito parcial para optar el título de

Ingeniero Agrónomo

RODRIGO JESUS ADUVIRI APAZA

ASESORES:

Ing. Freddy Carlos Mena Herrera

REVISORES:

Ing. Williams Alex Murillo

Ing. Dr. David Cruz Choque

Aprobada:

Presidente Tribunal Examinador

LA PAZ – BOLIVIA

2019

DEDICATORIA

DEDICO ESTE TRABAJO A TODA MI FAMILIA Y
ESPECIALMENTE CON MUCHO AMOR A MIS HIJITOS
ARIANA Y SEBASTIAN

AGRADECIMIENTO

A DIOS TODA MI FAMILIA POR LA COMPRESIÓN EN APOYO INCONDICIONAL HASTA EL ULTIMO MOMENTO DE ESTA INVESTIGACIÓN.

A MI PADRE FIDEL ADUVIRI Y A MI MADRE LEONORA APAZA POR TODOS LOS VALORES QUE SIEMPRE INCULCARON EN MI

A MI ESPOSA SILVIA CHACON POR EL APOYO Y FUENTE DE INSPIRACIÓN.

A LA FACULTAD DE AGRONOMÍA, POR ACOGERME Y BRINDARME TODO EL CONOCIMIENTO Y FORMARME COMO PROFESIONAL.

A MI ASESOR ING. JUAN CARLOS MENA POR SU AMISTAD, COMPRESIÓN, GUÍA Y APOYO INCONDICIONAL.

A LA LOCALIDAD DE ACHOCALLA POR LA BUENA ACOGIDA.

A TODOS MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS POR SU AMISTAD Y ÁNIMOS.

DE MANERA ESPECIAL A LA ING, KATIA MAIRA MITA .YUJRA POR LAS SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES EN LA REDACCION DE ESTE DOCUMENTO.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo general.....	2
2.2. Objetivo específico.....	3
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
3.1. Características de los cultivos	3
3.1.1. El cultivo del Maíz	3
3.1.2 Cultivo de haba	12
3.1.3. Cultivo de tarwi	16
4. MATERIALES Y METODOS.....	29
4.1. Localización	29
4.1.1. Ubicación geográfica	29
4.3. Métodos.....	32
4.3.1. Procedimiento experimental.....	32
4.3.2. Preparación del terreno	32
4.3.3. Siembra	33
4.3.4. Cultivo de maíz	33
4.3.5. Cultivo haba.....	34
4.3.6. Cultivo tarwi Local Carabuco, (Loza, 1999):.....	35
4.3.7. Labores culturales.....	36
4.3.8. Diseño Experimental.....	38
4.3.9 Croquis del Experimento.....	38
4.3.10. Variables de respuestas.....	39
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
5.1. Cultivo de Maíz.....	44
5.1.1. Porcentaje de germinación	44
5.1.2. Altura de la planta	45
5.1.3. Diámetro del tallo	47
5.1.4. Largo de la hoja	49
5.1.6 Rendimiento.....	51

5.1.7 Costo de produccion	54
6. CONCLUSIONES	57
7. RECOMENDACIONES	58
8. LITERATURA CITADA	60

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 taxonomía del maíz (<i>Zea mays</i>)	5
Cuadro 2 Taxonomía de la haba (<i>vicia faba</i>)	13
Cuadro 3 Taxonomía de tarwi (<i>lupinus mutabilis</i>)	17
Cuadro 4 Análisis de varianza de altura de planta en (m).....	45
Cuadro 5 Comparaciones de medias de altura de planta/ planta maíz por Duncan por tratamiento	46
Cuadro 6 Análisis de varianza de diámetro de tallo en (cm)	48
Cuadro 7 comparaciones de medias de diámetro de tallo/ planta de maíz por Duncan por tratamiento	48
Cuadro 8 Análisis de varianza de largo de la hoja en (m)	49
Cuadro 9 Comparaciones de medias de largo de la hoja/ planta de maíz por Duncan por tratamiento	50
Cuadro 10 Análisis de varianza de rendimiento en (kg/h)	51
Cuadro 11 Comparaciones de medias de rendimiento/ planta de maíz por Duncan por tratamiento	52
Cuadro 12 Costo totales de superficie y por ciclo de producción de cada tratamiento.	54
Cuadro 14 Ingreso neto por ha y por ciclo de producción del cultivo de maíz asociado a diferentes cultivos.....	54
Cuadro 14 Ingreso neto por ha y por ciclo de producción del cultivo de maíz asociado a diferentes cultivos.....	55
Cuadro 15 Relación Beneficio/Costo de cada tratamiento.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Crecimiento y desarrollo de la planta de maíz (FAO, 2006).....	11
Figura 2 Ubicación del estudio	31
Figura 3 Preparación del terreno.....	33
Figura 4 Siembra de cultivos asociados.....	34
Figura 5 Deshierbe de malezas	36
Figura 6 Parcela aporcada	37
Figura 7 Pozo de riego	37
Figura 8 Esquematización de los tratamientos y dimensión del área experimental ...	38
Figura 9 Verificando el porcentaje de germinación	39
Figura 10 Toma de datos de altura de la plata.....	40
Figura 11 Toma de datos de largo de la hoja.....	41
Figura 12 Toma de dato de diámetro de tallo.....	41
Figura 13 toma de datos de rendimiento (kg/h).....	42
Figura 14 Promedios de (%) de germinación	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 informe de ensayo de suelo testigo inicial.....	71
Anexo 2 informe de ensayo de suelo maíz –tarwi.....	72
Anexo 3 informe de ensayo de suelo maíz - trawi - haba.....	73
Anexo 4 informe de ensayo de suelo maíz – haba	74
Anexo 5 informe de ensayo de suelo testigo final	75
Anexo 6 promedio de altura de la planta.....	76
Anexo 7 resultados del programa del SAS, altura de planta.....	76
Anexo 8 promedio de diámetro de tallo.....	77
Anexo 9 resultado del programa SAS, del diámetro de tallo	77
Anexo 10 promedio de largo de la hoja.....	79
Anexo 11 resultado del programa del SAS, de largo de hoja.....	79
Anexo 12 promedio de rendimiento (kg/h)	81
Anexo 13 resultado del programa del SAS, de rendimiento (kg/h).....	81
Anexo 15 Promedios de altura de planta en (m)	79
Anexo 16 promedio de diámetro de tallo (cm).....	79
Anexo 17 promedios de largo de la hoja en (m).....	80
Anexo 18 promedio de rendimiento (kg/h)	80

RESUMEN

En el municipio de Achocalla prevalece la actividad agrícola, con predominancia del maíz, flores y hortalizas como cultivos de alta extracción de nutrientes del suelo, resultando ser imprescindible la experimentación de cultivos asociados que permitan desarrollar una agricultura que busca generar ingresos económicos pero que al mismo tiempo permita la conservación de los recursos, como el suelo, evitando efectos negativos en el suelo al realizar una acertada distribución espacial y estacional de los cultivos para prevenir los efectos que van en desmedro de la producción.

Existe la imperiosa necesidad de llegar a fomentar el uso eficiente de los recursos, tomando en cuenta la baja fertilidad que presentan los suelos de la zona, efecto del constante cultivo de hortalizas y flores, no viendo como factor prioritario para elevar la producción, el descanso de los terrenos o el uso de labores que permitan incrementar la fertilidad del suelo. Se debe establecer parámetros para la introducción de una agricultura sostenible en el tiempo en la región.

En general la presente investigación quiere determinar cuál de las es la asociación más eficiente para el desarrollo del maíz (*Zea mays*) en la localidad de Achocalla del departamento de la paz.

También poder determinar cuál es el comportamiento de los cultivos de haba (*Vicia faba L.*) y tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*), al asociarse con el maíz y que comportamiento será distinto debido a que son cultivos diferentes.

Y lo más importante cómo influye sobre el rendimiento la interacción de la asociación e intercalación de surcos de maíz con leguminosas de grano (haba y tarwi) ya que esta investigación servirá de mucho a los agricultores de la comunidad.

1. INTRODUCCIÓN

El maíz en grano es la fuente principal de la alimentación humana en, en Europa este lugar lo ocupa el trigo y en Asia el arroz, en el conjunto américa mundial, el maíz, como fuente para la alimentación humana ocupa el segundo lugar después del trigo Llanos (1985),

Desde el punto de vista del aprovechamiento dietético, el maíz aporta los hidratos de carbono y algunos aminoácidos que faltan en las leguminosas. Estas proporcionan fundamentalmente las proteínas y las cucurbitáceas ofrecen un complemento importante de calorías a la dieta Llanos (1985),

En los últimos años el departamento de la paz ha experimentado un crecimiento rápido de su población, actualmente la paz cuenta como una población que supera los 2.630.381 habitantes mantener la seguridad alimentaria de esta población debe tener carácter prioritario a consecuencia de la alta tasa de crecimiento de la densidad demográfica departamental INE (2004),

Los estudios realizados acerca de la asociación de gramíneas-leguminosas indican que se pueden obtener incrementos de rendimientos en comparación a los monocultivos, esta técnica actualmente en nuestro país se convierten en una necesidad debido a que en zonas como los valles , la escasa disponibilidad de tierras permiten que se realicen los sistemas de asociación conjuntamente otros cultivos.

El maíz constituye la especie más cultivada y difundida, en los valles y llanos tropicales 1500-3200 m.s.n.m, de un modo general la producción lograda en altitudes superiores, está destinada principalmente al consumo humano,

La investigación pretende responder a las siguientes interrogantes:

- ¿Cuál es la asociación más eficiente para el maíz (*Zea mays*) en la localidad de Achocalla del departamento de la paz?

- ¿Cuál es el comportamiento de los cultivos de haba (*Vicia faba L.*) y tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*), al asociarse con el maíz?

-¿Cómo influye la intercalación de surcos de maíz con leguminosas de grano (haba y tarwi), sobre su rendimiento?

-¿Cómo influye sobre el rendimiento la interacción de la asociación e intercalación de surcos de maíz con leguminosas de grano (haba y tarwi)?

- Con alguna asociación en estudio, ¿Es posible alcanzar un mejor manejo del sistema agrícola?

El cultivo de maíz y haba, están priorizados por el Sistema Boliviano de Productividad y Competitividad (S. B. P. C.), estos cultivos son fuente de ingresos para una gran parte de los campesinos del Altiplano Boliviano.

El tarwi, un cultivo agrícola anual, que se adapta fácilmente en zonas de altiplano y valle, se cultiva en lotes pequeños en filas intercalando o bordeando los cultivos de quinua, maíz o tubérculos. Es parte del sustento básico de la alimentación para las familias de la zona.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Evaluar el desarrollo de maíz (*Zea mays*) asociado al cultivo de tarwi y haba en diferentes densidades de siembra en la localidad de Achocalla del departamento de La Paz.

2.2. Objetivo específico

- Evaluar el efecto de la leguminosa en el contenido de nitrógeno total en el suelo, al inicio y final del sistema de asocio.
- Evaluar el efecto agronómico del maíz en un sistema de asociación.
- Determinar la densidad de siembra en el cultivo de maíz y leguminosas.
- Realizar el análisis económico de la investigación, mediante la relación beneficio costo en función a los beneficios y costos obtenidos.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Características de los cultivos

3.1.1. El cultivo del Maíz

3.1.1.1. Características generales

Comisión Europea (2000), señala al maíz como el cereal más importante, tradicional cultivado en diferentes regiones de Bolivia, presenta una fuente importante de nutrientes, tanto para el consumo humano como animal, comercial e industrial.

Acebey (2005), asegura que el maíz en Bolivia, constituye el segundo cultivo más importante desde el punto de vista de seguridad alimentaria, después de la papa, logrando alcanzar una superficie de 301.650ha, cultivado gran parte en forma tradicional, es parte casi todos los sistemas de producción agrícola, cultivándose en diferentes latitudes y altitudes.

Dentro el territorio nacional este cultivo alcanza superficies de 287.839 ha. Los departamentos con mayor superficie y producción son: Santa Cruz, Chuquisaca,

Cochabamba y Tarija, los cuatro en conjunto representan el 85% de la producción de todo el país que en 1994 alcanzó a 537.025 TM. Huaracacho (2006),

El INE, en gestiones 2012/13, menciona que el departamento de La Paz, ocupa el segundo lugar en la producción de maíz blanco en Bolivia,

Romero (2007), indica que por su alto valor alimenticio de carbohidratos, proteína y grasa el maíz se sitúa como materia prima para la elaboración de alimentos balanceados, además es componente esencial en la dieta de sus habitantes, en especial de los agricultores de bajos ingresos, aportando con el 50% a 60% de energía que el ser humano precisa en su dieta diaria.

En el Mundo, el maíz (*Zea mays*) es el único cereal importante nativo del hemisferio occidental. Originario de México, se extendió al norte, hasta Canadá y al sur hasta Argentina. Después del descubrimiento de América se distribuyó rápidamente por Europa, África y Asia. A nivel mundial, este cereal representa 5,4% del total de las fuentes alimenticias de la población humana y ocupa el tercer lugar después del trigo y del arroz, con una producción de 445.3 millones de toneladas métricas en 1985 Ubaldo (1995),

La mayor parte de la producción de las zonas con altitud inferior a los 1600 m de altura se destina a la preparación de concentrados para la alimentación animal, aunque existe un pequeño porcentaje de la producción que se destina a la alimentación humana, especialmente la producción con razas locales, generalmente producidas por pequeños productores y los ganaderos de los llanos orientales mientras que la mayor parte de la producción andina se destina al consumo humano y la elaboración de una bebida alcohólica fermentada denominada chicha de maíz. En el país hasta hace unos 25 años la productividad

3.1.1.2. Clasificación taxonómica y botánica

Robles (1990) citado por Vega (2003), describe la taxonomía del maíz de la siguiente forma:

Clase:	Monocotiledoneae
Subclase:	Glumiflorae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceas o Gramineas
Tribu:	Maydeae
Genero:	Zea
Especie:	<i>Zea mays</i>

Cuadro 1 taxonomía del maíz (*Zea mays*)

3.1.1.3. Requerimientos del cultivo de maíz

3.1.1.3.1. Clima

El maíz es el cereal que se encuentra más ampliamente distribuido en nuestro continente, debido a que existe una extraordinaria diversidad de tipos con adaptación a todas las condiciones, cultivándose en las regiones naturales, desde el nivel del mar hasta altitudes de 4000 msnm, Beingolea (1993).

3.1.1.3.2. Temperatura

Vigliola (1986), indica que la temperatura óptima para el normal desarrollo y crecimiento de la planta se encuentra entre los 15 a 24 °C, siendo la temperatura máxima de 32 °C y la temperatura mínima de 10 °C.

La temperatura ideal para el desarrollo del cultivo esta entre 13 °C y 30 °C; temperaturas que se encuentran en la mayoría de las áreas de cultivo de maíz, Beingolea (1993),

El maíz se desarrolla y rinde más con temperaturas moderadas de 20 – 30 °C, y con días soleados y noches frías, IICA (1989).

3.1.1.3.3. Humedad

El IICA (1989), señala que el cultivo de maíz es una especie exigente en humedad. Por otra parte, Reyes (1990) indica que las necesidades de agua del cultivo, van de 400 a 800 mm, variando el consumo de agua durante todos los periodos vegetativos, siendo más sensible a la falta de humedad en la formación de la panícula o floración.

