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

TESIS DE GRADO

PRODUCTIVIDAD DE VARIEDADES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) CON LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACION ORGANICA EN LA LOCALIDAD DE TIWANACU

SEVERO VICTOR OSCO LIMACHI

La Paz, Bolivia
2009

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

PRODUCTIVIDAD DE VARIEDADES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) CON LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACION ORGANICA EN LA LOCALIDAD DE TIWANACU

Tesis de Grado presentado como requisito
Parcial para optar el Titulo de
Ingeniero Agrónomo

SEVERO VICTOR OSCO LIMACHI

Tutor:

Ing. M. Sc. Félix Mamani Reynoso ……

Asesor:

Ing. Roberto Miranda Casas ……

Tribunal Examinador:

Ing. Ph. D. Alejandro Bonifacio Flores ……

Ing. Ph. D. Magali García Cárdenas ……

Ing. M. Sc. Ph. D. Carmen del Castillo Gutiérrez ……

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador: ……

D E D I C A T O R I A

A mis padres
Placido Osco y Feliza Limachi
Porque gracias a su cariño, sacrificio,
guía y apoyo he llegado a terminar
mis estudios profesionales
que constituyen el legado más grande
que pueda recibir
y por lo cual les viviré
eternamente agradecidos
con cariño y respeto

Gracias por dedicarme tiempo,
tiempo para sonreír y mostrar tu afecto
Gracias por ser mi hermanita y mi amiga
Adelaida Osco Limachi

Bélgica

Bolivia

Mis sinceros agradecimientos a las dos instituciones que pudieron posibilitar el presente trabajo de tesis. El presente trabajo de tesis fue financiado por el proyecto QUINAGUA bajo la dirección de la Ing. Ph. D. Magali García Cárdenas. La ejecución del presente trabajo de investigación fue bajo la tutoría del programa granos andinos PROGRANO a cargo del Ing. M. Sc. Félix Mamani Reynoso.

Un especial Agradecimiento al Ing. M. Sc. Felix Mamani Reynoso por su continuo desprendimiento de conocimientos, hacia los tesistas, también por su amistad, apoyo y colaboración desmedida en todas las circunstancias y actividades.

A mi asesor Ing. Roberto Miranda Casas por el asesoramiento correcciones sugeridas y concejos vertidos, también por su amistad, apoyo y colaboración desmedida durante la elaboración del trabajo y el documento final de tesis.

Del mismo modo al tribunal revisor compuesto por el Ing. Ph. D. Alejandro Bonifacio Flores, Ing. Ph. D. Carmen del Castillo Gutierrez y Ing. Ph. D. Magali García Cárdenas por sus observaciones, recomendaciones y tiempo empleado para la mejora del documento final.

A mis amigos: Ing. Juan Pablo Rodríguez y Ing. Edwin Yucra, por el asesoramiento y guía desmedida que me brindaron durante la elaboración de la tesis.

A mi familia, mi tía Tereza Osco, tíos Paulino y Remigia que apoyaron constantemente durante todo el transcurso de mi carrera universitaria y la elaboración de la tesis.

A ese grupo de amigos entrañables, amigos del alma, Meléndez Hidalgo Freddy, Ing. Machaca Sosa Fidel, Ing. Salluco Rivas Genaro, Mamani Fily Rubén, Mamani Vargas Milán, Marcos Choquetanga, Alex Duran, Bernardino Santos y Jhonny Limachi, amigos de toda la vida, condescendientes, que lo aguantan todo, a cambio muchas veces de nada.

Finalmente a la Facultad de Agronomía de la UMSA, por ser el lugar donde conocí buenos compañeros, forje amistades buenas pase momentos buenos y malos; a todo el plantel docente y administrativo quienes me forjaron y así pudiera cumplir el sueño de ser PROFESIONAL.

RESUMEN

En la actualidad en el mundo entero, la fertilización orgánica viene adquiriendo gran importancia, la incorporación de fuentes naturales de fertilizantes como el estiércol en el suelo, que produce varios efectos favorables, en las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo razones por las que se presentan los resultados de un trabajo de tesis de grado con cultivo de la quinua, realizada en la gestión agrícola 2006 – 2007, iniciada con la siembra en el mes de noviembre del 2006, con una densidad de 8 kg/ha.

El objetivo general del presente trabajo, fue la evaluación de la productividad de variedades de quinua bajo los efectos de diferentes niveles de fertilización orgánica en la localidad de Tiahuanacu, los factores de evaluación fueron las variedades quinua Belén 2000, Huganda, Agro 2000 y Jiwaki, y niveles de fertilización con estiércol ovino (12 tn/ha, 8 tn/ha, 4 tn/ha y un testigo), el diseño experimental que se utilizo en el ensayo fue el Diseño de Parcelas Divididas con cuatro repeticiones bajo un arreglo de Bloques al Azar.

El porcentaje de emergencia fue la primera en ser evaluada, se determino las causas de perdidas de las semillas que no alcanzan a emerger en la unidad experimental por la falta de humedad, factores adversos como la caída de una granizada existiendo una disminución notable del porcentaje de emergencia.

También se realizo un seguimiento de las variables agronómicas como la altura de planta y numero de ramas, en donde al final se determina las curvas de crecimiento y ramificación que genero la incorporación de niveles de fertilización con estiércol ovino.

Las variables agronómicas longitud de panoja, diámetro de panoja, diámetro de tallo, longitud de la raíz, peso de planta, peso de grano, índice de cosecha y rendimiento casi en todas estas variables se atribuye al estiércol ovino su superioridad numérica y muy pocos casos al factor variedad, pero este factor variedad muestra sus diferencias en las variable mas importante como es el rendimiento, se demostró la superioridad de la variedad Huganda y su mejor comportamiento tuvo a los niveles de fertilización.

Los muestreos que se realizó de la densidad aparente en las unidades experimentales, se demostró que en los suelos donde se aplica estiércol ovino disminuye su densidad aparente, y mejora las características físicas del suelo, la humedad del suelo se la demostró con la variable humedad volumétrica en donde se muestra que el estiércol ovino ayuda a conservar la humedad del suelo.

Con las variables económicas que se realizan en el presente trabajo de tesis se pudo determinar que el nivel 8 tn/ha se obtiene los mejores beneficios económicos.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

CONTENIDO..... i
INDICE DE CUADROS..... iv
INDICE DE FIGURAS..... v

1. INTRODUCCIÓN..... 1

1.1. OBJETIVOS..... 2
1.1.1. Objetivo general..... 2
1.1.2. Objetivos específicos..... 2
1.2. Hipótesis..... 2

2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA..... 3

2.1 Quinua..... 3
2.1.1. Origen de la quinua..... 3
2.1.2. Distribución..... 3
2.1.3. Producción de la quinua..... 3
2.1.4. Descripción botánica..... 4
2.1.5. Etapas fonológicas..... 6
2.1.6. Requerimientos del cultivo..... 7
2.1.6.1. Clima..... 7
2.1.6.2. Suelo..... 7
2.1.6.3. pH..... 7
2.1.6.4. Precipitación..... 8
2.1.6.5. Temperatura..... 8
2.1.6.6. Fotoperíodo 8
2.1.6.7. Altitud..... 9
2.1.7. Preparación del Suelo..... 9
2.1.7.1. Preparación del terreno..... 9
2.1.7.2. Época y densidad de siembra..... 9
2.1.7.3. Rotación de cultivos..... 9
2.1.8. Labores culturales..... 10
2.1.8.1. Abonamiento y fertilización..... 10
2.1.8.2. Deshierbe 10
2.1.8.3. Raleo..... 10
2.1.8.4. Cosecha..... 10
2.1.8.5. Corte o ciega..... 11
2.1.8.6. Emparvado..... 11
2.1.8.7. Trilla..... 11
2.1.8.8. Venteado y limpieza de grano..... 12
2.1.8.9. Almacenamiento..... 12

2.1.9. Variedades..... 12
2.1.9.1. Variedades de quinua..... 12
2.1.10. Factores adversos..... 13
2.1.10.1. Granizadas..... 13
2.1.10.2. Enfermedades..... 13
2.2. Abonos orgánicos..... 14
2.2.1. Estiércol..... 14
2.2.1.1 Composición química del estiércol..... 15

2.2.2. Estiércol ovino..... 16
2.2.2.1. Parámetros físicos..... 16
2.2.2.2. Parámetros químicos..... 16
2.3. El suelo..... 18
2.3.1. Compactación y sus efectos..... 18
2.3.2. Análisis de suelos..... 19
2.4. Evaluaciones agronómicas..... 20
2.4.1. Emergencia en campo..... 20
2.4.2. Germinación..... 20
2.4.3. Pureza..... 20
2.4.4. Valor cultural..... 20
2.4.5. Peso de 1000 semillas..... 20
2.4.6. Rendimiento en grano..... 21
2.4.7. Índice de cosecha..... 21
2.4.8. Evaluación de la enfermedad..... 21
2.5. Evaluaciones edafológicas..... 22
2.5.1. Contenido de agua en el suelo..... 22
2.5.2. Densidad aparente..... 23
2.6. Evaluaciones económicas..... 23

3. LOCALIZACIÓN..... 25

3.1. Ubicación geográfica..... 26
3.2. Vegetación..... 26
3.3. Características climáticas..... 26
3.3.1. Temperatura..... 26
3.3.2. Precipitación..... 27
3.4. Suelos..... 29
3.4.1. Propiedades físicas..... 30
3.4.2. Propiedades químicas..... 30

4. MATERIALES Y METODOS..... 31

4.1. Materiales..... 31
4.1.1. Material biológico..... 31
4.1.2. Materiales de campo..... 32
4.1.3. Materiales de laboratorio..... 32
4.1.4. Material de gabinete..... 32
4.2. Metodología..... 33
4.2.1. Procedimiento experimental..... 33
4.2.1.1. Diseño experimental..... 33
4.2.1.2. Factores de estudio..... 33
4.2.1.3. Croquis del ensayo..... 34
4.2.2. Trabajo de campo..... 35
4.2.2.1. Muestreo de suelo..... 35
4.2.2.2. Preparación del terreno..... 35
4.2.2.3. Trazado y delimitación del área de trabajo..... 35
4.2.2.4. Calculo de estiércol ovino utilizado..... 35
4.2.2.5. Siembra..... 36
4.2.2.6. Manejo agronómico..... 36
4.2.2.7 Cosecha y poscosecha..... 36

4.2.3. Variables a medirse..... 36
4.2.3.1. Variables agronómicas..... 36
4.2.3.2. Variables edafológicas..... 42
4.2.3.3. Análisis económico..... 43

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES..... 45

5.1. Evaluación de germinación y emergencia en campo..... 45
5.1.1. Porcentaje de emergencia en campo..... 45
5.1.1.1. Porcentaje de germinación, pureza y valor cultural..... 45
5.1.1.2. Densidad de siembra y densidad ajustada..... 46
5.1.1.3. Peso de 1000 semillas y numero de plantas..... 46
5.1.1.4. Número de plántulas emergidas en 1 m² y porcentaje de emergencia en campo..... 47
5.1.1.5. Incidencia de granizada..... 48
5.1.2. Número de plántulas emergidas por niveles de fertilización..... 51
5.1.3. Número de plántulas emergidas relacionados con la precipitación..... 51
5.2. Variables agronómicas..... …… 54
5.2.1. Altura de la planta..... 54
5.2.1.1. Altura de planta – Curvas de crecimiento..... 55
5.2.2. Numero de ramas..... 59
5.2.2.1. Curvas de ramificación..... 59
5.2.3. Regresión lineal simple entre número de ramas y la altura de la planta..... 61
5.2.4. Longitud de la panoja..... 63
5.2.5. Diámetro de la panoja..... 64
5.2.6. Diámetro de tallo..... 65
5.2.7. Longitud de la raíz..... 66
5.2.8. Índice de cosecha..... 67
5.2.9. Componente de rendimiento..... 70
5.2.10. Rendimiento en grano..... …… 71
5.2.11. Incidencia de mildiu..... 74
5.2.11. Severidad de mildiu..... 75
5.3. Variables edafológicas..... 76
5.3.1. Densidad aparente..... 76
5.3.2. Humedad de suelo..... 77
5.4. Variables económicas..... 80