3.1.1.3.4. Fotoperiodo

El maíz es un cultivo de días cortos tanto como de días largos, germina en la oscuridad sin problemas, en su desarrollo influyen no solo la duración del día, sino la intensidad y la calidad de la luz. En la floración reacciona mejor a los días cortos de 8 – 9 horas, pero en la formación del grano puede suceder incluso con iluminación ininterrumpida de 14 a 16 horas, Meneses (1996).

Parsons (1991), asegura que los mayores rendimientos se obtienen con 11 - 14 horas luz por día.

3.1.1.3.5. Suelo y pH

Bartolini (1990), la planta de maíz se adapta a distintos tipos de suelo; sin embargo, desarrolla mejor en suelos de textura media, bien drenados, aireados y profundos. La

Profundidad media del suelo destinado al cultivo de maíz, debe ser en lo posible de 0.60 a 1 m, si se quiere obtener buenos rendimientos.

El suelo típico de textura franca a franca arcillosa retiene alrededor de 200 mm de agua por metro de profundidad. De esta aproximadamente 100 a 120 mm se pueden agotar sin afectar el rendimiento, Hurtado (2010).

El maíz debe rotarse con leguminosas, papa, algodón y otros cultivos que no sean gramíneas, con el objetivo de equilibrar nutrientes del suelo, mejor explotación del suelo en profundidad y de romper el ciclo biológico de plagas y enfermedades, Manrique (1993).

Preferentemente suelos neutros, pudiendo desarrollarse en un rango de pH de 5,5 hasta 8,0; tolera la salinidad hasta 8,0 mm/cm.

3.1.1.4. Labores de siembra y cultivo

3.1.1.4.1. Preparación del terreno

Beingolea (1993), menciona que, la preparación del terreno se realiza para conseguir las condiciones necesarias para hacer germinar la semilla y el crecimiento de las raíces de las plántulas; lo cual se consigue cuando el terreno está húmedo, con la temperatura adecuada y la cantidad de oxígeno suficiente. La preparación del suelo igualmente sirve para lograr otros fines; como son: incorporar los residuos orgánicos, controlar las malezas, controlar algunos insectos del suelo, etc.

Por otra parte FAO (2006), indica, que esta actividad también se ve influenciada por otros factores como la precipitación, el tipo de suelo y la condición económica del productor. Hay que recordar que para el productor el recurso más valioso es el suelo,

por lo tanto, debe conservarlo. Una adecuada preparación del suelo, ayuda a controlar malezas, enriquecer el suelo incorporando rastrojos, da permeabilidad, controla algunas plagas y permite una buena germinación de la semilla. En nuestro país se conocen dos tipos de preparación de suelo, la convencional y la labranza de conservación de suelo y agua o mínima labranza.

3.1.1.4.2. Densidad de Siembra

La densidad de siembra está dada por la distancia entre plantas en la línea y la separación entre líneas, esta es la densidad teórica de la plantación. Pero al momento de cosechar normalmente se han producido, por diferentes causas, perdidas de plantas que pueden suponer de un 5 a un 15 por 100, esta densidad final es real. Las pérdidas de plantas por fallo de la germinación y la muerte de las plantas en sus primeros días de desarrollo son las causas que más influyen en el porcentaje de fallos, diferencia entre la densidad teórica o de siembra de la densidad real o de recolección, Llanos (1984).

El agricultor controla muchos de los factores que influyen en una correcta siembra, por lo tanto, se debe tener gran cuidado y atención a estos factores, para lograr la cantidad de plantas adecuadas en el campo.

a) Distancia entre surcos

Veingolea (1993), Señala que la distancia entre surcos varía de acuerdo a la textura del suelo, es mayor en suelos pesados y menor en suelos ligeros. También influye el tipo de maquinaria o si se utilizan animales de tiro, en estos casos, debemos adecuarnos a estas condiciones.

b) Distancia entre golpes

La distancia entre golpes depende del número de semillas por golpe, mejores resultados se tiene sembrando dos o tres semillas por golpe; es más común la siembra de tres semillas por golpe.

Por comunicación personal y tomando en cuenta un distanciamiento de 0,4 m entre surcos y 0,2 a 0,3 entre plantas, la densidad de la zona es de 125 kg/ha.

3.1.1.5. Labores culturales

3.1.1.5.1. Deshierbe

El maíz crece muy lentamente en las primeras etapas de su desarrollo. Cuando tiene tres a cuatro hojas hay un retraso en el crecimiento de sus órganos aéreos,

Mientras sus raíces se afianzan y profundizan en el terreno. En estas primeras semanas que siguen a la nacencia, las malas hierbas compiten con las jóvenes plantas del maíz y pueden retrasar o incluso ahogar el desarrollo de la plantación. Para evitar este peligro, se puede recurrir al empleo de labores superficiales tales como los deshierbes, para erradicar las plantas ajenas al cultivo, Vigliola (1986).

3.1.1.5.2. Aporque

Esta práctica es importante al menos para el cultivo del maíz esta operación se lo realizo cuando nuestras plantas tenían una altura de 40 – 50cm, para que de esta manera, evitar el acame en las plantas, también para oxigenar el suelo, y remover el área foliar para la eliminación de patógenos en fase de larva, huevo, pupa que puedan atacar a las plantas.

Las labores de aporque, conforme las plantas alcanzan más altura, se darán menos profundas y dejando a su alrededor una zona de protección sin labrar cada vez más amplia.

Poco antes de que el follaje de las plantas de una hilera se toque con el de la hilera contigua, se deben suspender las labores de aporque, Llanos (1984).

3.1.1.5.3. Riego

El efecto perjudicial del déficit hídrico se evita mediante el riego. Se lo aplica en pequeñas explotaciones. El maíz dulce (choclo) requiere una provisión continua de humedad para producir rendimientos elevados. El periodo más crítico se sitúa entre 15 y 20 días antes de la aparición de la panoja y de 15 a 20 días posteriores a la polinización, Vigliola (1986).

Alonso (2009), el maíz es una planta con unas necesidades hídricas importantes durante todo su periodo vegetativo, unos 250 litros por cada Kg de materia seca producida, pero hay determinados momentos en los que la falta de humedad condiciona enormemente la producción.

Puyo (2011), el riego por superficie son los más conocidos que en principios no crean problemas al agricultor experto pero que pueden producir pérdidas de abono por lavados y arrastre al no controlar perfectamente la dosis de agua.

3.1.1.5.4. Desarrollo del cultivo

El conocimiento de la forma como crece, desarrolla y funciona la planta del maíz permitirá un criterio más preciso sobre el efecto y utilización de los principales factores que afectan el rendimiento final del maíz. El ciclo vegetativo del maíz, desde la siembra hasta la cosecha, puede dividirse en las fases o etapas siguientes:

- 1) Siembra a emergencia: 8 – 12 días
- 2) Crecimiento vegetativo (inicial lento): 30 días
- 3) Crecimiento vegetativo (rápido hasta floración): 80 días
- 4) Polinización y fertilización: 110 días
- 5) Madurez de cosecha: 170 – 180 días

Los primeros estados de crecimiento son relativamente lentos para incrementarse después rápidamente hasta llegar a la floración, momento en que la planta prácticamente termina su crecimiento y alcanza el número total de hojas. Bajo condiciones naturales de cultivo, la velocidad con que se cumple cada una de estas fases o etapas está influenciada principalmente por la temperatura, Beingolea (1993).

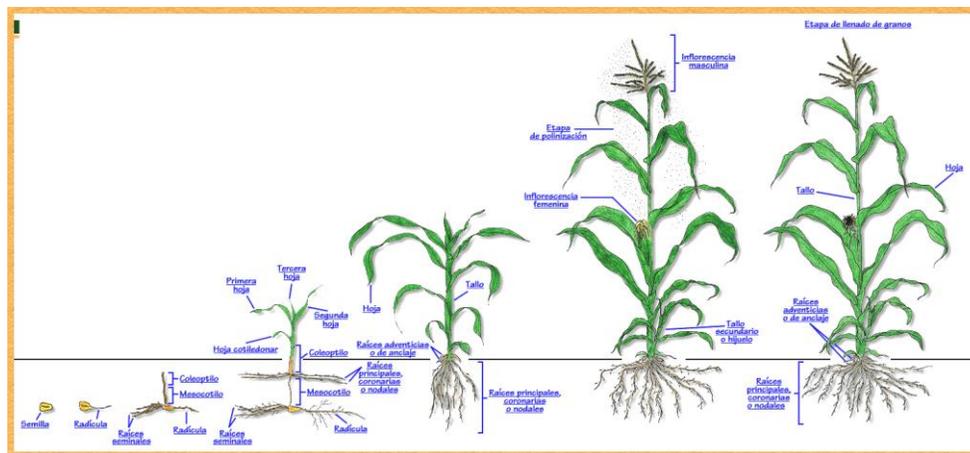


Figura 1 Crecimiento y desarrollo de la planta de maíz (FAO, 2006)

3.1.1.5.5. Rendimientos del maíz en choclo

López citado por Blacutt (1997), señala que los rendimientos pueden variar desde los 2 690 kg/ha hasta los 4 996 kg/ha.

Los rendimientos de maíz en choclo son en promedio de 2 880 kg/ha a nivel nacional, a nivel departamental son de 2 320 kg/ha (MACA, 2003 - 2004).

Los rendimientos en choclo para la zona de estudio varían desde los 10 000 a los 16 000 Kg/ha (Comunicación personal: Eloy Falcon, Eusebia Conde y otros).

3.1.2 Cultivo de haba

3.1.2.1. Características Generales

El cultivo del haba (*Vicia faba L.*) en el Departamento de La Paz, Bolivia, se desarrolla principalmente al área circunlacustre del lago Titicaca, zonas próximas del Altiplano (3820 msnm) y valles interandinos (2500 – 3200 msnm). En los últimos años ha cobrado importancia, el cultivo de algunos eco tipos regionales como la “Gigante de Copacabana”, por sus características de granos de calibre grande, que son adecuados para la exportación a los mercados internacionales, Coca(2004).

El rendimiento promedio para el período 1994/2003 se ha incrementado de 1487 kg/ha a 1.701 kg/ha, observándose un crecimiento sostenido a lo largo de cada uno de los años agrícolas, exceptuándose a 1998, en el que dicho promedio se ha ubicado muy próximo al del inicio del período, Coca (2004).

El haba, al formar parte de un sistema de producción en constante rotación con Cultivos como papa, cebada, trigo, arveja y oca, entre otros, normalmente no es fertilización, puesto que es un vegetal que incorpora nitrógeno al suelo, por ello los campos se fertilizan cuando se inicia el ciclo de rotación con papa, Escoba (2003).

El haba, en la macro región del altiplano, forma parte de la rotación de cultivos principalmente con papa, cebada, avena, ajo y cebolla, practicado, como se dijo anteriormente, con una tecnología ancestral con deficiencias tecnológicas, Chahuares (1992).

3.1.2.2. Clasificación Taxonómica

Cháhuares (1992), describe la taxonomía del cultivo de haba de la siguiente manera:

Subclase:	Rosidae
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Subfamilia:	Faboideae
Tribu:	Fabeae
Genero:	Vicia
Especie:	<i>Vicia faba L.</i>

Cuadro 2 Taxonomía de la haba (*Vicia faba*)

3.1.2.3. Requerimientos del cultivo de haba

3.1.2.3.1. Clima

En Bolivia se cultiva haba desde los 2000 msnm (valles meso térmicos) hasta las mesetas alto andinas (3800 msnm), alcanzando rendimientos promedio de 0.8 ton/ha Crespo (1996), para otros autores el promedio llega 1.4 ton/ha.

Cardona (2000), Sin embargo, debe tomarse en cuenta que los rangos en los que se mueven estos valores son bastante amplios, por tanto no deberían tomarse como concluyentes, ya que en la zona andina de Bolivia existe una gran gama de ecosistemas.

3.1.2.3.2. Temperatura

Las variedades se adaptan mejor a climas templados a cálidos con suficiente humedad desde la siembra hasta el final de la floración. La temperatura para el desarrollo del cultivo está entre 13°C y 30°C, temperaturas que se encuentran en la mayoría de las áreas de cultivo de maíz, Bartolini (1990).

3.1.2.3.3. Humedad

A pesar de ser un cultivo ligeramente tolerante a la sequía, el haba requiere de una provisión continua y óptima de humedad para un buen desarrollo y producción. El suelo debe disponer de por lo menos 30 a 50% de humedad aprovechable; si las siembras son vernaes, se recomienda regar cada 7 a 10 días. Debe evitarse cualquier exceso de agua en cualquier etapa del crecimiento del haba pues perjudica los rendimientos. Los requerimientos de agua para el desarrollo del haba son de 5,000 m³/ha, IBTA (1996).

3.1.2.3.4. Suelo y pH

El haba tolera diversos tipos de suelos, aunque prospera mejor en suelos sueltos y ricos en materia orgánica. Se adapta a un margen amplio de pH entre 5 y 8 siendo el óptimo 6,5 soporta suelos alcalinos, (Hansen 1989; citado por Crespo (1996).

Según CEPROBOL (2004), el haba se desarrolla bien en suelos ricos en materia orgánica, suelos sueltos, profundos, de textura; franco-arenoso, franco, franco-limoso, rico en contenido de calcio y fósforo, con buen drenaje. Los suelos compactos y pesados afectan el desarrollo radicular de las plantas, especialmente la

3.1.2.4. Labores de siembra del cultivo

3.1.2.4.1. Preparado del terreno

El terreno debe estar libre de malezas y luego se aplicará un buen riego procurando una distribución uniforme del agua en todo el terreno y cuando el suelo esté en capacidad de campo iniciar la preparación del suelo.

3.1.2.4.2. Densidad de siembra

Según el JICA (2006), la densidad de siembra es la cantidad de semilla requerida para la siembra de una determinada superficie. IBTA (1996), menciona que para tener una buena cosecha, se recomienda sembrar a una densidad poblacional de 13 plantas/ m² en valles, y 11 plantas/ m² en alturas (100 a 200 kg/ ha de semilla).

3.1.2.5. Labores culturales

3.1.2.5.1. Deshierbe

En el cultivo de haba se efectúa generalmente deshierbo manual, conjuntamente con el primer aporque, esta labor permite a disminuir los efectos de la presencia de plagas y enfermedades, Ramos (1996).

3.1.2.5.2. Aporque

Es el levantamiento del surco con la ayuda de herramientas tradicionales (Yunta, chontilla, picota, azadón, etc.) o maquinaria, cuando la planta haya alcanzado unos 30 cm de altura, generalmente se realiza una sola vez, Ramos (1996).

3.1.2.3.3. Riego

El haba es una especie resistente a la sequía por cuanto sus raíces alcanzan un desarrollo profundo. Es importante regar al inicio de floración pues es exigente durante este período. Además el haba requiere de una buena provisión de agua durante el periodo de macolla miento, prefloración y llenado de vainas por lo cual debemos asegurar que no falte agua en ningunas de estas etapas.

3.1.3. Cultivo de tarwi

3.1.3.1. Aspectos generales

La especie leguminosa de tarwi, se cultiva tradicionalmente en los Andes desde los 1.500 m.s.n.m, encontrándose en Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina. Sin embargo, paulatinamente están siendo disminuidos sobre todo en los países de Colombia, Argentina y Chile, no sólo por falta de difusión de las formas de uso, sino también por el desinterés de las instituciones encargadas de promover su consumo y cultivo, a pesar de su gran valor nutritivo y resistencia a factores adversos climáticos en las zonas donde se siembra, Jacobsen y Mujica (2006).

Carrasco (1988), comenta respecto a este cultivo que además de su rol en la alimentación, el tarwi se cultiva por las razones siguientes:

- Para mejorar la calidad de la tierra luego de las rotaciones (los rendimientos de papa son superiores luego del cultivo de tarwi).
- Para aumentar el valor de las tierras marginales (por ejemplo en las tierras en altura con poca lluvia).
- Para proteger otros cultivos (Maíz, haba, cebada, trigo, quinua).

3.1.3.2. Clasificación taxonomía

Álvarez (1982), describe la taxonomía del cultivo de maíz de la siguiente forma:

Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Subfamilia:	Faboideae
Tribu:	Genisteaej
Genero:	Lupinus
Sub género:	Platycarpus
Especie:	<i>Lupinus mutabilis Sweet.</i>

Cuadro 3 Taxonomía de tarwi (*Lupinus mutabilis*)

3.1.3.3. Requerimiento del cultivo de tarwi

3.1.3.3.1. Clima

El tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) no es muy exigente al suelo ni al clima, por lo que generalmente se cultiva en terrenos no utilizados por otras plantas ó en los bordes de parcelas de quinua, haba, etc. de hecho no es muy competitivo con otros cultivos del altiplano boliviano Blanco, citado por Loza (1999).

3.1.3.3.2. Temperatura

Según Meneses (1996), *Lupinus mutabilis* es una planta que crece bien en climas templados a fríos, no cálidos sobre todo moderados. *Lupinus mutabilis* es susceptible a las heladas, razón por la que no se hace cultivo invernal, se cultiva en Bolivia en alturas que van desde los 2500 hasta los 4000 msnm, la temperatura óptima para el

crecimiento durante el día oscila entre los 20 a 25°C y las temperaturas bajas por la noche favorecen la formación de los aceites hasta en un 20 %.

3.1.3.3.3. Humedad

Lezcano (1994), sostiene que para una alta autopolinización, es indispensable contar con una elevada humedad atmosférica. Por el contrario, para la óptima formación de granos, es ideal que las lluvias disminuyan hacia finales del periodo vegetativo y que cesen del todo para la maduración, así como se reduzca la humedad atmosférica, la humedad del aire tiene importantes efectos físicos y biológicos.

3.1.3.3.4. Fotoperiodo

Lupinus mutabilis es aparentemente indiferente al fotoperiodo, aunque se cultiva más en condiciones de días cortos, Gross y Rainer (1982), mencionan que experiencias a nivel mundial comprueban su neutralidad a la longitud del día, por lo menos en lo que a su desarrollo y a su espacio externo se refiera.

3.1.3.3.5. Suelo y pH

Ritva (1988), indica que el tarwi crece bien en suelos ácidos o neutros y en general en suelos con pocos nutrientes; su cultivo tiene un importante efecto positivo en la calidad de la tierra al aumentar la cantidad de los nutrientes, mejorando además la estructura de la tierra y haciéndolo más resistente a la erosión.

Millones (1980), señala que los suelos con pH de 4 a 7 son los suelos más adecuados para este cultivo. El cultivo tiene la característica de adaptarse muy bien a distintos tipos de suelos, sin embargo, se debe evitar su cultivo en suelos de poco drenaje o alcalinos. Cuando es cultivado en suelos alcalinos se

3.1.3.4. Labores de siembra del cultivo

3.1.3.4.1. Preparación del terreno

Meneses (1996), señala que se debe realizar una buena preparación del terreno efectuada con bastante anticipación, con la finalidad de acumular el agua de invierno (barbecho) y al mismo tiempo facilitar la descomposición de restos de cultivos anteriores y la eliminación de las malezas que podrían existir, siendo además esta una práctica que ayuda en la aireación del terreno.

3.1.3.4.2. Densidad de siembra

Al respecto, Mujica (1994), indica que la densidad de siembra óptima es de 80 kg/ha de semilla, sembrados a una distancia de 0,70 m entre surcos y 0,30 m entre plantas, utilizando tres semillas por golpe.

3.1.3.5. Labores culturales

3.1.3.5.1. Deshierbe

Gross y con Baer (1981), señalan que el cultivo desarrolla primeramente su sistema radicular hacia abajo, se retarda su crecimiento aéreo durante el estado de roseta, y las malas hierbas como las gramíneas y la mostaza silvestre aventajan a los lupinos en altura, sustrayéndoles la energía solar necesaria para la asimilación. Además, las malezas pueden actuar como hospederas intermedias de diferentes enfermedades y plagas, constituyendo de esta manera, focos primarios de infección. No obstante, el deshierbe manual resultó mejor

3.1.3.5.2. Control de maleza

(Lupinus mutabilis) debe mantenerse libre de malezas especialmente en sus primeros 45 días de crecimiento se deshierba una a dos veces durante la fase de inicio de floración cuidando de no maltratar las plantas y evitar de romperlas en el caminar durante la limpieza de malezas, Galarza (1995).

3.1.3.5.3. Riego

Según Meneses (1996), el primer riego normalmente se realiza entre los 20 y 30 días después de la siembra que hasta ese tiempo la humedad que tenía el terreno para la siembra, será suficiente para desarrollo del cultivo. El número de riegos a realizarse está en función a las necesidades hídricas del cultivo, es en este sentido que la necesidad del agua es mayor durante la formación de flores y frutos pero por lo general son de cuatro a cinco entre siembra a cosecha. Es importante no haya mucha acumulación de agua, ya que el tarwi es susceptible a la excesiva humedad.

3.1.3.6. Sistemas de Producción Agrícola

La distribución espacial de los cultivos permite identificar y caracterizar las siguientes formas de distribución de los cultivos constituyendo sistemas muy difundidos en América Latina, Bazán (1975).

a) Monocultivos: Cuando la distribución espacial anual en un área del terreno, comprende un solo cultivo, seguido de un periodo de barbecho.

b) Cultivos asociados o intercalados: Cuando la distribución espacial en una misma área del terreno corresponde a dos o más cultivos, con grado variable de sobre posición.

c) Cultivos múltiples o mixtos: Cuando la distribución espacial anual en una misma área de terreno, comprende combinaciones de las dos formas anteriores, asumiendo formas mixtas de asociaciones de rotaciones con o sin barbecho.

d) Relevo: Cuando dos o más plantas de cultivos se siembran en el mismo campo pero en diferentes épocas.

e) Múltiple simultáneo: Cuando el ciclo de crecimiento y producción de una de las especies cubre todo el ciclo de crecimiento y producción de una de las especies de cultivo acompañante.

3.1.3.6.1. Cultivos Asociados

Antúnez citado por Loza (1999), indica que en la técnica agrícola nativa se acostumbraba asociar varias especies, para la protección contra la inclemencia del clima, plagas y para la optimización del recurso suelo.

Asociación de cultivos para Reyes (1990), es la práctica de sembrar en el mismo ciclo agrícola, dos o más cultivares, es un agro ecosistema en el que las plantas de diferentes especies útiles al hombre comparten el mismo espacio, tiempo y clima.

Además se considera una serie de prácticas y elementos culturales tradicionales, desarrollados a partir de una estrategia de productividad y no de alta producción, en donde no todo lo que se produce tiene un valor de cambio, sino que se generan valores de uso indispensable en la economía familiar y donde es más importante producir alimentos, sostén de la vida. Los cultivos múltiples son la intensificación en dimensiones de espacio y tiempo, cultivando dos o más especies en el mismo campo y el mismo año, en esencia tienden a explotar al máximo en espacio la humedad disponible, los elementos nutritivos del suelo y la irradiación solar, (Wahab, 1980).

3.1.3.6.2. Importancia de los cultivos asociados

Reyes (1990), considera que las especies al formar diferentes estratos foliares, hacen un mejor uso del espacio dado, frenan la multiplicación de insectos específicos de cierta especie vegetal, permiten aprovechar los hábitats del huerto, protegen la delgada capa del suelo, logran una alta eficiencia fotosintética.

Otro de los aspectos importantes es el Uso Equivalente de la Tierra que según Estrella (1995) y Loza (1999), confirman que mediante la asociación de cultivos se obtiene un mayor Uso Equivalente de la Tierra por unidad de superficie y tiempo en comparación con el monocultivo.

Reyes (1990), indica que, en general, todos los trabajos revisados sobre el agro ecosistema de asociación, señalan que este sistema de producción es más eficiente en el uso de los recursos del pequeño agricultor y en la utilización en tiempo y espacio de las variaciones climáticas.

3.1.3.6.3. Ventajas y desventajas de los cultivos asociados

Escobar (2003), indica las ventajas de este sistema sobre el monocultivo: Obtención de dos o más productos que permiten diversificar la dieta alimenticia familiar, aunque el rendimiento de cada cultivo en la asociación es inferior al de su monocultivo, la suma de los rendimientos de la asociación supera al monocultivo, más eficiente utilización de los recursos ecológicos: luz, agua y nutrimentos vegetales, un cultivo asociado, en general, es menos atacado por plagas y enfermedades que un monocultivo.

El mismo autor indica que cuando en la rotación o asociación de cultivos se incluye una leguminosa, el beneficio se incrementa por su capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico, Flor (1975) indica.

Ventajas:

- Uso intensivo y más productivo de la mano de obra.
- Complemento entre dos o más especies en cuanto a resistencia de plagas y enfermedades.
- Uso más eficiente de espacios durante el año agrícola.
- Mayores rendimientos por unidad de superficie y/o más seguros a cierto nivel de tecnología.

Reyes (1990) indica se maximiza la producción económica por unidad de área; reducción de riesgos con las variaciones de clima, mayor protección del suelo contra la erosión por el mayor tiempo de cobertura vegetal; hay mejor control de malezas por el efecto de sombreo; existe un mejor balance nutricional por haber disponibilidad de alimentos; las asociaciones reducen hasta en un 50% las necesidades de fertilización nitrogenada del cultivo principal; son prácticas relativamente baratas.

Desventajas:

- Dificultad en el uso de maquinaria.
- Competencia por nutrientes, agua, luz cuando estos elementos se encuentran en condiciones limitadas.
- Mayor dificultad para el control de plagas, enfermedades y malezas.
- Existe peligro de daño del cultivo mientras el otro es cosechado.

Los sistemas de producción concluyen como resultados que los cultivos múltiples, asociados o mixtos fueron en general más eficientes en producción de alimentos, biomasa que los monocultivos, aun cuando éstos se realizaran utilizando tecnología alta, Loza (1999).

3.1.3.6.4. Sistemas de cultivo

Se refiere a la diferencia de tiempo en cuanto a la siembra de una especie y otra, por lo que se toma como antecedente la clasificación propuesta por Escobar (2006), en sistemas de cultivos asociados entre el frijol y maíz, que puede ser utilizado con otro

tipo de especies; para fines del presente estudio mencionamos los siguientes sistemas:

- Maíz y frijol en asociación directa, con fecha de siembra relativamente similares y donde la competencia ínter específica influye en mayor o menor grado sobre el rendimiento relativo.
- Maíz y frijol en sistemas de relevo en los cuales las fechas de siembra no son similares, pero comúnmente se ve afectada por la madurez relativa de la otra especie en el sistema, presenta algún traslape de los dos cultivos en el tiempo.
- Maíz y frijol en sistemas de monocultivo en las cuales las dos especies son independientes entre sí con respecto al espacio y al tiempo.

3.1.3.6.5. Sistemas de siembra

Las siembras asociadas son un sistema de producción, donde se siembran mezcladas sobre el mismo surco, semillas de diferente especie. Las siembras intercaladas o alternadas son agro ecosistemas que resultan de la disposición alternada de dos o más especies en surcos o franjas, por ejemplo en una relación de maíz y frijol de: 2:2 ; 3:3 ; 2:1 ; 3:1, etc. Reyes (1990).

Tapia (2000), detalla los tipos de siembra del siguiente modo:

a) Siembra al voleo.- las semillas se esparcen y después se tapan por medio de una rastra de dientes. La distribución es desigual y se requieren mayor cantidad de semillas. La germinación no es uniforme.

b) Siembra al chorrillo.- Las semillas se depositan en el surco por medio de un embudo. Este método no se recomienda para variedades de guía.

c) Siembra de precisión.- Se utiliza para mantener una distancia uniforme entre las semillas

d) Siembra por espeque.- Se siembra manualmente en hileras con un palo o espeque. Este método requiere la instalación de un sistema de estacado para guiar la planta.

e) Siembra intercalada en hilera.- Se siembran las especies intercaladas sobre un mismo surco.

f) Siembra intercalada entre hileras.- Se siembran las especies en surcos diferentes.

g) Siembras asociadas como bordes.- Se siembra una especie rodeando el cultivo principal para su protección.

3.1.3.6.6. El maíz como cultivo puro (Monocultivo)

No obstante existir buenas razones de carácter general para alternar los cultivos sobre el mismo suelo, el monocultivo tiene en ciertos casos ventajas que lo hacen atractivo para muchos agricultores.

Las preferencias por el monocultivo se basan con frecuencia en las posibilidades que ofrece de llegar a una especialización que puede en algunas ocasiones ser más rentable que la diversificación de técnicas y de medios precisos para llevar una alternativa de diferentes cultivos.

En el caso del maíz, se ha llegado a una gran especialización para su cultivo. Tal especialización parte, en general, del empleo de semillas híbridas altamente productivas y bien adaptadas al lugar de cultivo. Su explotación rentable contribuye a la utilización de técnicas agronómicas, como es el riego, el empleo de abonos, herbicidas y la mecanización de las labores. Si todo ello va complementado con la garantía de una salida al mercado del producto a buen precio, es comprensible que

muchos agricultores prefieran especializarse en el cultivo del maíz en vez de diversificar su actividad en otras direcciones Llanos, (1985).

3.1.3.6.7. Asociación del maíz con otros cultivos

Meneses (1996), menciona que un cultivo asociado consiste en asociar dos o tres cultivos en el mismo campo en forma intercalada sobre la línea, entre la línea, o al voleo. Esta modalidad puede utilizarse con dos cultivos anuales, por ejemplo maíz con frijol o maíz con una leguminosa forrajera como la veza peluda. Esta última combinación tiene varias ventajas, como mantener cubierto el suelo, conservar la humedad, evitar la erosión, fijar el nitrógeno atmosférico, controlar las malezas, aumentar el rendimiento de maíz y producir forraje.

Altieri (1997), menciona que los sistemas de asociación ofrecen muchas ventajas sobre la agricultura basada en el monocultivo que se practica en países modernos.

Llanos (1985), señala que la asociación del maíz con otro(s) cultivo(s) ha sido un sistema típico de agriculturas primitivas, cuyo objetivo principal es conseguir el máximo aprovechamiento de los medios de producción naturales: nutrientes en el suelo, agua y la luz fundamentalmente.

Plantando juntos dos o más cultivos sobre un mismo terreno, se trata de conseguir los siguientes objetivos:

- Mejor aprovechamiento y protección de la superficie del terreno contra la erosión.
- Una más completa extracción, por las raíces de las plantas, de los nutrientes existentes a distintas profundidades.
- Con una buena combinación de cultivos, y según el hábito natural de crecimiento de sus raíces, se puede conseguir beneficiar en profundidad y extensión las condiciones físicas y biológicas del suelo más que con un solo cultivo. Puede decirse que el

trabajo natural que hacen las raíces de los cultivos asociados sirve de sustituto más o menos eficaz a las labores.