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 85

6.1. Conclusiones..... 85
6.2. Recomendaciones..... 88

7. BIBLIOGRAFÍA..... 89
8. ANEXOS 96

INDICE DE CUADROS

		Pág.
1.	Características agronómicas de las nuevas de quinua	13
2.	Contenido de elementos nutritivos de diferentes tipos de estiércol de corral procedentes de propiedades campesinas	15
3.	Propiedades físicas del estiércol ovino	16
4.	Composición química del estiércol ovino	18
5.	Composición porcentual de la textura del suelo en la unidad experimental comunidad Corpa-Tiawanacu	29
6.	Composición química del suelo de la unidad experimental	30
7.	Análisis del estiércol utilizado en la unidad experimental	32
8.	Datos obtenidos en laboratorio del porcentaje de germinación y porcentaje de pureza, de cuatro variedades de quinua	45
9.	Porcentaje de valor cultural, densidad de siembra usada y densidad ajustada de cuatro variedades de quinua	46
10.	Densidad de siembra ajustada, peso de 1000 semillas y número de semillas germinadas	47
11.	Porcentaje de emergencia obtenida en campo	47
12.	Comparación de medias para la altura de la planta (cm),con la aplicación de niveles de fertilización con estiércol ovino	54
13.	Comparación de medias del número de ramas, con la aplicación de niveles de fertilización con estiércol ovino	59
14.	Comparación de medias de la longitud de la panoja, con la aplicación de los niveles de fertilización con estiércol ovino	63
15.	Comparación de medias de diámetro de panoja con la aplicación de niveles de fertilización con estiércol ovino	64
16.	Comparación de medias de diámetro de tallo con la aplicación de niveles de fertilización con estiércol ovino	65
17.	Comparación de medias de diámetro de tallo en cuatro variedades de quinua	66
18.	Comparación de medias de la longitud de la raíz con la aplicación de diferentes niveles de fertilización con estiércol ovino	66
19.	Comparación de medias del peso de la planta en diferentes niveles de fertilización con estiércol ovino	67
20.	Comparación de medias del peso de grano en diferente niveles de fertilización con estiércol ovino	68
21.	Comparación de medias del índice de cosecha (IC) en diferentes niveles de fertilización con estiércol ovino	69
22.	Comparación de medias del peso de1000 semillas en diferentes niveles de fertilización con estiércol ovino	70
23.	Comparación de medias del peso de 1000 semillas para cuatro variedades de quinua	71
24.	Comparación de medias del rendimiento en grano de plantas muestreadas por m² de superficie con diferentes niveles de fertilización	72
25.	Comparación de medias del rendimiento en grano muestreadas por m² para cuatro variedades de quinua	72
26.	Rendimiento en grano para cuatro variedades de quinua. (E.E. Belen)	72
27.	Costos de insumo por niveles de fertilización con estiércol ovino	80
28.	Costos que varían por niveles de fertilización	81
29.	Presupuesto parcial por niveles de fertilización	81
30.	Análisis de dominancia por niéveles de fertilización	82
31.	Análisis marginal por niveles de fertilización	83

INDICE DE FIGURAS

		Pág.
1.	Escala de evaluación para mildiu *(Peronospora farinosa…*	23
2.	Ubicación de la unidad experimental comunidad Corpa-Tiawanacu	25
3.	Temperatura máximas, mínimas y medias registradas durante el ciclo vegetativo de la quinua en la comunidad Corpa-Tiawanacu 2006-2007	27
4.	Precipitación acumulada registradas durante el ciclo vegetativo de la quinua 2006-2007 en la comunidad Corpa-Tiawanacu	28
5.	Precipitación total mensual registrada durante el ciclo vegetativo de la quinua 2006-2007 en la comunidad Corpa-Tiawanacu	28
6.	Precipitación diaria registradas durante el ciclo vegetativo de la quinua 2006-2007 en la comunidad Corpa-Tiawnacu	29
7.	Croquis de la unidad experimental	34
8.	Distancia entre surcos utilizada en la siembra	38
9.	Porcentaje de emergencia y incidencia de granizada para cuatro variedades de quinua Tiawanacu 2006-2007	49
10.	Porcentaje de germinación y emergencia para cuatro variedades de quinua, comunidad Corpa-Tiawanacu 2006-2007	50
11.	Número de plantas de quinua emergencia por m² bajo diferentes niveles de fertilización orgánica, comunidad Corpa-Tiawanacu 2006-2007	51
12.	Número de plantas emergidas en 1 m² con la aplicación de fertilización con estiércol ovino relacionado con la precipitación comunidad Corpa-Tiawanacu 2006-2007	52
13.	Curvas de crecimiento de 4 variedades de quinua con la aplicación de niveles de fertilización con aplicación ovino, comunidad Corpa-Tiawanacu 2006-2007	56
14.	Curvas de crecimiento para niveles de fertilización por variedades de quinua, comunidad Corpa-Tiawancu 2006-2007	58
15.	Curvas de ramificación de cuatro variedades de quinua con la aplicación de niveles de fertilización con estiércol ovino	60
16.	Altura de planta y número de ramas curva de regresión lineal	62
17.	Comparación de medias de diámetro de panoja y longitud de panoja a la aplicación de niveles de fertilización	65
18.	Comparación de medias del peso de la planta y el peso de grano con la aplicación de niveles de fertilización con estiércol ovino	68
19.	Comparación de medias de los rendimientos de grano de cuatro variedades de quinua para, plantas marbeteadas, plantas muestreadas por m² y plantas por la totalidad de la unidad experimental. Relacionados con los rendimientos estudiados en la E.E. Belén	73
20.	Comparación de medias de la incidencia de mildiu con la aplicación de niveles de fertilización	74
21.	Severidad de mildiu con la aplicación de diferentes niveles de fertilización con estiércol ovino	75
22.	Comportamiento de la densidad aparente en 5 profundidades de suelo bajo diferentes niveles de fertilización con estiércol ovino	76
23.	Comportamiento de la humedad volumétrica en diferentes profundidades del suelo bajo la aplicación de niveles de fertilización con estiércol ovino	78
24.	Comportamiento de la humedad volumétrica en diferentes profundidades del suelo con la aplicación de niveles de fertilización con estiércol ovino sin cobertura vegetal	79
25.	Curva de beneficios netos	83
26.	Tasa de retorno marginal	84

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura en el Altiplano Boliviano esta limitada a condiciones irregulares de precipitación, existiendo periodos durante la época de crecimiento de los cultivos donde la ausencia de lluvias hacen peligrar o reducir el nivel productivo de los cultivos, también esta la frecuencia elevada de días con heladas y la mayor parte de los suelos agrícolas tienen un bajo contenido de materia orgánica, estos aspectos inciden negativamente en la productividad y por lo cual se consideran que las condiciones para la producción agropecuaria en el Altiplano son bastante restringidas o marginales.

Por lo tanto al tener, el cultivo de la quinua atributos como la tolerancia a heladas y sequías, su rusticidad y presentar una amplia adaptabilidad de altitud, desde el nivel del mar hasta las zonas mas altas del Altiplano, estas razones hacen que este cultivo pueda ser cultivado en forma comercial con posibilidades de exportación para el agricultor de la zona altiplanica.