- Por último el desarrollo de los órganos aéreos de las distintas especies cultivadas, a la vez que permiten una mejor interceptación y aprovechamiento de la luz natural, puede servir también de protección contra la proliferación de plantas adventicias.

En México se practicó el cultivo asociado de maíz, judías y calabaza. Esta asociación de cultivos que se extendió a otros lugares de América, constituía una verdadera simbiosis natural de las tres especies de plantas. Los tallos erectos del maíz sirven de soporte para que las judías crezcan verticalmente y sus hojas aprovechen con la máxima eficacia la luz. El crecimiento rastrero de las calabazas ofrece una buena protección contra las malas hierbas y la erosión en los espacios libres entre las plantas de maíz y judía. Por último, el nitrógeno atmosférico, fijado por los nódulos de las raíces de las judías, sirve también de nutrimento al maíz y la calabaza, Llanos (1985).

3.1.3.6.8. Simbiosis *Rhizobium-leguminosa*

Entre los microorganismos del suelo que realizan la fijación de nitrógeno, los más utilizados y productivos son las bacterias simbióticas del género *Rhizobium* que colonizan y forman nódulos en las raíces de las leguminosas como el trébol, la alfalfa, o el guisante. Las bacterias obtienen alimento de la planta y ésta a cambio, recibe compuestos nitrogenados en abundancia, Encarta (2005).

Un grupo de bacterias del suelo es capaz de proporcionar directa o indirectamente a las plantas este nutriente transformando en asimilable el nitrógeno del aire. Las bacterias conocidas como rizobios, pasan ese nitrógeno inerte a las plantas a través de sus raíces donde forman unas tumoraciones, que se llaman nódulos, cuyas células están ocupadas por estos microorganismos.

Es una forma limpia y barata de suministrar a las plantas el nitrógeno que requieren. Sin embargo, hay una gran limitación, pues esta simbiosis sólo ocurre entre rizobios y leguminosas, quedando fuera cultivos tan importantes en la alimentación humana y animal como el trigo, arroz o maíz, FAO (2006).

La mayoría de los suelos contienen ya estas bacterias, pero dada la especificidad que presentan por su hospedador es ineludible inocular cuando se cultiva una leguminosa en un lugar donde no ha crecido nunca, por ejemplo, soja fuera del oriente asiático, o bien quieren utilizarse otras bacterias seleccionadas que muestran mejores características que las naturales del suelo, FAO (2006).

3.1.3.6.9. 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 electo esencial en el desarrollo y crecimiento de cualquier especie vegetal, es un constituyente básico de las proteínas, ácido nucleico y muchas otras sustancia del tejido vegetal y de la clorofila que es aproximadamente el 50% de la materia seca, Bidwell (1979).

Según Trejos y Vega (1990), la importancia del nitrógeno radica en las funciones que esta realiza en las plantas y estas son:

- Forma parte de las proteínas y la clorofila.
- Imparte un color verde oscuro a las plantas.
- Promueve el desarrollo de hojas y tallos.
- Produce un desarrollo rápido en el primer ciclo de desarrollo de los cultivos.
- Aumenta el contenido de proteína en los cultivos alimenticios y forrajeros.
- Alimenta a los microorganismos del suelo durante la descomposición de los materiales orgánicos con alta razón C/N.

Los mismos autores indican que el sistema de fijación biológica de nitrógeno está compuesta de tres partes: el macro simbiote (la planta), el micro simbiote (la bacteria) y el órgano donde sucede el proceso de la fijación (el nódulo).

Cambios en cada uno de estos componentes o en las relaciones entre ellos influyen en la fijación de nitrógeno.

3.1.3.6.10. Fijación biológica del nitrógeno

La fijación en forma asociada sucede en el suelo, en la zona de influencia de las raíces, llamada la rizosfera. La fijación simbiótica se realiza en órganos especiales, los nódulos, que se encuentra en las raíces de plantas leguminosas. En la agricultura, la fijación biológica de nitrógeno, por bacterias de la familia

Rhizobiaceae, en simbiosis con plantas de la familia leguminosae, es la más importante, gracias a este proceso, el nitrógeno atmosférico se convierte en proteína vegetal y que puede ser absorbida por las plantas, Pijnenborg (1996).

4. MATERIALES Y METODOS

4.1. Localización

4.1.1. Ubicación geográfica

La presente investigación se realizara en el municipio de Achocalla, es un municipio de la tercera sección de la provincia Murillo en el departamento de La Paz, (PDM Achocalla, 2006 - 2010).

Se encuentra ubicado a 30 km de la ciudad de La Paz, capital y departamento y se halla a 3750 metros sobre el nivel del mar según el Censo nacional 2012. El municipio de Achocalla cuenta con una población de 16.993 habitantes.

4.1.1.1. Características del Clima.

El clima es de tipo atemperado con una influencia bastante tropical que se caracteriza por una época seca y una época lluviosa. Los efectos mayores sobre el suelo son los siguientes: En la época seca (invierno) el suelo se seca, lo que da lugar a su retracción con la aparición de grietas más o menos profundas, por la presencia de arcillas y limos. En la época lluviosa (verano) el suelo se vuelve blando, fenómeno favorable a la erosión y a la inestabilidad de las pendientes, (PDM Achocalla, 2006 - 2010).

4.1.1.2. Temperatura.

Según el servicio nacional de meteorología e hidrología la temperatura promedio es de 18.31°C, temperatura mínima de 16.5°C y una temperatura máxima de 22°C, (PDM Achocalla, 2006 – 2010).

4.1.1.3. Pluviometría.

Las precipitaciones pluviales promedios alcanzan a los 718.5 mm según datos del servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMI).

La precipitación pluvial anual fluctúa entre 450 a 500 mm/año, con un promedio anual de 475 mm/año, SEMTA (1995).

4.1.1.4. Vientos.

Los vientos tienen una dirección de sud a noroeste la intensidad máxima se estima que alcanza de 17 Km. /H, (PDM Achocalla, 2006 - 2010).

4.1.1.5. Suelo.

Presenta una variada clase textural predominando la textura fr-arc-limoso, arc-arenoso, y fr-arc-arenoso, que son aptos para el cultivo de hortalizas, SEMTA en 1994 El pH promedio que presentan los suelos de esta zona son 7 a 8.

La zona de la cuenca de Achocalla se caracteriza por su alta erosión que es facilitado por un gigantesco deslizamiento y torrente de barro pos glacial en toda el área.

4.1.1.6. Recursos Hídricos.

La región en estudio es rico en agua subterráneas teniendo muchas vertientes que son aprovechados para el consumo humano como para el sistema de riego y a la vez las lagunas existentes son aprovechadas para almacenar la mayor cantidad de agua durante la noche para ser utilizados posteriormente.

En cuanto al proyecto se identificó dos vertientes una de ellas cumple con nuestro objetivo para la dotación de agua, (PDM Achocalla, 2006 – 2010).

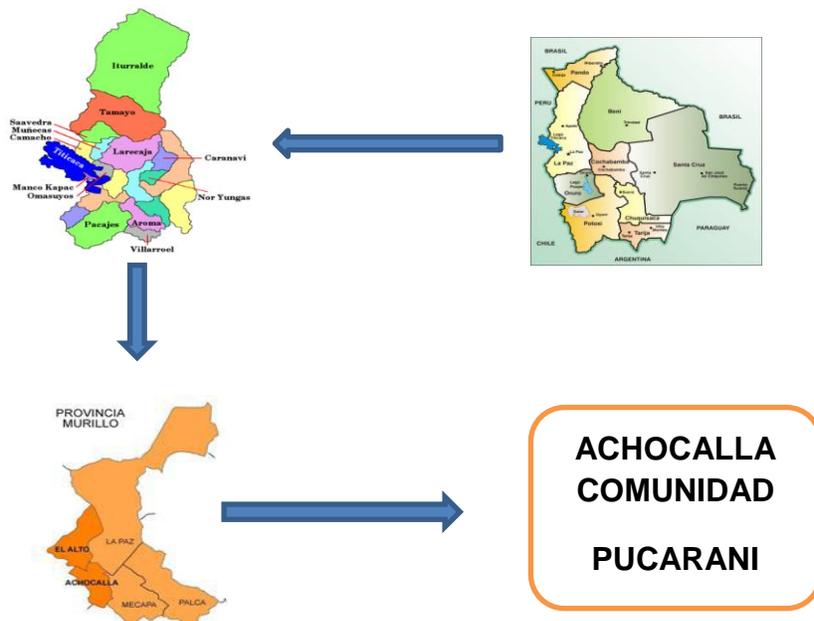


Figura 2 Ubicación del estudio

4.2. Materiales

- Material de campo

- Tractor agrícola con arado
- Herramientas agrícolas
- Romanilla
- Abono orgánico

- Material de gabinete

- Computadora
- Material de escritorio

- Material biológico

- Semilla de maíz variedad local de Ilabaya (criollo)
- Semilla de tarwi variedad Local Carabuco (criollo)
- Semilla de haba variedad gigante de Copacabana

4.3. Métodos

4.3.1. Procedimiento experimental

4.3.2. Preparación del terreno

El primer pasó fue la preparación del terreno para dar inicio a la investigación, fue realizado con un tractor con arado esto una semana antes de las siembra por un tiempo de una hora para incrementar la profundidad de la capa arable y elevar el contenido de nutrientes en el suelo.

Después de aproximadamente una semana se debió mantener el terreno bien mullido y nivelado, para luego haber procedido a la apertura de surcos, la delimitación y distribución de los bloques y tratamientos dentro del área experimental.

Previo a la siembra y apertura de surcos se realizó la aplicación del abonamiento de fondo con estiércol de ovino en toda la superficie del terreno a razón de 2 t/ha.



Figura 3 Preparación del terreno

4.3.3. Siembra

4.3.4. Cultivo de maíz

Se realizó por el sistema de siembra por golpe depositando una semilla por golpe, a una distancia entre plantas de 0,40 m y con una distancia entre surcos de 0,5 m.

La semilla se depositó entre la base y la cúspide del camellón a una profundidad de 5 cm.

-Variedades

La investigación permitió realizar la evaluación y manejo de variedad nativa de Ilabaya Sorata (larecaja) que se describen a continuación:

-Variedad local Ilaballa (larecaja)

Variedad nativa de Sorata (Ilabaya) plantas medianas a ligeramente altas, periodo vegetativo es de tipo intermedio, el eje central de la espiga es delgado. Posee mazorcas de mediana longitud, granos grandes redondeados de consistencia blanco harinosos, con 8 hileras a lo largo. Llega a la madurez de cosecha (estado de choclo) a los 180 días a partir de la siembra.



Figura 4 Siembra de cultivos asociados

4.3.5. Cultivo haba

Se realizó intercalado en el mismo surco del maíz, tomando en cuenta la distancia en la que se depositando de una semilla por golpe intercalando maíz y haba donde se distribuyó el tratamiento respectivo.

- Variedad Gigante de Copacabana

El material biológico que se utilizó en el estudio fue: Ecotipo de haba “Gigante de Copacabana”, procedente de la Isla de Copacabana, Provincia Manco Kápac del Departamento de La Paz, tiene un ciclo vegetativo de 6 meses en verde y de 7 a 8 meses en seco.

b) Haba variedad Gigante de Copacabana, (Orellana (1985), citado por Aguilar (2001):

- Altura de la planta a la madurez fisiológica 1,8 m.
- Ciclo vegetativo 210 días. - Rendimiento en grano en cultivo extensivo 2000 Kg. /Ha.
- Tamaño de grano seco: 2,7 cm.
- Largo de vaina de 5 a 20 cm.
- Inflorescencia tipo racimoso de origen axial.
- Flor de color blanco.
- Tolerante a heladas.
- Medianamente tolerante a granizo.
- Medianamente resistente a sequía.

4.3.6. Cultivo tarwi Local Carabuco, (Loza, 1999):

Se realizó intercalado en el mismo surco del maíz tomando en cuenta la distancia en la que se depositó la semilla de una semilla en cada golpe intercalando maíz y tarwi en donde se distribuyó el tratamiento respectivo.

- Variedad local

El material biológico que se utilizó en este estudio fue de Carabuco una variedad nativa del lugar

- Altura de la planta 1,20 m.
- Periodo vegetativo 240 a 264 días.
- Largo de vaina de 5 a 12 cm. Tamaño de grano seco : 0,9 cm.

- Rendimiento en grano en cultivo extensivo 4000 Kg./Ha.
- Muy sensible a excesos de humedad
- Grano: color blanco 12 mm. (promedio) de diámetro.
- Tolerante a heladas.
- Medianamente tolerante a granizo.
- Resistente a sequía.

4.3.7. Labores culturales

4.3.7.1. Deshierbe

Una vez sucedida la emergencia del maíz se realizó el primer deshierbe en función al desarrollo y crecimiento de malezas.

Esta labor por considerarse de mucha importancia para un buen desarrollo se realiza una carpida manual a los 30 días y un deshierbe a los 80 días utilizando machete y chuntilla en todos los tratamientos, de tal manera se evitó la competencia por los nutrientes.



Figura 5 Deshierbe de malezas

4.3.7.2. Aporque

Esta práctica es importante al menos para el cultivo del maíz esta operación se lo realizo cuando nuestras plantas tenían una altura de 40 – 50cm, para que de esta manera, evitar el acame en las plantas, también para oxigenar el suelo, y remover el área foliar para la eliminación de patógenos en fase de larva, huevo, pupa que puedan atacar a las plantas.



Figura 6 Parcela aporcada

4.3.7.3. Riego

Se comenzó a regar disponiendo de los pozos de riego cuando en la zona ya no ocurrieron precipitaciones pluviales, esta actividad se realizó superficialmente, por lo que se regó a partir de la siembra, donde la frecuencia de riego fue de dos semanas aproximadamente en los sitios de estudio.



Figura 7 Pozo de riego

4.3.8. Diseño Experimental

El diseño que se utilizar para el cultivo de maíz fue el diseño de bloques al azar

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + J_i + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij} = una observación

μ = media general

β_j = efecto aleatorio del j-esimo bloque

J_i = efecto fijo del j-esimo hibrido de maíz

ϵ_{ij} = error experimental o efecto aleatorio de residuales

4.3.9 Croquis del Experimento

La disposición de los tratamientos y los bloques se presenta en la Figura

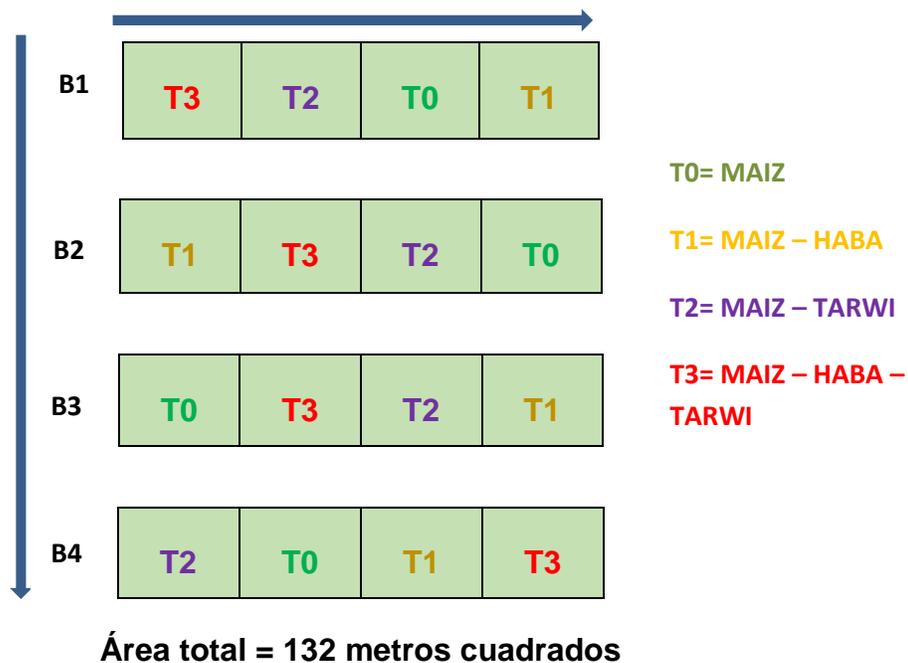


Figura 8 Esquematación de los tratamientos y dimensión del área experimental

4.3.10. Variables de respuestas

Durante el desarrollo experimental se procedió a registrar las siguientes variables en el cultivo de maíz

4.3.10.1. Porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación se midió en la primera semana después de la siembra que se realizara con una tabla

$$\%G = \frac{\text{Nº DE PLANTAS GERMINADAS}}{\text{Nº DE PLANTAS TOTALES}} * 100$$



Figura 9 Verificando el porcentaje de germinación

4.3.10.2. Altura de la planta

La medición de la altura de las cinco plantas marcadas de cada unidad experimental, se realizó desde la fase del inicio de panojamiento hasta la madurez fisiológica.

La altura de planta se midió con la ayuda de una regla graduada desde la base del cuello de la planta hasta el ápice. Este valor fue tomado cada 7 días.



Figura 10 Toma de datos de altura de la planta

4.3.10.3. Largo de la hoja

Se registró el largo de la hoja midiendo desde la base hasta la punta del ápice de la planta. Se tomaron 5 plantas de las mismas que se midieron el largo de la hoja al azar de los surcos de cada unidad experimental



Figura 11 Toma de datos de largo de la hoja

4.3.10.4. Diámetro del tallo

Para evaluar la variable, se procedió a las mediciones en las mismas muestras elegidas para la variable altura del tallo, para tal efecto se empleó un calibrador (vernier), la medida se realizó en un cada tallo ajustando el calibrador en el diámetro de cada entrenudo en centímetros. Esta operación se repitió en todas las unidades experimentales y en los cuatro bloques, registrando los datos en él cuaderno de campo.



Figura 12 Toma de dato de diámetro de tallo

4.3.10.5. Rendimiento

En cada unidad experimental se registró el peso de las mazorcas (estado de choclo) para posteriormente registrar el peso en kg/ha.



Figura 13 toma de datos de rendimiento (kg/h)

4.3.10.6. Costos de producción

Los costos de producción consistió en el cálculo de la relación de beneficio costo de la producción de maíz asociado a diferentes cultivos, teniendo en cuenta los costos principales de producción, beneficios brutos y netos, sugeridos por Perrin (1988), que propone una metodología sobre el presupuesto parcial como una herramienta útil para determinar las implicaciones económicas y bajo condiciones de manejo agroecológico utilizando formulas (Castro 2007).

4.3.10.6.1. Relación beneficio costo

La regla básica del beneficio/costo (B/C), es que una inversión será rentable si los beneficios son mayores que la unidad ($B/C > 1$), es aceptable es igual a unidad ($B/C = 1$) y no es rentable si el beneficio es menor a la unidad ($B/C < 1$) (PROINPA, 1995).

Se determinó el ingreso bruto, ingreso neto y la relación beneficio costo mediante la siguiente ecuación:

a) Ingreso bruto (IB)

Dónde: $I.B = R * P$

R. Rendimiento

P. Precio del producto

b) Ingreso neto (IN)

Dónde: $I.N = I.B. - C$

I.B = Ingreso bruto

C = Costo de producción

c) Relación beneficio costo

Dónde: $B/C = I.B / C$

I.B = Ingreso bruto

C = Costo total

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Cultivo de Maíz

5.1.1. Porcentaje de germinación

Porcentaje de germinación es una prueba que se utiliza para saber cuántas semillas pueden llegar a germinar después de sembrarse

El presente Cuadro muestra el comportamiento de germinación del cultivo del maíz asociado con cultivos de tarwi y haba en diferentes densidades de siembra con variedad nativa de maíz (llabaya)

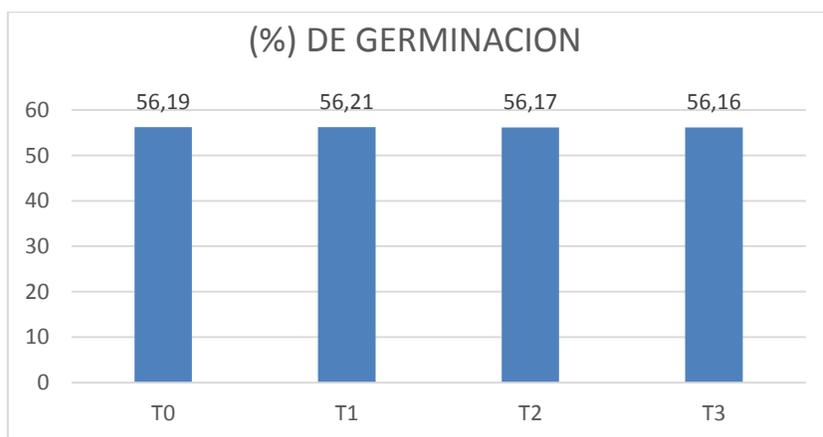


Figura 14 Promedios de (%) de germinación

Una vez realizada la siembra y ofreciendo el suelo una adecuada humedad y condiciones favorables a la semilla, a los 14 días se produjo la emergencia como se muestra en la figura 14 no existe mucha diferencia en los porcentajes de germinación teniendo así al T0 con 56.19 % de semillas germinadas, T1 con 56.21 % semillas germinadas, T2 con 56.17 % de semillas T3 con 56.16 % de semillas germinadas pasados siete días se llegó a un porcentaje de 70 % y finalmente con 30 días desde la

siembra se llegó a un porcentaje total de 85 – 90 % de plantas vivas en el área experimental.

El número de días a la emergencia se encuentra dentro del rango que Blacutt (1997), encontró de 21 a 28 días desde la siembra, no teniendo la semilla mayores dificultades en la emergencia, de tal forma en esta etapa los factores medio ambientales no expresan aun su influencia sobre el cultivo.

5.1.2. Altura de la planta

En el cuadro de análisis de variancia muestra las alturas de los tratamientos (T0= maíz monocultivo), (T1= maíz-haba), (T2= maíz-tarwi) y (T3= maíz-haba-tarwi) como

La altura de máximo crecimiento en los 210 días final del ciclo vegetativo después de la siembra se observa que las alturas no son relativamente similares para todos los tratamientos.

Cuadro 4 Análisis de varianza de altura de planta en (m)

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F	Significancia
BLOQUES	3	0,2461	0,082	6,12	0,0149	*
TRATAMIENTOS	3	0,8478	0,2826	21,77	0,0002	**
ERROR	9	0,1061	0,0117			
TOTAL=	15					

Coefficiente de variación = 7.6 %

Como se muestra en el cuadro 4 Respecto a la altura de planta el análisis de varianza se obtuvo diferencias altamente significativas entre los tratamiento.

Por otra parte el efecto de bloques de la misma manera resulto significativo donde el diseño de bloques tiene buena precisión.

Con un coeficiente de variación de 7.2 %, que nos indica que se ha tenido un buen manejo de las unidades experimentales en el desarrollo de la investigación.

El análisis de varianza muestra que existió diferencia significativa entre tratamientos según Guzmán (2002), la existencia de diferencias significativas entre bloques al azar, hace que el análisis de datos sea preciso.

Cuadro 5 Comparaciones de medias de altura de planta/ planta maíz por Duncan por tratamiento

Duncan	Grupo	Media (m)	N	NIVELES
	A	1.830	4	T1
	B	1.465	4	T2
	B	1.420	4	T3
	C	1.1925	4	T4

En el cuadro 5, se observa la prueba de Duncan a 5%, el efecto especificativo para la variable tratamiento se muestra los diferentes grupos diferenciados, el T1 (maíz - haba) es la más recomendable registrando una longitud de planta de 1.83 m. seguido del T2 (maíz - tarwi) con una altura de 1.46 m y la altura más baja fue el T3 con 1.42 m y T4 con 1.19 m

La asociación maíz – haba tuvieron grandes efectos en la variable longitud de planta esto debido al que el cultivo de haba siendo una leguminosa apporto nitrógeno al suelo que fue asimilado por el cultivo de maíz y reflejándose en su desarrollo, dice que en nitrógeno ayuda a la planta en el desarrollo del área foliar.

Blacut (1997), menciona que el nitrógeno es uno de los nutrientes esenciales que más limitan el rendimiento del maíz, este macronutriente participa en la síntesis de proteínas y por ello es vital para toda la actividad metabólica de la planta, su deficiencia provoca reducciones severas en el crecimiento del cultivo básicamente por una menor tasa de crecimiento y expansión foliar que reducen la captación de la radiación fotosintéticamente. Las deficiencias de nitrógeno se evidencian por clorosis (amarillamiento) de las hojas más viejas

Anexo 14 muestra la altura de la planta tomada por las asociaciones que existe diferencias, teniendo al T1 con 1,8 m de altura que supera a los demás tratamientos, con respecto al T0 con 1,2 m que es el que presento menor altura de planta.

Se observa que los valores mayores en cuanto a altura de planta en el cultivo de maíz, se han dado en la asociación de maíz-haba teniendo una altura de (1.83 m).

La variedad introducida presentó buenas calidades fenotípica (1.83 m), debido a su buena adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas de la región, presentando un mejor crecimiento durante el desarrollo del cultivo.

Entre las asociaciones, el haba obtuvo mejores resultados frente al cultivo del tarwi, coincidentemente con Tejada (2002), tal vez la explicación sea debido al mayor aporte de nitrógeno del haba al suelo gracias a que es una planta más eficiente que el tarwi para la fijación biológica de este nutriente.

5.1.3. Diámetro del tallo

En el análisis de varianza del Cuadro 6 para el diámetro de tallo nos muestra que existen diferencias altamente significativas entre bloques lo que nos indica que tiene buena precisión, en cuanto a los tratamientos se tuvo diferencias significativas.

Cuadro 6 Análisis de varianza de diámetro de tallo en (cm)

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F	Sig.
BLOQUES	3	1,012	0,3373	11,06	0,0023	**
TRATAMIENTOS	3	0,684	0,2280	6,15	0,0194	*
ERROR	9	0,228	0,0331			
TOTAL=	15					

Coeficiente de variación = 7 %

Con un coeficiente de variación de 7 %, indicando que los datos del análisis estadísticos son confiables por encontrarse en los rangos permisibles de la variabilidad.

Como se observa en el análisis de varianza, diferencia es altamente significativa entre bloques y significativa entre tratamientos se procedió a la prueba de medias de Duncan.

Cuadro 7 comparaciones de medias de diámetro de tallo/ planta de maíz por Duncan por tratamiento

Duncan	Grupo	Media (cm)	N	NIVELES
	A	3.120	4	T1
B	B	2.740	4	T2
B	B	2.715	4	T3
	C	2.540	4	T4

En el cuadro 7, se observa la prueba de Duncan a 5%, el efecto especificativo para la variable diámetro de tallo los tratamientos se muestra los diferentes grupos diferenciados, el T1 (maíz - haba) es la más recomendable registrando con un diámetro de 3.12 cm .seguido del T2 (maíz - tarwi) con un diámetro de 2.7 cm, y los que obtuvieron menor diámetro de tallo fueron los T2 con 2.7 cm y T4 con 2.54 cm

La asociación maíz – haba el efecto en la variable diámetro de tallo fue significativa esto debido a que diámetro de tallo siendo parte del área foliar y teniendo como cultivo de asoció a la haba una leguminosa que ayuda afijar nitrógeno que fue asimilado por las raíces del cultivo de maíz ayudando en el desarrollo del área foliar

Choque (2005), indica que el nitrógeno es el constituyente fundamental de los tejidos vegetales, necesario para la formación de núcleos celulares, para la biosíntesis de proteínas, es el elemento que confiere el color verde y condiciona el desarrollo vegetal, su escasez produce raquitismo, su exceso produce desequilibrio en el área foliar, radicular, que se convierte en un retraso en la floración, fructificación.

Anexo 15 se muestra promedio del variable diámetro de tallo en todo el ciclo del cultivo, observando que el tratamiento 1 presenta engrosamiento de la parte media del tallo que aumentando consecutivamente que los demás tratamientos.

5.1.4. Largo de la hoja

Al respecto la FAO (1999), indica que el nitrógeno es un elemento esencial para el Crecimiento de la planta, principalmente de las hojas las cuales reflejan el estado Nutricional de la planta. Por otro lado, Bertsch (1995), señala que en etapa vegetativa el nitrógeno es usado principalmente para la formación de hojas (follaje)

Cuadro 8 Análisis de varianza de largo de la hoja en (cm)

FV	GL	SC	CM	FC	FT (%)	Significancia
BLOQUES	3	543,732	181,244	6,14	0,0147	*
TRATAMIENTOS	3	292,832	97,61	3,26	0,0734	NS
ERROR	9	259,776	28,864			
TOTAL=	15					

Coefficiente de variación = 9.5 %

En el análisis de varianza que se muestra en el Cuadro 8, se observa diferencias estadísticas altamente significativas comportamiento de los tratamientos no son

similar. El coeficiente de variación fue de 7,56% demostrando confiabilidad puesto que está dentro del rango aceptable.

Cuadro 9 Comparaciones de medias de largo de la hoja/ planta de maíz por Duncan por tratamiento

Duncan	Grupo	Media (cm)	N	NIVELES
	A	63.30	4	T1
B	A	56.35	4	T2
B	A	55.65	4	T3
B		55.51	4	T4

En el cuadro 9, se observa la prueba de Duncan a 5%, el efecto especificativo para la variable largo de hoja los tratamientos se muestra los diferentes grupos diferenciados, el T1 (maíz - haba) es la más recomendable registrando con un largo de hoja de 63.3 cm. seguido del T2 (maíz - tarwi) con un largo de hoja de 56.35 cm, y los que obtuvieron menor largo de hoja fueron los tratamientos T2 y T4 con 55.58 cm.

La asociación maíz – haba resaltado en solo en la las variables anteriores también en el largo de la hoja siendo una leguminosa el cultivo de haba el nitrógeno que aporta es asimilado por el cultivo de maíz reflejándose en el área foliar.

Avila y Brandolin (1999), nos indican que la absorción del nitrógeno se pueden distinguir en tres fases: la primera, desde el nacimiento hasta antes de un mes de la aparición de las barbas, el ritmo es lento, la planta suele extraer el 8% de su necesidad total, en segundo lugar la velocidad de absorción aumenta hasta alcanzar un valor de 3.5kg/día como un máximo durante el periodo de la floración, encontrándose el nitrógeno fundamentalmente en las hojas, en esta fase la absorción llega al 60%, la tercera se distingue por un descenso de la velocidad de extracción al

30%, en esta fase, parte del nitrógeno de los órganos vegetales emigra hacia los granos.