Partiendo del supuesto de que la disponibilidad de agua y la incidencia de heladas no constituyen un problema para el cultivo de la quinua, en tal sentido, se considero al suelo como el principal recurso para el cultivo de la quinua, por lo cual se realizo practicas agrícolas de fertilización con estiércol ovino, el cual pudo ser considerado como un elemento higroscópico que capta humedad y la distribuye uniformemente en el espacio radicular de las plantas.

La implementación de variedades mejoradas de quinua para esta zona, tuvo como fin de investigar las características principalmente agronómicas de la planta, su adaptabilidad tolerancia a condiciones climáticas adversas y conocer los efectos de los niveles de fertilización con estiércol ovino, y asi dar a conocer alternativas óptimas para una producción más rentable y un adecuado manejo de las variedades.

Con el objetivo de observar el efecto del estiércol en la relación suelo-planta se aplico estiércol en forma húmeda en el momento de realizar la siembra en diferentes niveles y combinadas con variedades de quinua, estos factores permitieron obtener resultados de los rendimientos de las variedades el cual es el mejor indicador para un cultivo.

Así un cultivo orgánico de la quinua permitirá al agricultor andino obtener productos sanos, naturales, exentos de contaminantes de origen químico, altamente nutritivos y de una calidad exclusiva producida en el Altiplano Boliviano.

1. 1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

- Evaluar la respuesta de cuatro variedades de quinua con la aplicación de diferentes niveles de fertilización orgánica.

1.1.2. Objetivos específicos

- Evaluar los rendimientos de las variedades de quinua con la aplicación de estiércol ovino.
- Comparar los efectos de los niveles de fertilización con estiércol ovino en la productividad de la quinua.
- Estudiar la productividad de las diferentes interacciones de cuatro variedades de quinua y los tres niveles de fertilización orgánica en el cultivo de la quinua
- Analizar los costos parciales por parcela y la relación beneficio costo en el rendimiento de cuatro variedades de quinua.

1.2. Hipótesis

- No existen diferencias significativas en el rendimiento de las variedades de quinua con la aplicación de niveles de fertilización con estiércol ovino.
- No existen significativas entre los de los niveles de fertilización con estiércol ovino en la productividad de la quinua.
- No existen diferencias significativas entre las diferentes interacciones de variedades de quinua y los diferentes niveles de fertilización orgánica en el cultivo de la quinua.

2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1. Quinua

2.1.1. Origen de la quinua

Tapia (1997), indica que el comienzo de la quinua se remonta hace mas de tres mil años y que a través del tiempo fue domesticada en los Andes de Bolivia y Perú por culturas prehispánicas.

Gandarillas (2001), señala que el origen de la quinua cultivada posiblemente sea de dos especies silvestres de genero Chenopodium: *Chenopodium hircinium* y *Chenopodium petiolare*, ambas diploides con 18 cromosomas, que sujetan a hibridación dieron como resultado una progenie alotetrapliode (36 cromosomas), con morfología similar a la quinua cultivada *Chenopodium quinoa.*

FAO (2001), indica que desde el punto de vista de su variabilidad genética puede considerarse como una especie oligocentrica, con centro de origen de amplia distribución y diversificación múltiple, siendo la región andina y dentro de ella, las orillas del Lago Titicaca, las que muestran mayor diversidad y variación genética.

2.1.2. Distribución

Bravo (1975), ha llegado a la conclusión de que la quinua y la cañahua se hallan adaptadas a las condiciones climáticas del Altiplano, siendo así que la quinua desarrolla perfectamente a altitudes de 3000 a 4000 msnm, y la cañahua por ser algo más resistente hasta 4300 msnm. La quinua se distribuye en todo los Andes, en Bolivia, se distribuye en todo el Altiplano y en los valles de La Paz y Cochabamba, en los departamentos de Oruro y Potosí, se destacan las zonas de los salares de Uyuni y Coipaza (Lescano, 1994) para una producción dedicada a la exportación de quinua orgánica.

2.1.3. Producción de la quinua

Los principales productores de este grano a nivel internacional son: Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia. Bolivia con mas de 47534 ha cultivadas y alrededor de 30412 ton cosechadas, de las cuales el 49% es consumida por las familias productoras, 35% se

vende en los mercados locales y el resto para mercados externos, constituyéndose así el primer productor y exportador de quinua en el mundo, siendo productores exclusivos tanto el Altiplano central como sur de Bolivia (Viñas, 2000).

El rendimiento promedio en cultivos tradicionales es de 500 kg/ha, valor económicamente no rentable considerando que el valor mínimo de rentabilidad es de 500 kg/ha, en tanto en variedades mejoradas oscila de 2000 a 4000 kg/ha (Fonturbel, 2005).

En la actualidad, en el altiplano Boliviano, existen tres sub regiones claramente diferenciadas en producción de quinua; en el Altiplano Norte la producción está ligada a la seguridad alimentaría con escasos volúmenes dirigidos al mercado del Desaguadero y de variedades dulces; en el Altiplano Centro, la producción también está destinada a la seguridad alimentaría en mayor proporción que en el Altiplano Norte y una buena parte se destina a los mercados de Challapata y Desaguadero, existe una combinación de variedades dulces y amargas; en el Altiplano Sur, la mayor parte de la producción se destina para el mercado y bajos volúmenes a la seguridad alimentaria. (FDTA, 2002)

2.1.4. Descripción botánica

La FAO ha catalogado a la quinua como una planta herbácea, conocida como un pseudo cereal, ya que debido a su alto contenido de almidón, su uso es el de un cereal. Mientras que botánicamente no pertenece a los cereales como el trigo, maíz o arroz. La quinua, es un grano generalmente de color blanco, rojo o negro, con un alto contenido de proteína.

La planta es erguida alcanza alturas variables desde 30 a 300 cm, dependiendo del tipo de quinua, de los genotipos, de las condiciones ambientales donde crece y de la fertilidad de los suelos (FAO, 2001).

La raíz, es pivotante, vigorosa, profunda, fibrosa y bastante ramificada, alcanzando en casos de sequía hasta 1.80 cm de profundidad, las raíces pivotantes aprovechan el agua a mayor profundidad y las raíces fasciculadas el agua superficial (Fonturbel, 2005)

El tallo es de sección circular cerca de la raíz, transformándose en angular a la altura donde nacen las ramas y hojas. La corteza del tallo esta endurecida, mientras la medula es suave cuando las plantas son tiernas, y seca con textura esponjosa cuando maduran las plantas (Tapia, 1997).