Anexo 16 podemos evidenciar que el tratamiento T1 obtuvo el mayor promedio con 63.3 m de largo, en comparación de los otros tratamientos presentan el tratamiento 0, tratamiento 2 y el tratamiento 3 demostrándose de esta manera que los tratamientos se comportan de diferente manera.

Chilón (1997), señala que el suministro de nitrógeno tiende a aumentar el crecimiento de la parte aérea de la planta, de igual manera el fósforo permite mejorar la absorción por la planta y el uso de la dosis óptima de abonos nitrogenados.

Ledesma (1990), señala que el nitrógeno es sumamente importante para el desarrollo en longitud de la planta, por lo tanto existe mayor vigor vegetativo y aumentando la velocidad de crecimiento.

5.1.6 Rendimiento

El siguiente Cuadro, muestra el análisis de varianza realizado para la variable de rendimiento (kg/ha) en el cultivo de maíz.

Cuadro 10 Análisis de varianza de rendimiento en (kg/ha)

FV	GL	SC	CM	FC	FT (%)	Significancia
BLOQUES	3	543,732	181,244	6,14	0,0147	*
TRATAMIENTOS	3	292,832	97,61	3,26	0,0734	*
ERROR	9	259,776	28,864			
TOTAL=	15					

Coefficiente de variación = 2.5 %

De acuerdo al análisis de varianza del Cuadro 10 para la característica de rendimiento de maíz (kg/ha), se encontró un coeficiente de variación aceptable 2.5 % que nos indica que se ha tenido un buen manejo de las unidades experimentales en el desarrollo de la investigación, encontrándose diferencias significativas entre las tratamientos puestas a prueba en el experimento para los sistemas de asocio planteados.

Cuadro 11 Comparaciones de medias de rendimiento/ planta de maíz por Duncan por tratamiento

Duncan	Grupo	Media (kg/ha)	N	NIVELES
	A	13237.5	4	T1
	B	8737.5	4	T2
	B	8467.5	4	T3
	C	5687.5	4	T4

En el cuadro 11, se observa la prueba de Duncan a 5%, el efecto especificativo para la variable rendimiento (kg/ha), los tratamientos se muestra los diferentes grupos diferenciados , el T1 (maíz - haba) es la más recomendable registrando con un rendimiento (kg/ha), 13237.5, Seguido del T2 (maíz - tarwi) con un rendimiento (kg/ha) de 8737.5 y el que obtuvo menor rendimiento (kg/ha) fue el tratamiento 4 con 5687.5 kg/ha.

La asociación de maíz – haba por el aporte de nitrógeno de la leguminosa en el suelo y asimilado por el maíz y reflejado en el área foliar se tuvieron mayores rendimientos por unidad de superficie más seguro a cierto nivel de tecnología.

Asociación de cultivos para Reyes (1990), es la práctica de sembrar en el mismo ciclo agrícola, dos o más cultivares, es un agroecosistema en el que las plantas de diferentes especies útiles al hombre comparten el mismo espacio, tiempo y clima.

Además se considera una serie de prácticas y elementos culturales tradicionales, desarrollados a partir de una estrategia de productividad y de alta producción, en donde no todo lo que se produce tiene un valor de cambio, sino que se generan valores de uso indispensable en la economía familiar y donde es más importante producir alimentos, sostén de la vida.

El trabajo presentado por Mealla (1993), en el Valle Central de Tarija, muestra que los rendimientos para la variedad Hualtaco van desde los 14 850 Kg/ha a 16 990 Kg/ha, lo que implica que la variedad en climas de valle tiene un buen comportamiento productivo, sirviendo esta información de base para comparar su comportamiento con los Valles Paceños.

Anexo 17 para la característica de rendimiento del maíz en choclo (kg/ha) por sistemas de cultivo, se puede observar en el Figura 18, que el comportamiento del maíz en sistemas de asocio con haba (13237.5 kg/ha) muestra los mejores rendimientos en relación a los sistemas de asocio de Maíz - Tarwi (8737.5 kg/ha), Maiz – Tarwi – Haba (8367.5 kg/h) y el monocultivo (5687.5) kg/ha.

En lo referente a los sistemas de asociación podemos indicar que el sistema de asociación Gramínea – Leguminosa permite incrementar los rendimientos, debido al importante aporte de nitrógeno al suelo generado por las raíces de las plantas leguminosas, no dejando de lado la importante función del cultivo de cobertura.

Al respecto Brown y Scott (1984), sostienen que el grado en que interactúan los cultivos asociados con la consiguiente reducción o incremento del rendimiento, depende en gran parte de la superposición en el tiempo de los ciclos de crecimiento, de las características morfológicas que las diferencian, tales como altura de planta, dispersión de follaje, volumen radicular y densidad relativa de la población.

5.1.7. Costos de producción

(Perrin 1982), Dice que el costo de producción se define como la suma de los costos fijos y de los costos variables correspondiente a un proceso productivo.

En el cuadro 12 se muestra los costos totales de cada tratamiento.

CUADRO 12 Costo totales de superficie y por ciclo de producción de cada tratamiento

TRATAMIENTOS	COSTO TOTALES (Bs)
T0 MAIZ	22291.66
T1 MAIZ - HABA	22760.41
T2 MAIZ - TARWI	22604.6
T3 MAIZ - HABA - TARWI	23072.91

Se muestran los costos de producción de los tratamientos desde la preparación del terreno, insumos utilizados, siembra, riegos, aporques y cosechas, por lo que en cada sistema de cultivo el mayor costo de producción fue en la asociación de maíz- haba.

5.1.7.1. Ingreso de la producción de FVH

El ingreso bruto fue calculado multiplicando el precio por kg/ha de FVH de maíz a los rendimientos obtenidos en cada uno de los tratamientos.

CUADRO 13 Ingreso bruto por ha y por ciclo de producción de cultivo de maíz asociado a diferentes cultivos

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO (Kg/ha)	PRECIO (Bs/kg)	INGRESO BRUTO (Bs)
T0 MAIZ	5687.5	6	34125
T1 MAIZ - HABA	13237.5	6	79425
T2 MAIZ - TARWI	8737.5	6	52425
T3 MAIZ - HABA - TARWI	8467.5	6	50805

En el cuadro 13 se puede observar que al utilizar el tratamiento 1 (maíz-haba) se obtiene mayor ingreso bruto (79429 Bs) y se obtiene menor ingreso en el tratamiento 0 (maíz en monocultivo) con (34125 Bs).

CUADRO 14 Ingreso neto por ha y por ciclo de producción del cultivo de maíz asociado a diferentes cultivos

TRATAMIENTOS	INGRESO BRUTO (Bs)	COSTO TOTAL (Bs)	INGRESO NETO (Bs)
T0 MAIZ	34125	22291.66	11833.34
T1 MAIZ - HABA	79425	22760.41	56664.59
T2 MAIZ - TARWI	52425	22604.6	29820.4
T3 MAIZ - HABA - TARWI	50805	23072.91	27732

El ingreso neto se obtiene por diferencia del ingreso bruto menos el costo de producción para cada sistema de cultivo. El que tuvo el mayor ingreso neto fue el tratamiento 1 de maíz con haba con 56664.59 Bs/ha, y no dejando de lado el que tuvo un ingreso neto bajo fue el tratamiento 0 maíz monocultivo con 11833.34 Bs/ha.

CUADRO 15 Relación Beneficio/Costo de cada tratamiento

TRATAMIENTOS	INGRESO BRUTO (Bs)	COSTO TOTAL (Bs)	BENEFICIO/COSTO (Bs)
T0 MAIZ	34125	22291.66	1.53
T1 MAIZ - HABA	79425	22760.41	3.48
T2 MAIZ - TARWI	52425	22604.6	2.30
T3 MAIZ - HABA - TARWI	50805	23072.91	2.20

Villarroel (2002), para la evaluación del análisis de la relación costo/beneficio (C/B), se toma los valores mayores, menores o igual a 1, que implica que:

- $(C/B) > 1$ implica que los ingresos son mayores que los egresos, entonces la producción es aconsejable o atractivo.
- $(C/B) = 1$ implica que los ingresos son iguales que los egresos, en este caso el proyecto es indiferente.
- $(C/B) < 1$ implica que los ingresos son menores que los egresos entonces el proyecto no es aconsejable.

En el cuadro 15 se puede observar que el tratamiento que ofreció mayor beneficio costo es tratamiento 1 con un valor 3.48 Bs que nos dice que por cada boliviano invertido en la producción de maíz tendrá una rentabilidad de 2,48 Bs, seguido del tratamiento 2 con un valor 2.30 Bs frente al tratamiento 3 con un valor de 2.20 BS y no dejando de lado el tratamiento 0 que tuvo el valor más bajo con 1.53 Bs.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y según los resultados obtenidos se llega a concluir.

En cuanto a los sistemas de asocio planteados, claramente se ha visto un mejor comportamiento en función al rendimiento de maíz del sistema Maíz – Haba (13237.5 kg/ha), pero sin dejar de lado los beneficios que puede traer consigo la implantación del sistema Maíz – tarwi (87375 kg/ha), como también Maíz-Haba-Tarwi (84675 kg/ha), en el suelo y los efectos tanto en el control de plagas, malezas, protección del suelo, etc.

El cultivo de tarwi, aunque como cultivo propiamente dicho no es practicado en la región, se ha observado una adaptación relativamente no aceptable, lo cual no tuvo un buen desarrollo fenológico el problema en el clima y el suelo que ha perjudicado al cultivo al momento de llegar a la etapa de floración y el rendimiento.

Haciendo referencia a la competencia como un factor primordial para el desarrollo de los cultivos es que se concluye diciendo que la competencia se genera en mayor magnitud dentro los sistemas de tricultivos (Maíz – Haba – Tarwi), siendo este sistema, que al presentar un mayor número de individuos por superficie ha generado una mayor competencia, causando que los rendimientos, especialmente en el cultivo de maíz tengan una reducción en comparación a sistemas de bi cultivos.

En cuanto a los beneficios económicos obtenidos, se ha determinado que se obtiene mejor beneficio/costo con el sistema de asocio Maíz – Haba

7. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados y conclusiones establecidas en el ensayo, se recomienda lo siguiente.

Referido a los sistemas de asociación planteados se ha logrado determinar que los sistemas de asocio Maíz – Haba y el asocio Maíz – Tarwi, son los más adecuados para la región, tomando en cuenta el rol importante que desempeña la leguminosa para los cultivos en los dos sistemas. Del mismo modo se deben realizar trabajos replicados al presente estudio, para tener la seguridad de lograr buenos resultados en la asociación de las dos especies mencionadas. Se plantea la realización de estudios similares en socios diferentes.

Establecer ensayos similares, en asociaciones en distintas regiones para ver el comportamiento de la acumulación de nitrógeno en condiciones climáticas diferentes y características de suelos distintos.

Realizar evaluaciones de acumulación de nitrógeno en diferentes etapas de crecimiento de la fenología de la leguminosa y en sus diferentes órganos, beneficiara a valorar el requerimiento nutritivo en las diferentes etapas del desarrollo de la leguminosa.

Las leguminosas aportan una buena cantidad nitrógeno cuando tienen un buen desarrollo fenológico especialmente en la parte radicular viéndose reflejada en la presente investigación.

El aporte de nitrógeno de las leguminosas se da cuando termina el ciclo fenológico haciendo el corte de la parte aérea y dejando la parte radicular hasta que el aporte sea efectivo.

La ventana de oportunidades que ha abierto la introducción de los sistemas de asocio planteados, permitirá aprovechar los posibles beneficios de la implementación de los mismos y enfrentar los costos económicos y ambientales que eventualmente podrían estar asociados a su consolidación en la región.

8. LITERATURA CITADA

ACEBEY, V.P. 2005. Evaluación de Híbridos y Variedades Comerciales en dos Localidades del Municipio de San Buenaventura. Tesis de Grado. La Paz-Bolivia UMSA – Facultad de Agronomía.

AVILA, G. y BRANDOLINI, A. 1999. El Maíz Boliviano. Instituto Agronómico. L'Oltremare Firenze. Italia. 84-92

AUGSTBURGER, F. 1982. Cultivos asociados. Técnica agrícola en desaparición. Labor. La Paz Bolivia 4(5): 5-15 pp.

ALVAREZ, A. 1982. Recursos genéticos del Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA) de la Universidad del Cusco. En: III Congreso Internacional de Cultivos Andinos, La Paz, Bolivia 45 pp.

ALTIERI, M. 1999. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan – Comunidad. Montevideo, Uruguay. 325p.

ALTIERI, M. 2000. Agroecología: Teoría y practica para una agricultura sustentable. Primera Edición. Editorial Nordan – Comunidad. Montevideo, Uruguay. 257p.

BAZÁN, R. 1975. Sistemas de producción Agrícola y Transferencia de Tecnología al Pequeño Agricultor. *In.* Reunión Técnica Regional Sobre Transferencia de Tecnología A los Productores de Maracay, Venezuela, pp (24).

BALDY C. et C. J. STIGTER. 1993. Agrométéorologie des cultures multiples en régions chaudes. Institut National de la Recherche Agronomique. París. 246 pp.

BEINGOLEA, J. 1993. Utilización del tarwi como abono verde en el programa de Chiroqasa del norte de Potosí. Programa vecinos mundiales Bolivia. Memoria Taller. Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CYMMYT). Veracruz, México

352 -353 pp.

BEINGOLEA, L. 1993. Manual del maíz. Primera Edición. Editorial Proyecto TTA. Lima – Perú. 93 p.

BLACUTT, B. E. 1997. Respuesta de cuatro variedades de maíz (*Zea mays*) a diferentes niveles de fertilización química y orgánica en el valle de Araca, provincia Loaysa. Tesis de grado para obtener el grado de licenciatura. Facultad de Agronomía–UMSA. La Paz, Bolivia. 126 p.

BROWN, D.A. Y SCOTT, H.P. 1984. Dependence of Crop growth and yield on root development and activity. En roots nutrient and water influx and plant growth. Barber, SA y Bouldin, D.R. (Eds). American Society of Agronomy Publication Number 49. Madison WI. EE.UU. Pp 102 – 133.

CÁCERES, E. 1991. Cultivos Andinos. Impresores Felipe Moya. Bolivia. Pp 93.

CACERES V. E. 1993. Cultivos Andinos, La Paz, INAN, 130 pp.

CALLISAYA S, B. 1999. Efecto de la aplicación de compost sobre el rendimiento en asociación maíz (*Zea mays*) caupi (*Vigna unguiculata*) y sobre las propiedades del suelo en la región de Pahuata subtropical de La Paz. Tesis de grado para obtener el grado de licenciatura. Facultad de Agronomía–UMSA. La Paz, Bolivia. 126 p.

COCA, M. 2004. Enfermedades foliares del haba (*Vicia faba L*) en el Altiplano de La Paz y su manejo. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz Bolivia,

CARRASCO, R. 1988. Cultivos Andinos, Importancia Nutricional y posibilidades de procesamiento, Centro de Estudios Rurales Andinos Bartolomé de las Casas, Cusco, Perú, pp (18-19).

CIDICCO (Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura)

1996. Fundación Iberoamericana INTERCOOPERATION Programa/ ONG en Honduras. cidicco@cablecolor.hn. 5 pp.

CRESPO, M.1996. El haba (vicia faba L.) las leguminosas en la agricultura boliviana, Cochabamba Bolivia.