Las hojas son simples, alternas y poseen pecíolo largo, fino y acanalado, la forma de la hoja varia en la parte inferior son grandes, romboidales y triangulares y en la parte superior pequeñas y lanceoladas, están cubiertas por cristales de oxalato de calcio, de colores rojo, púrpura, tanto en el hay como en el envés, presentan bordes dentados, aserrados o lisos, la coloración de la hoja es muy variable: del verde al rojo con diferentes tonalidades presentan nervaduras muy pronunciadas y fácilmente visibles (FAO 2001).

La inflorescencia denominada panicula, de forma glomerulada ó amarantiforme que puede tener un aspecto laxo y compacto, es glomerulado cuando el eje glomerular nace de los ejes secundadrios del tallo principal y amarantiforme cuando el eje glomerular nace del tallo principal (Tapia, 2000, Gandarillas, 2001 y GTZ IICA INIAP ERPE 2001).

La panoja puede ser laxa o compacta. Es laxa cuando la panoja es grande y ancha y de poco rendimiento, es compacta cuando la panoja es pequeña y aprestada de granos. La panoja puede ser glomerulada o amarantiforme, es glomerulada cuando los glomerulos que forman la panoja son mas o menos redondos, es amarantifome cuando los glomerulos son muy alargados en forma de un dedo (Quino, 2000).

Las flores, se agrupan en glomérulos, poseen 5 sépalos, ovario supero con 3 estigmas rodeados por androceo con 5 estambres, estilo bifurcado, carece de pétalos y puede ser hermafrodita o pistilada, también androestériles (hermafrodita con polen no viable y estambres atrofiados). La planta de quinua tiene tres tipos de flores, que pueden estar presentes en la misma planta. El porcentaje de cada una depende de la variedad (GTZ; IICA; INIAP; ERPE; 2001).

El fruto de la quinua es un aquenio; el perigonio cubre una sola semilla y se desprende con facilidad al frotarlo. A su vez la semilla está envuelta por un episperma casi adherido. (Tapia, 1997),

En el episperma se describen cuatro capas:

- Una capa externa que determina el color de la semilla y que es de superficie rugosa, quebradiza y seca que se desprende fácilmente con el vapor.
- El color de la segunda capa difiere de la primera y se observa solo cuando la primera capa es translucida.

- La tercera capa es una membrana delgada opaca de color amarillo.
- La cuarta capa es translúcida y está formada por una sola hilera de células que cubre el embrión.

La semilla, es el fruto maduro sin perigonio, es de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal, presenta tres partes bien definidas que son: episperma, embrión y perisperma. Esta cubierto por el pericarpio que se caracteriza por presentar alvéolos y por encontrarse adherida la saponina; bajo el pericarpio esta el episperma que es una membrana delgada que cubre al embrión. El embrión esta formado por dos cotiledones y la radicula y constituye el 30% del volumen total de la semilla en cual envuelve al perisperma como un anillo (Ibid 1979, citado por Tagle y Planella, 2002). La saponina se ubica en la primera membrana que confiere el sabor amargo al grano.

2.1.5 Etapas fenológicas

Las etapas fenológicas importantes que son morfo-anatomicamente notables según Espindola (1980; 1992) y Mujica *et al*. (2001) se presentan sus características dominantes.

- **Germinación.** Hinchado de semilla y germinado, de 3 a 5 días después de la siembra.
- **Fase cotiledonar.** Emergencia de la planta sobre el suelo, de 3 a 10 días después de la siembra.
- **2 Hojas verdaderas.** Inicio del periodo vegetativo; se presenta un rápido desarrollo radicular, de 10 a 20 días después de la siembra.
- **5 Hojas alternas.** Estado vegetativo temprano; sensible a competencia con malezas, de 35 a 45 días después de la siembra.
- **13 Hojas alternas.** Se presenta importante ramificación, de 45 a 50 días después de la siembra.
- **Pre-floración (Desarrollo de botón floral).** Variedades con inflorescencias laxas o glomeruladas pueden distinguirse, de 55 a 70 días después de la siembra.
- **Fluoración.** Inicia la fluoración en la parte superior de la inflorescencia y continua hasta la base. Etapa sensible al granizo, sequía, heladas y enfermedades, de 90 a 130 días después de la siembra (50 % de flores).

- **Inicio de llenado de grano (lechoso).** Los granos están todavía suaves y húmedos (50 % humedad); etapa sensible al granizo, sequía, heladas y enfermedades, de 100 a 130 días después de la siembra..
- **Llenado de grano (pastoso).** El color especifico de la variedad se desarrollo y los granos están más secos (25% de humedad), de 130 a 160 días después de la siembra.
- **Madurez fisiológica.** Se observan granos duros y secos (15% de humedad), de 160 a 180 días después de la siembra

2.1.6. Requerimientos del cultivo

2.1.6.1. Clima

Debido a su amplia variabilidad genética, se adapta diferentes climas desde el desértico, caluroso y seco en la costa hasta el frío y seco de las grandes altiplanicies, pasando por los valles interandinos templados y lluviosos, llegando hasta las cabeceras de la ceja de selva con mayor humedad relativa y a la puna y zonas cordilleranas de grandes altitudes, por ello es necesario conocer que genotipos son adecuados para cada una de las condiciones climáticas (FAO, 2001).

2.1.6.2. Suelo

La quinua prefiere un suelo franco, con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica, con pendiente moderada y contenido medio de nutrientes, puesto que la planta es exigente en nitrógeno y calcio, moderadamente en fósforo y poco de potasio. También puede adaptarse a suelos franco arenosos, arenosos o franco arcillosos, siempre que se le dote de nutrientes y no exista la posibilidad de encharcamiento del agua, puesto que es muy susceptible al exceso de humedad sobre todo en los primeros estados (FAO, 2001).

2.1.6.3. pH

La quinua tiene un amplio rango de crecimiento y producción a diferentes pH del suelo, se ha observado que da producciones buenas en suelos alcalinos de hasta 9 de pH, en los salares de Bolivia y del Perú, pero también en condiciones de suelo ácidos encontrando el extremo de acidez donde prospera la quinua, equivalente a 4.5 de pH en la zona de Michiquillay y en Cajamarca, Perú (FAO, 2001).

Estudios efectuados al respecto indican que el pH de suelo alrededor de la neutralidad son ideales para la quinua; sin embargo es conveniente recalcar que existen genotipos adecuados para cada una de las condiciones extremas de salinidad o alcalinidad, por ello se recomienda utilizar el genotipo más adecuado para cada condición de pH, y esto se debe también a la amplia variabilidad genética de esta planta.

2.1.6.4. Precipitación

La quinua en la zona andina es cultivada solamente con las precipitaciones pluviales, las condiciones pluviales varían según la especie y origen el cual varía de 200 a 500 mm. En general crece muy bien con una buena distribución de lluvia durante su crecimiento y desarrollo, y condiciones de sequedad, especialmente durante su maduración y cosecha. Dependiendo las condiciones agroecológicas se describe: la precipitación promedio del Altiplano Norte es de 450 mm/año; del Altiplano Centro la precipitación acumulada es de 478.7 mm/año y del Altiplano Sur es de 247.8 mm/año (INE, 2008).

2.1.6.5. Temperatura

La temperatura media esta alrededor de 15 a 20 ºC, sin embargo se ha observado que con temperaturas medias de 10ºC se desarrolla perfectamente el cultivo, así mismo ocurre con temperaturas medias y altas de hasta 25ºC, prosperando adecuadamente, al respecto se ha determinado que esta planta también posee mecanismos de escape y tolerancia bajas temperaturas, pudiendo soportar hasta menos 8ºC, en determinadas etapas fenológicas, siendo la más tolerante la ramificación y las más susceptibles la floración y llenado de grano. También se ha observado que con temperaturas por encima de los 38ºC produce aborto de flores y muerte de estimas y estambres, imposibilitando la formación de polen y por lo tanto impidiendo la formación de grano (FAO, 2001).

2.1.6.6. Fotoperíodo

Debido a su amplia variabilidad genética y gran plasticidad, la quinua presenta genotipos de días cortos, de días largos e incluso indiferentes al fotoperiodo, adaptándose fácilmente a estas condiciones de luminosidad, este cultivo prospera adecuadamente con tan solo 12 horas diarias en el hemisferio sur sobre todo en los Andes de Sud América, mientras que en el hemisferio norte y zonas australes con días de hasta 14 horas de luz prospera en forma adecuada (Frere *et al*., 1975).

2.1.6.7. Altitud

La quinua se adapta desde el nivel del mar hasta mas de 4000 m.s.n.m. sin embrago, el rango optimo de desarrollo esta entre los 2500 y 4000 m.s.n.m (Fonturbel, 2005).

La quinua crece y se adapta desde el nivel del mar hasta los 4000 metros sobre el nivel del mar. Quinuas sembradas al nivel del mar disminuyen su periodo vegetativo, comparados a la zona andina, observándose que el mayor potencial productivo se obtiene al nivel del mar habiéndose obtenido hasta 6,000 kg/ha, con riego y buena fertilización (FAO, 2001).

2.1.7. Preparación de suelo

2.1.7.1. Preparación del terreno

La preparación de suelos para la quinua es una labor importante, que determinara el éxito futuro de la instalación del cultivo, por ello, esta debe efectuarse con el esmero necesario, en la época oportuna, con los implementos adecuados y utilizando tecnologías, formas y características propias para el cultivo, dado el tamaño reducido de la semilla y dependiendo del tipo de suelo a ser utilizado (FAO, 2001).

Tapia (1979), indica que tradicionalmente no se realiza ninguna preparación especial del terreno para la siembra. Pero algunos agricultores medianos y las empresas roturan con tractor después de la cosecha de papa (mayo – junio).

2.1.7.2. Época y densidad de siembra

La época promedio de siembra de la quinua en el Altiplano Boliviano se encuentra entre el 15 de septiembre y 15 de noviembre, con diferencias según la duración del ciclo de cultivo, e las variedades individuales y de las condiciones climáticas locales (disponibilidad inicial de humedad del suelo). La densidad de siembra es generalmente de 8 a 15 kg/ha, con densidades mas bajas cuando se usa semilla de alta calidad (e.g. selección certificada (Mujica *et al*., 2001; Aguilar y Jacobsen, 2003).

2.1.7.3. Rotación de cultivos

La quinua se cultiva como monocultivo (Altiplano Sud) o en rotación con papa en el Altiplano Norte y Central (Mujica *et al.,* 2001).

2.1.8. Labores culturales

2.1.8.1. Abonamiento y fertilización

La quinua, requiere nitrógeno, calcio, fósforo, potasio. Sin embargo, cuando se siembra después de la papa solo se necesita un abonamiento suplementario; cuando se siembra después de una gramínea es necesario no solo utilizar materia orgánica en una proporción de 3 Tm/ha, sino fertilización equivalente en promedio a la formula de 80-40-00, lo que equivaldría a 174 kg/ha de urea y 88 kg/ha de superfosfato de calcio triple; en suelos arenosos se recomienda una formula de fertilización de 240-200-80 y aplicación de estiércol, compost, humus o materia orgánica (Mújica *et al.,* 2001).

Según la época de roturación del suelo se incorpora estiércol de 4 a 10 Tm/ha. Sin embargo, cuando se emplea compost se utilizara 2.1 Tm/ha a razón de 300 g/hoyo. En caso de abonos verdes, como el tarwi, cebada, centeno, puede utilizarse 1.5 Tm, 1.1 Tm y 0.8 Tm de materia verde por hectárea, respectivamente (Tapia, 2000).

2.1.8.2. Deshierbe

La frecuencia del deshierbe depende del grado de infestación de la planta, siendo el problema generalmente mayor en terrenos regados. Es recomendable efectuar el primer deshierbe cuando las plantas tienen alrededor de 20 cm, aproximadamente 50 días después de la siembra (Ritva, 1988).

2.1.8.3. Raleo

Tapia (1979), menciona que el desahije, entresaque o raleo tiene por finalidad evitar el desperdicio y competencia por los nutrientes y dar el espacio necesario para el desarrollo normal. Hay que eliminar las plántulas más pequeñas, débiles y enfermas; lo ideal es tener unas 10 plantas como máximo por metro lineal, es decir 20 plantas/m² o 200000 plantas/ha, esta labor se realiza juntamente con el deshierbe.

2.1.8.4. Cosecha

Ritva (1988) afirma que la época apropiada para la cosecha se reconoce porque las plantas cambian de color, adquiriendo una tonalidad amarilla característica de su madurez fisiológica. Para llegar a esta fase transcurren de 5 a 8 meses, según la variedad.

2.1.8.5. Corte o siega

Mújica (1999), señala que esta labor consiste en cortar las plantas a la altura del cuello cuando haya entrado en la madurez fisiológica, debiendo efectuarse en la mañana cuando las plantas estén un poco húmedas y puedan mantenerse los granos de los glomérulos, puesto que cuando estos se secan con los rayos solares tienden a desprenderse y ocasionar la caída de las semillas.