CHAHUARES, 1992. Métodos estadísticos para la investigación. Ed. Milagros S.A. Universidad Nacional Agropecuaria. La Molina. Lima Perú.

CHILON, E. 1997. Manual de fertilidad y nutrición de plantas. La Paz, BO. CIDAT. 44-47 pp.

Choque, S. R. 2005. Efecto de fertilización con el estiércol de llama en ecotipos de Cañahua. Tesis de grado La Paz, Bolivia UMSA –Facultad de Agronomía. 40-50 p.

COMISION EUROPEA (2000). El maíz y su cultivo. A.G.T. Editor SA. D.F. – México

ESCOBAR, R. 2003. Asociaciones y rotaciones de gramíneas con leguminosas, (on line, en formato PDF), México, consultado el 12 mayo 2003, disponible en http://www.google.com/asociación_gramínea_leguminosa/htm.

ECHEVERRÍA, HE; CA NAVARRO & FH ANDRADE. 1992. Nitrogen nutrition of wheat following different crops. *J. Agric. Sci. Camb.* 118:157-163 pp.

ECHEVERRÍA, H; R BERGONZI & J FERRARI. 1994. Un modelo para estimar la mineralización de nitrógeno en suelos del sudeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina). *Ciencia del Suelo* 12:56-62 pp.

EPSTEIN, E. 2000. Absorción de sales minerales. In: Fisiología de las plantas, Thomson Learning PARANINFO. Magallanes, España. 234 pp.

ESPRELLA, H. 1995. Sistemas de asociación de tres variedades de Maíz con Cannavalia (*Cannavalia ensiformis*) en la localidad de Santa Rita Provincia Larecaja, Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Aeronomía, La Paz, Bolivia.8 pp.

EVANS. L.T. 1983. Fisiología de los cultivos Tradicionales Por Héctor Gonzales I. Buenos Aires, Hemisferio sur 245-275 pp.Ç

FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations). 2006. Maíz blanco como tradicional. Alimentos Básicos: Situación, Perspectivas y Problemas. 26th Session of the Intergovernmental Group on Grains, 30 May - 2 June. Rome. Consultado 09/05/2011.

Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/w2698s/w2698s00.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1999. El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción. Roma.

FLOR, C. A. 1975. Propuesta de Estudio de Algunos Componentes de una Metodología Para Investigar los Cultivos Asociados en el Trópico Latinoamericano. *In.* Reunión Anual de Programa Cooperativo Centroamericano. El Salvador, pp(45-62).

FRANCO, J. 1991. El tarwi o Lupino: Su efecto en Sistemas de cultivo GTZ-CIP Lima Perú,

FUENTES, J. L. 1999. Manual practico sobre la utilización de suelo y fertilizantes. Madrid – España, Mundi prensa.

GUZMAN 2002. Guía de elaboración de diseños experimentales. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz –Bolivia.

GROSS Y VON BAER, E. 1982. El Lupino - un nuevo cultivo en Los Andes. En: Proyecto Lupino. Informe N° 2. Institutos Nacionales de Salud. Instituto de Nutrición. Lima, Perú. 161 p.

GOMEZ, O. 1986. Diseño de una trilladora de tarwi. En: Anales, V Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos. INIPA, CIID, ACIDI, Puno, Perú.

HANSEN, R. 1989. Informe final (Asesor en Leguminosas de Grano). IBTA.

IICA. 1989. Compendio de Agronomía Tropical. Editado por IICA – MAEF. San Jose, Costa Rica.

IBTA – PNLG. (Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria – Programa Nacional de Leguminosas de Grano). 1996. Haba de Exportación. Tríptico. Cochabamba – Bolivia.

INE, 2004. Anuario Estadístico 2004. Instituto Nacional de Estadística (Proyecciones Poblacionales Departamentales). La Paz – Bolivia.

LLANOS, C. M. 1985. El maíz, su cultivo y aprovechamiento. Primera Edición. Editorial Mundi - Prensa. Madrid, España. 314 p.

LÁZARO, L. 1996. Determinación del rendimiento de trigo ante cambios en la disponibilidad de nitrógeno generada por distintos antecesores. Tesis Magister Scientiae en Producción Vegetal. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce, Buenos Aires. 41 pp.

LIEBMAN, M. 1995. Sistemas de policultivos In. II curso de educación a distancia agroecologica y desarrollo rural 2(2). Perú. 117 – 126 pp.

LOZA, E. 1999. Evaluación Comparativa del comportamiento Agronómico entre Cultivos Asociados en El Altiplano Norte. Tesis. Ing. Agr. UMSA, La Paz Bolivia, (6-23) pp

LESCANO RIVERO, J. L. 1994. Genética y mejoramiento de cultivos andinos. programa interinstitucional de waru-waru. convenio: inade/pelt cotesu. puno, Perú. pp. 65-450.

MACA. 2005. Boletín técnico. El cultivo de Haba, La Paz – Bolivia.

MUJICA, A. 2005. Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro, Santiago de Chile, Chile.

MENESES, R. 1996. Cultivares de arveja en asociación con cebada para la Producción de forraje en “La Violeta”, Centro de Investigación en Forrajes (CIF), Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.

MILLONES, P. M. 1980. Importancia Socio Económica del cultivo de tarwi. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas - OEA. Dirección Regional de Agricultura y Alimentación. Serie de informes de conferencias, cursos y reuniones N° 210. Perú. Pp. 100-107.

MEALLA, C. G. 1993. Comportamiento de nueve variedades de maíz para choclo, en cuatro localidades del Valle Centra de Tarija. Tesis de grado para obtener el grado de licenciatura. Universidad Autónoma Juan Misael Saracho Tarija, Bolivia. 75 p.

MONEGAT, C. 1991. Plantas do Cobertura do Solo. Características e manejo em pequenas propriedades. Chapeco, SC, Brazil. 42 pp.

MONTSE, E. 1999. Boletín de la Asociación Vida Sana, CIDASC – AGRUCO. Cochabamba Bolivia. 38 pp.

MUJICA, A., AGUILAR J. & S. JACOBSEN. 2001. Resúmenes de investigaciones en tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) 1976-2001. UNA. Puno. 87 pp.

NAVAS P. B. y D. MAÍÍN. 1995. Comportamiento ecofisiológico de la asociación canavalia-maíz con y sin aplicación de nitrógeno y con diferentes arreglos

cronológicos. *Agronomía Trop.* 45(4):609-635 pp.

MENESES, R. 1996. Las leguminosas en la Agricultura Boliviana. Cochabamba Bolivia Editorial CIF Pairumani. 258 p.

NOVOA, R., M. MARTÍNEZ, Y E. LETELIER. 1989. Comparación de un sistema de fertilización mineral con uno de fertilización orgánica, en una rotación trigo-frejol. Efectos sobre rendimiento y algunas propiedades físicas y químicas del suelo. *Agricultura Técnica (Chile)* 51:1-8 pp.

ORSAG, V. 2003. Apuntes de clases en Manejo y Conservación de Suelo. La Paz – Bolivia. 28 pp.

PIJNENBORD, et Al 1996. Fijación biológica de nitrógeno p 67 -96. Meneses R. Waaijenberg II y Pierola L. Ed. Las leguminosas en la agricultura boliviana. Proyecto Rhizobiología Bolivia Cochabamba Bolivia 434 pp.

PROINPA (Programa de Investigación de la papa) 1998. Informe compendio del programa de investigación de la papa, Proinpa, COTESU, Cochabamba-Bolivia. 15

PROINPA (Programa de Investigación de la papa) / IBTA (Institución Boliviana de Tecnología Agropecuaria) 1994. Catalogo Boliviano de cultivares de papa nativa. Estación experimental Toralapa catalogo Boliviano de cultivares de papa nativa N° 2 Cochabamba-Bolivia. 10 pp.

PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL, 2006 – 2010. Gobierno Municipal de Achocalla. La Paz, Bolivia. pp. 1-26.

PROMIC (Programa de manejo Integral de Cuencas), 2000. Control biológico del nematodo de la papa en el marco de una agricultura conservacionista. Cochabamba-Bolivia. www.promic-bolivia.org. 32 pp.

PROYECTO LADERAS 2000. Abonos verdes. Cochabamba- Bolivia. 14 pp.

PUMISACHO, M. Y SHERWOOD, S. 2002. El cultivo de papa en el Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)- Centro Internacional de papa (CIP). Quito, 231 pp

PATTY, B. J. 2003. Evaluación Agronómica de cuatro variedades locales e introducidas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en asociación con maíz (*Zea mays*) en la comunidad de Santa Catalina. Prov. Franz Tamayo. Tesis de grado para obtener el grado de licenciatura. Facultad de Agronomía-UMSA. La Paz, Bolivia. 72 p.

PERSONS, B. D. 1991. Manuales para Educación Agropecuaria en el maíz. Editorial Trillas. México – DF.

RAMOS A., S. 1996. Cultivo de Haba (*Vicia faba* L.). Compendio de Alternativas Tecnológicas. Vol.1. Estación Experimental Illpa-Puno, Perú. p: 31-34.

RASMUSSEN, P.E., AND H.P. COLLINS. 1991. Long-term impact of tillage, fertilizer, and crop residue on soil organic matter in temperate semi-arid regions. *Adv. Agron.* 45:93-134 pp.

RAJWADE, V. B.; BANAFAR, N. R. S.; PATAK, A. C. 2000. Growth analysis of potato in relation to biodynamic package and organic manures with chemical fertilizers. *J. Indian Potato Assoc.* 27 (1/2): 55-58 pp.

REPO, RITVA Y CARRASCO. 1988. Cultivos Andinos: Que son, como usarlos. Cuzco Perú. Bartolomé de las casas. Septiembre 36 pp.

REYES, P. 1990. El maíz y su cultivo, Editorial G. G. T. Primera Edición, México. 460 pp.

RITVA, R. 1988. Cultivos andinos. Importancia nutricional y posibilidades de procesamiento. Centro de Estudios Rurales Andinos. "Bartolomé de las Casas". Cuzco, Perú. pp 3-61.

RÍOS, R. 1996. Las leguminosas en la agricultura Boliviana. Proyecto Rhizobiología. Cochabamba- Bolivia 209-224 pp.

ROMERO, W. (2007). Macro nutrientes importantes en la fertilización radicular y foliar (en línea). Argentina. Consultado 18 de nov. 2010. Disponible en [http://www.Fisicanmet.com.ar/monografías/es1/es04ciclo del Azufre. Php](http://www.Fisicanmet.com.ar/monografías/es1/es04ciclo%20del%20Azufre.Php).

ROBLES, R. 1990. Granos y Forrajes. Ed. Limusa. México DF.

SÁNCHEZ, SR; GA STUDDERT & HE ECHEVERRÍA. 1998. Dinámica de la mineralización del nitrógeno de residuos de cosecha en descomposición en un Argiudol Típico. *Ciencia del Suelo* 16:1-6 pp.

STUDDERT, GA; LS CARABACA & HE ECHEVERRÍA. 2000. Estimación del nitrógeno mineralizado para un cultivo de trigo en distintas secuencias de cultivos.

STRUCHTEMEYER A.; EPSTEIN, E. Y GRANT, J. 1963. Some effects of irrigation and soil compaction on potatoes. *American potato Journal*. 40: 266 -270 pp.

TAPIA, M. 1993. Cultivos andinos sub explotados, PISA, IICA-CIID Lima – Perú. 31 pp.

TAPIA, M. 2000. Cultivos Andinos sub explotados y su aporte a la alimentación, Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación, Oficina regional FAO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, Chile.

TEJADA, N. 2002. Estudio de Asociaciones de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) y Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.), con Lenteja (*Lens culinaris* L.), Haba (*Vicia faba* L.) y Arveja (*Pisum sativum* L.) En la sierra Norte del Perú . Temuco Chile,

TREJOS, M. VEGA, G. 1990. Características del suelo, fertilidad y nutrición del rosal. Asociación de floricultores de Cochabamba Bolivia 130 pp.

UBALO, C. 1994. Técnicas de asociación de maíz con vicia villosa. Experiencias en cultivos forrajeros. CIF Vol III. Cochabamba, Bolivia. Pp 45 – 46.

VIGLIOLA, I. 1986. Manual de Horticultura. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires – Argentina. Primera edición. 147 p.

VILLARROEL, J. Y AUGSTBURGER, F. 1986. El cultivo del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) Fijación y aporte de nitrógeno al suelo y su efecto residual. Cochabamba Bolivia AGRUCO, 20 pp.

WAHAB, A, H. 1980. Concepto y Procedimientos de Cultivos Múltiples, IICA, Jamaica, pp(25)

WESTERMANN, D. Y G. KLEINKOPF. 1985. Nitrogen requirements of potatoes. Agronomy Journal 77: 616 pp.

ANEXOS

Anexo 1 informe de ensayo de suelo testigo inicial

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: S05/18

Página 1 de 5

INFORME DE ENSAYO DE SUELOS S05/18

Cliente: Solicitante: Dirección del cliente: Procedencia de la muestra: Punto de muestreo: Responsable del muestreo: Fecha de muestreo: Hora de muestreo: Fecha de recepción de la muestra: Fecha de ejecución del ensayo: Caracterización de la muestra: Tipo de muestra: Envase: Código LCA: Código original de muestra:	FACULTAD DE AGRONOMÍA Tesista: Rodrigo Jesús Aduviri Apaza Av. 9 de Abril, Z/Alto Chijini Achocalla Provincia: Murillo Departamento: La Paz Achocalla - Urbanización Imusa Tesista: Rodrigo Jesús Aduviri Apaza 08 de septiembre de 2016 09:00 26 de febrero de 2018 Del 26 de febrero al 19 de marzo, 2018 Suelo Compuesta Bolsa plástica 5-1 Testigo inicial
--	--

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	Testigo inicial 5-1
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	7,8
Carbón orgánico	ISRIC 5	%	0,060	1,4
Materia orgánica	ISRIC 5	%	0,10	2,5
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,12
Textura				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	49
Limo	DIN 18 123	%	1,1	18
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	33
Clase textural	DIN 18 123			Franco arcillo arenoso

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

- * Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
- * La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Marzo 20 de 2018



CC: Archivo
JCh/ica



Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf./Fax: 2772522
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia

Anexo 2 informe de ensayo de suelo maíz –tarwi

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: S05/18

Página 2 de 5

INFORME DE ENSAYO DE SUELOS S05/18

Cliente:	FACULTAD DE AGRONOMÍA
Solicitante:	Tesista: Rodrigo Jesús Aduviri Apaza
Dirección del cliente:	Av. 9 de Abril, Z/Alto Chijini
Procedencia de la muestra:	Achocalla
	Provincia: Murillo
	Departamento: La Paz
	Achocalla - Urbanización Imusa
Punto de muestreo:	Tesista: Rodrigo Jesús Aduviri Apaza
Responsable del muestreo:	08 de abril de 2017
Fecha de muestreo:	11:00
Hora de muestreo:	26 de febrero de 2018
Fecha de recepción de la muestra:	Del 26 de febrero al 19 de marzo, 2018
Fecha de ejecución del ensayo:	Suelo
Caracterización de la muestra:	Compuesta
Tipo de muestra:	Bolsa plástica
Envase:	5-2
Código LCA:	Maíz - Tarwi
Código original de muestra:	