2.1.8.6. Emparvado

Como las plantas fueron segadas en madurez fisiológica es necesario que estas pierdan aún agua para la trilla, por ello se efectúa el emparvado o formación de arcos, que consiste en formar pequeños montículos con las panojas, ordenándolas y colocando en forma de pilas alargadas o redondas, debiendo estar las panojas en un solo sentido si es alargado, pero si se da la forma redonda se colocan las inflorescencias en forma circular con la panoja hacia el centro, luego se protege con paja o plásticos para evitar humedecimiento por efectos de las lluvias, granizadas o nevadas extemporáneas que pueden caer y por ende malograr el grano produciendo amarillamiento, pudriciones o fermentación, lo cual acarrea pérdida de la calidad del grano. Las plantas se mantienen en la parva por espacio de 7 a 15 días, hasta que tengan la humedad conveniente para la trilla (FAO, 2001).

2.1.8.7. Trilla

La trilla está llamada también golpeo o garroteo, se efectúa sacando las panojas secas de la parva, la cual se extiende sobre mantas preparadas apropiadamente para este fin. En algunos lugares se apisona un terreno plano, formando las eras, con arcilla bien apisonada a manera de una loza liza y consistente. Luego se procede a efectuar el golpeo de las panojas colocadas en el suelo en forma ordenada, generalmente panoja con panoja, cuyos golpes rítmicos permitirá desprender el grano de la inflorescencia, usando las denominadas huactanas o aukañas (palos curvos con mango alargado y en el extremo curvo con presencia de envolturas de cuero de llama distanciadas apropiadamente uno de otro, dando un espacio para que durante el golpeo actúen como ventosas que faciliten la trilla) (FAO, 2001).

2.1.8.8. Aventado y limpieza del grano

Una vez que se produce la trilla, el grano y la broza fina quedan juntos. Esta labor consiste en separar el grano de la broza (fragmentos de hojas, pedicelos, perigonio, inflorescencias y pequeñas ramas) aprovechando las corrientes de aire que se producen en las tardes, de tal manera que el grano esté completamente limpio, los agricultores de las áreas productoras de quinua, ya tienen lugares conocidos donde efectuar esta labor, generalmente son elevaciones, montículos o callejones donde existen fuertes corrientes de viento, que les permiten separar el grano de la broza con mucha facilidad (FAO, 2001).

2.1.8.9. Almacenamiento

Mújica (1999), menciona que la quinua una vez seca y clasificada se debe almacenar en lugares ventilados, secos y mejor en almacenes de bajas temperaturas, ya que un grano ortodoxo, el cual mantendrá mayor viabilidad de la semilla a mayor descenso de la temperatura y menor contenido de humedad de grano.

2.1.9. Variedades

Según Tapia (1979) las variedades se pueden determinadas por las características visibles, sin embargo existen variaciones para diferenciar entre ellos el desarrollo de la planta, del fruto, color y tamaño de la semilla, habito de crecimiento y resistencia a enfermedades que deben ser discernibles como la identidad de la variedad por lo que es necesario tener un sistema de registro.

2.1.9.1 Variedades de quinua

El origen de las variedades Belén 2000, Agro 2000, Jiwaki, y Huganda, son el resultado de los segregantes traidos de la Ex Estación Experimental Patacamaya – IBTA en año 1994, por el responsable del PROGRANO para su seguimiento y evaluación, en las condiciones del Altiplano Norte “Estación Experimental Belén”.

A partir de estos materiales, se trabajaron practicas de mejoramiento con los segregantes durante ocho años de los cuales se liberaron seis variedades de quinua con valores y características evaluadas que se pueden ver en el Cuadro 1., estas cuatro variedades son principalmente tolerantes al mildiu enfermedad ocasionada por el patógeno *Pronospora*

efusa y en cuanto al contenido de saponina es semidulce y estas variedades constituyen alternativas para el Altiplano Norte y Centro.

Cuadro 1. Características agronómicas de las nuevas variedades de quinua.

Variedades	AP (cm)	LP (cm)	DP (cm)	CV (días)	PG (g/p)	Rent. (kg/ha)
Belén 2000	110	40	9	150	57.5	**1590**
Huganda	100	45	10	160	55.0	**1830**
Agro 2000	90	45	10	150	37.5	**1550**
Jiwaki	100	40	12	150	45.9	**1270**

AP: Altura de planta DP: Diámetro de panoja CV: ciclo vegetativo
Rent: Rendimiento LP: Longitud de la panoja PG: Peso de grano/planta

Fuente: Estación Experimental Belén, 2003.

2.1.10. Factores abióticos y bióticos adversos

Las características agroclimáticas de las zonas de producción de quinua en la área andina, hacen que ésta sea una actividad permanentemente de alto riesgo. Entre los factores adversos abióticos más nocivos que afectan al cultivo de la quinua, tenemos sequía, helada, salinidad de los suelos, granizada, nevada, viento, inundaciones y exceso de calor. Los tres últimos son más localizados y menos frecuentes. Estos factores adversos afectan a la producción de la quinua en diferentes proporciones, desde pequeños daños con relativa disminución de la producción, hasta una pérdida total de las cosechas (FAO, 2001).

2.1.10.1 Granizadas

Los daños más notables del granizo en la quinua son la ruptura de la lámina foliar, desprendimiento de la misma y en casos extremos ruptura del tallo y panojas así como daño mecánico por golpes en dichos órganos. En algunos años ocurren granizadas antes de la cosecha trayendo como consecuencia caída del grano en maduración y ocasionando pérdidas casi completas de la producción. Cuando la granizada ocurre en las fases fenológicas vegetativas el daño afecta al área foliar y en casos extremos puede dañar el tallo (FAO, 2001).

2.1.10.2. Enfermedades

Según Danielsen y Ames (2000), señala que dentro de los factores bióticos que ocasionan daños a la quinua se encuentran las plagas (insectos, nematodos, pájaros y roedores) y

enfermedades (hongos, bacterias y virus). La plaga más frecuente en el cultivo de la quinua es la larva de la Kcona kcona (*Eurisacca melanocampta*) y la enfermedad más frecuente es el mildiu (*Peronospora farinosa* Fr.).

2.2 Abonos orgánicos

Yagodin (1986), indica que el estiércol, purin, turba, fecales, gallinazo, compost desperdicios domésticos, abonos verdes, se refieren a los abonos orgánicos. Entre ellos el principal abono orgánico es el estiércol que se encuentra difundido por todas partes.