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	Maíz - Tarwi 5-2
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	8,2
Carbón orgánico	ISRIC 5	%	0,060	1,5
Materia orgánica	ISRIC 5	%	0,10	2,6
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,15
Textura				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	56
Limo	DIN 18 123	%	1,1	3
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	41
Clase textural	DIN 18 123			Arcillo arenoso

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Marzo 20 de 2018

CC: Archivo
JCh/Alca



Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf./Fax: 2772522
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia

Anexo 3 informe de ensayo de suelo maíz - trawi - haba

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: S05/18

Página 3 de 5

INFORME DE ENSAYO DE SUELOS S05/18

Cliete:	FACULTAD DE AGRONOMÍA
Solicitante:	Tesista: Rodrigo Jesús Aduviri Apaza
Dirección del cliente:	Av. 9 de Abril, Z/Alto Chijini
Procedencia de la muestra:	Achocalla Provincia: Murillo Departamento: La Paz Achocalla - Urbanización Imusa
Punto de muestreo:	Tesista: Rodrigo Jesús Aduviri Apaza
Responsable del muestreo:	08 de abril de 2017
Fecha de muestreo:	11:00
Hora de muestreo:	26 de febrero de 2018
Fecha de recepción de la muestra:	Del 26 de febrero al 19 de marzo, 2018
Fecha de ejecución del ensayo:	Suelo
Caracterización de la muestra:	Compuesta
Tipo de muestra:	Bolsa plástica
Envase:	5-3
Código LCA:	Maíz-Tarwi-Haba
Código original de muestra:	

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	Maíz-Tarwi-Haba 5-3
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	7,9
Carbón orgánico	ISRIC 5	%	0,060	1,4
Materia orgánica	ISRIC 5	%	0,10	2,5
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,17
Textura				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	54
Limo	DIN 18 123	%	1,1	13
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	33
Clase textural	DIN 18 123			Franco arcillo arenoso

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Marzo 20 de 2018

CC: Archivo
JCh/ta



Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf./Fax: 2772522
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia

Anexo 4 informe de ensayo de suelo maíz – haba

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: S05/18

Página 4 de 5

INFORME DE ENSAYO DE SUELOS S05/18

Cliente:	FACULTAD DE AGRONOMÍA
Solicitante:	Tesista: Rodrigo Jesús Aduviri Apaza
Dirección del cliente:	Av. 9 de Abril, Z/Alto Chijini
Procedencia de la muestra:	Achocalla Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Punto de muestreo:	Achocalla - Urbanización Imusa
Responsable del muestreo:	Tesista: Rodrigo Jesús Aduviri Apaza
Fecha de muestreo:	08 de abril de 2017
Hora de muestreo:	11:00
Fecha de recepción de la muestra:	26 de febrero de 2018
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 26 de febrero al 19 de marzo, 2018
Caracterización de la muestra:	Suelo
Tipo de muestra:	Compuesta
Envase:	Bolsa plástica
Código LCA:	5-4
Código original de muestra:	Maiz - Haba

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	Maiz - Haba 5-4
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	8,2
Carbón orgánico	ISRIC 5	%	0,060	3,0
Materia orgánica	ISRIC 5	%	0,10	5,2
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,20
Textura				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	50
Limo	DIN 18 123	%	1,1	10
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	40
Clase textural	DIN 18 123			Arcillo arenoso

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Marzo 20 de 2018

CC: Archivo
JChMca



Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf./Fax: 2772522
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia

Anexo 5 informe de ensayo de suelo testigo final

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: S05/18

Página 5 de 5

INFORME DE ENSAYO DE SUELOS S05/18

Cliente:	FACULTAD DE AGRONOMÍA
Solicitante:	Tesista: Rodrigo Jesús Aduviri Apaza
Dirección del cliente:	Av. 9 de Abril, Z/Alto Chijini
Procedencia de la muestra:	Achocalla
	Provincia: Murillo
	Departamento: La Paz
Punto de muestreo:	Achocalla - Urbanización Imusa
Responsable del muestreo:	Tesista: Rodrigo Jesús Aduviri Apaza
Fecha de muestreo:	08 de abril de 2017
Hora de muestreo:	11:00
Fecha de recepción de la muestra:	26 de febrero de 2018
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 26 de febrero al 19 de marzo, 2018
Caracterización de la muestra:	Suelo
Tipo de muestra:	Compuesta
Envase:	Bolsa plástica
Código LCA:	5-5
Código original de muestra:	Testigo final

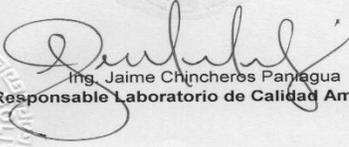
Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	Testigo final 5-5
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	8,0
Carbón orgánico	ISRIC 5	%	0,060	1,4
Materia orgánica	ISRIC 5	%	0,10	2,5
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,14
Textura				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	52
Limo	DIN 18 123	%	1,1	15
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	33
Clase textural	DIN 18 123			Franco arcillo arenoso

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Marzo 20 de 2018


Ing. Jaime Chincheros Paniagua
Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental



CC: Archivo
JCh/Mca

Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf./Fax: 2772522
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia

Anexo 6 promedio de altura de la planta

	B I	B II	B III	B IV	PROMEDIO
T0	1,09	1,11	1,25	1,32	1.2
T1	1,66	1,62	1,98	2,07	1.8
T2	1,47	1,3	1,61	1,48	1.5
T3	1,19	1,44	1,39	1,68	1.4

Anexo 7 resultados del programa del SAS, altura de planta

The SAS System 16:49 Friday, February 20, 2009 1

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
bloque	4	I II III IV
Niveles	4	T0 T1 T2 T3

Number of Observations Read 16

Number of Observations Used 16

The SAS System 16:49 Friday, February 20, 2009 2

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: AL

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	1.07058750	0.17843125	13.95	0.0004
Error	9	0.11515625	0.01279514		
Corrected Total	15	1.18574375			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	AL Mean
0.902883	7.659118	0.113116	1.476875

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloque	3	0.23481875	0.07827292	6.12	0.0149
Niveles	3	0.83576875	0.27858958	21.77	0.0002

The SAS System 16:49 Friday, February 20, 2009 3

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for AL

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 9
 Error Mean Square 0.012795

Number of Means 2 3 4
 Critical Range .1809 .1889 .1934

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Niveles
A	1.83000	4	T1
B	1.46500	4	T2
B	1.42000	4	T3
C	1.19250	4	T0

Anexo 8 promedio de diámetro de tallo

	B I	B II	B III	B IV	PROMEDIO
T0	2,2	2,56	2,58	2,8	2,5
T1	2,72	2,66	3,54	3,64	3,1
T2	2,52	2,4	2,98	2,96	2,7
T3	2,5	2,5	2,66	3,3	2,7

Anexo 9 resultado del programa SAS, del diámetro de tallo

```

The SAS System      16:55 Friday, February 20, 2009   1
      The ANOVA Procedure
      Class Level Information
Class          Levels  Values
bloque          4      I II III IV
Niveles         4      T0 T1 T2 T3

Number of Observations Read      16
Number of Observations Used      16
      The SAS System      16:55 Friday, February 20, 2009   2
      The ANOVA Procedure
  
```

Dependent Variable: DT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	2.00315000	0.33385833	8.60	0.0026
Error	9	0.34922500	0.03880278		
Corrected Total	15	2.35237500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DT Mean
0.851544	7.088950	0.196984	2.778750

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloque	3	1.28707500	0.42902500	11.06	0.0023
Niveles	3	0.71607500	0.23869167	6.15	0.0146
The SAS System 16:55 Friday, February 20, 2009 3					

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for DT

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.038803

Number of Means	2	3	4
Critical Range	.3151	.3289	.3368

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Niveles
A	3.1200	4	T1
B	2.7400	4	T3
B	2.7150	4	T2
B	2.5400	4	T0

Anexo 10 promedio de largo de la hoja

	B I	B II	B III	B IV	PROMEDIO
T0	49	51,1	49	56,4	51,4
T1	55	55,8	67,6	74,8	63,3
T2	48,4	50,2	65,2	58,8	55,7
T3	45,8	56	53,2	70	56,3

Anexo 11 resultado del programa del SAS, de largo de hoja

```

The SAS System      16:59 Friday, February 20, 2009   1
                    The ANOVA Procedure
                    Class Level Information
Class              Levels  Values
bloque             4      I II III IV
Niveles            4      T0 T1 T2 T3

Number of Observations Read      16
Number of Observations Used      16
The SAS System                    16:59 Friday, February 20, 2009   2

```

```

                    The ANOVA Procedure

Dependent Variable: LH

Source              DF          Sum of
                    Squares      Mean Square   F Value   Pr > F
Model                6      821.515000      136.919167     4.70   0.0194
Error                9      262.242500       29.138056
Corrected Total     15     1083.757500

R-Square      Coeff Var      Root MSE      LH Mean
0.758025      9.518127      5.397968      56.71250

Source              DF          Anova SS      Mean Square   F Value   Pr > F
bloque              3      536.2875000     178.7625000     6.14   0.0147
Niveles             3      285.2275000     95.0758333     3.26   0.0734
The SAS System                    16:59 Friday, February 20, 2009   3

```

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for LH

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	29.13806

Number of Means	2	3	4
Critical Range	8.635	9.012	9.230

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Niveles
A	63.300	4	T1
A			
B A	56.350	4	T3
B A			
B A	55.650	4	T2
B A			
B	51.550	4	T0

Anexo 12 promedio de rendimiento (kg/ha)

	BI	BII	BIII	BIV	PROMEDIO
T0	57000	57000	53500	60000	56875
T1	129000	132000	133500	135000	132375
T2	82500	90000	87000	90000	87375
T3	84500	87000	83200	84000	84675

Anexo 13 resultado del programa del SAS, de rendimiento (kg/h)

The SAS System 14:18 Tuesday, September 1, 2009 1

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
bloque	4	I II III IV
Niveles	4	T0 T1 T2 T3

Number of Observations Read	16
Number of Observations Used	16

The SAS System 14:18 Tuesday, September 1, 2009 2

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: AL

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	11752690000	1958781667	392.98	<.0001
Error	9	44860000	4984444		
Corrected Total	15	11797550000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	AL Mean
0.996198	2.471726	2232.587	90325.00

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloque	3	41770000	13923333	2.79	0.1014
Niveles	3	11710920000	3903640000	783.16	<.0001

The SAS System 14:18 Tuesday, September 1, 2009 3

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for AL

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

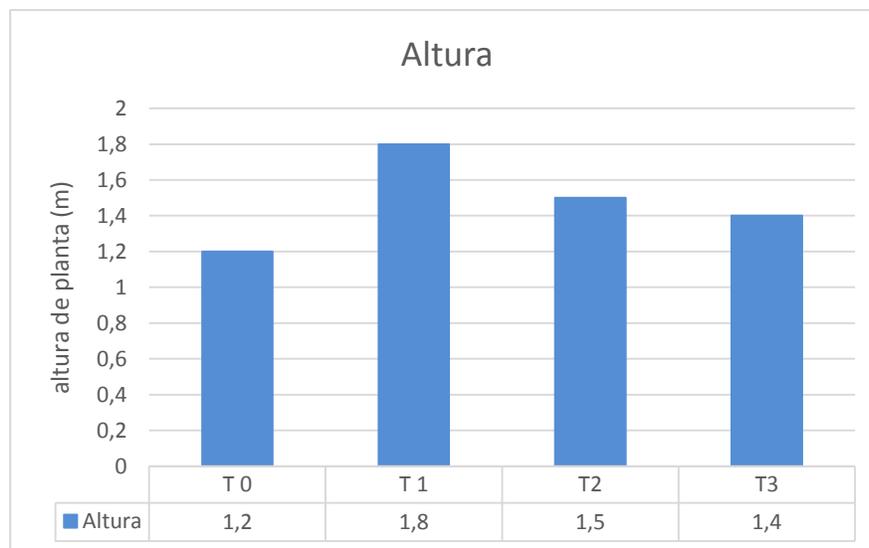
Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	4984444

Number of Means	2	3	4
Critical Range	3571	3727	3817

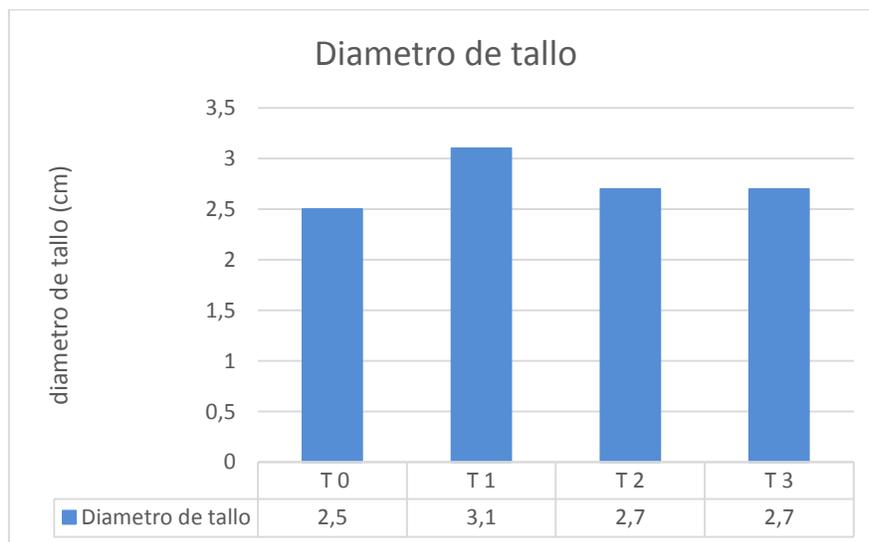
Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Niveles
A	132375	4	T1
B	87375	4	T2
B	84675	4	T3
C	56875	4	T0

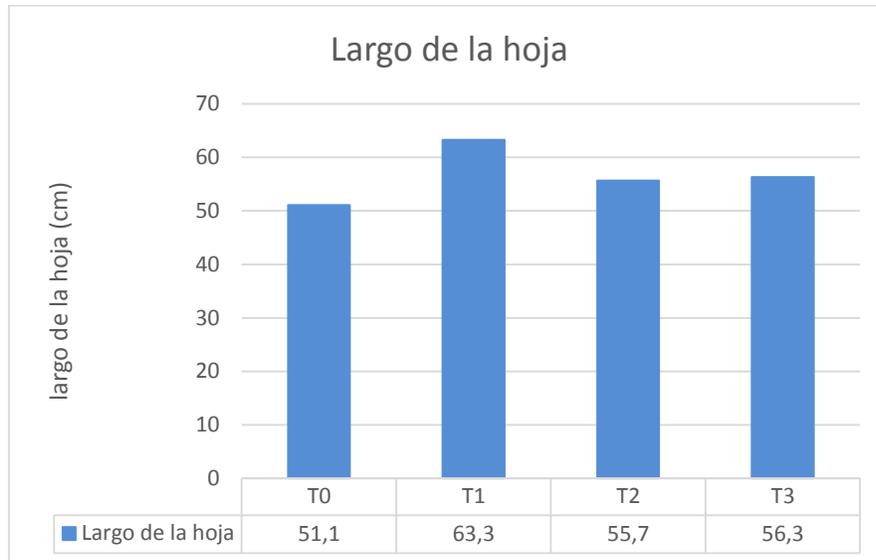
Anexos 14 Promedios de altura de planta en (m)



Anexos 15 promedio de diámetro de tallo (cm)



Anexos 16 promedios de largo de la hoja en (cm)



Anexos 17 promedio de rendimiento (kg/ha)