Bajo la denominación de abonos orgánicos, se incluyen todas las sustancias orgánicas de origen animal, vegetal o una mezcla de ambos que se añade al suelo con el objeto de mejorar su fertilidad. El abonado orgánico constituye una de las técnicas tradicionales y eficientes para mejorar los cultivos por ello los agricultores lo emplean desde tiempo inmemorial. (Valdez, 1995).

A parte de proveer nitrógeno y otros nutrientes, el uso de abonos orgánicos también mejoras las características del suelo otorgándole mayor capacidad de retención del agua, elementos minerales nutritivos, además favorece el crecimiento de la microflora y micro fauna, lo que es otra base importante para el crecimiento armónico de las plantas. (Valdez, 1995).

Los factores positivos de los abonos orgánicos se deben principalmente a un conjunto de factores, pero uno de los mas importantes es el potasio, es evidente el nivel apreciable de este elemento en la mayoría de los suelos del Altiplano, sin embargo, en lugares donde se siembra seguidamente papa u otro cultivo que requiere grandes cantidades de potasio, este nutriente puede convertirse en factor limitante, en casos donde se aplica abonos orgánicos, el potasio es abastecido por esta fuente. Augostbuger (1990),

2.2.1. Estiércol

Yagodin (1986), define al estiércol como al residuo de la ganadería compuesto, principalmente, de excrementos de animales. Además, en dependencias de las condiciones concretas de las granjas, en la composición del estiércol puede entrar la cama de los animales. La riqueza del estiércol en materia orgánica y en elementos fertilizantes es beneficiosos para la fertilización de suelos áridos, así como sus posibilidades de la

mejora de la estructura del suelo, le dan un valor nada despreciable. (La Caxia 1993 y Aroni, 1995).

Se sostiene, que la aplicación de estiércol sufre procesos de mineralización que es una descomposición rápida en compuestos minerales con forma química más simple y la humificación, es una actividad realizada por los microorganismos que transforman en complejos orgánicos como el humus que son beneficiosos para los cultivos (Chilón, 1997 y Rodríguez, 1982).

2.2.1.1 Composición química del estiércol

Augostbuger (1990), indica que en la zona Andina se ha comprobado la utilización del estiércol desde hace 1500 años, o sea desde mucho antes que en Europa. El Mismo Augstburger (1990), enfatiza que el contenido de elementos nutritivos de los abonos orgánicos varia de un lugar a otro y depende mucho de calidad del forraje que consume los animales, en cual se las puede apreciar en el cuadro 2.

Cuadro 2. Contenido de elementos nutritivos de diferentes tipos de estiércol de corral procedentes de propiedades campesinas.

	Nutrientes en % calculados al 100 % de M.S.							
	N	P2O5	K2O	Ca	Mg	M.O.	pH	M.S. real
Bovino	1.93	1.51	1.35	1.49	0.91	75.0	8.8	87.2
Ovino	1.73	1.23	1.52	1.10	0.56	68.8	7.8	92.8
Porcino	1.79	2.17	2.10	0.91	0.32	60.1	7.3	92.6
Llama	1.53	0.89	1.28	0.99	0.30	86.4	7.9	92.3
Asno	1.83	1.99	8.60	0.49	0.27	86.9	7.5	92.9

M.O. = Matéria orgânica
M.S. = Matéria Seca
Fuente, Agruco citado por Augsburger, 1990.

Tislade *et. al.,* (1991), indica que el estiércol debe considerarse primeramente como un abono nitrogenado y en un nivel menor como un abono potásico, las perdidas de nutrientes en el suelo si se deja secar en la superficie antes de ser labrado, un 25 % del nitrógeno puede perderse por volatilización en un día y 50 % en cuatro días..

A pesar de la notable variabilidad del estiércol, se puede aventurar cifras medidas de su composición, es así que (Buckman y Brady 1993) indica que además del contenido Nitrógeno, Fósforo y Potasio en el estiércol también posee Calcio, Magnesio, Azufre y

Otros oligoelementos. Estos últimos son extremadamente importantes, en algunos casos para mantener el equilibrio de la condicionante de los nutrientes de los suelos tratados con estiércol.

El mismo autor menciona que el valor del estiércol no solo se determina por la Materia Orgánica que proporciona, si no sobre todo por la cantidad de Nitrógeno que cede. El Nitrógeno, cuando se desprende por actividad microbiana es usado como nutriente por las plantas superiores. Así aun que el estiércol sin duda, tiene una considerable influencia sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, debe ser considerado particularmente como un fertilizante Nitrogenado y en menor grado, también potasico

2.2.2. Estiércol de ovino

Sus propiedades oscilan entre las del estiércol bovino y la gallinaza, es el estiércol de riqueza más elevada en nitrógeno y potasio de todos. El efecto sobre la estructura del suelo es mediano. La persistencia es de tres años, mineralizándose aproximadamente el 50% el primer año, 35% el segundo año y el 15% el tercer año. Es un producto muy apreciado en horti-fruticultura con buenas respuestas agronómicas. La forma de uso es como enmienda orgánica. Gros, (1983).

2.2.2.1 Parámetros físicos

El cuadro 3 presenta las propiedades físicas del estiércol ovino.

Cuadro 3. Propiedades físicas del estiércol ovino.

Composición	Cantidad
Humedad (%)	27,5
Densidad real (g/cm3)	1,64
Densidad aparente (g/cm3)	0,159
Espacio poroso total (% vol)	90,3
Capacidad de aireación (% vol)	52,5
Volumen de agua* (% vol)	37,8
Capacidad de retención total de agua (g/l material)	378
Contracción (% vol)	No apreciable

Fuente: (Boletín Ganadero, 2006).

2.2.2.2. Parámetros químicos del estiércol ovino

James (1980), menciona que la composición química del estiércol, varía funcionalmente en torno a tres factores principales: dieta del animal, contenido de humedad y edad del animal.

Gros (1983), manifiesta que los valores de la composición química del estiércol utilizado en la agricultura nacional son difíciles de señalar con precisión, debido a la variabilidad de factores que pueden cambiar en muchos casos las cantidades y proporciones de N, P, K, Mg, S y micronutrientes. El cuadro 4 se presenta la composición química del estiércol ovino.

Cuadro 4. Composición química del estiércol ovino.

Especie Animal	Materia Seca %	N %	P2O5 %	K2O %
Ovejas (fresco)	13	0.55	0.01	0.15
Ovejas (seco)	35	1.95	0.31	1.26

Fuente: (Boletín Ganadero, 2006).

Para la práctica y uso en general se puede considerar que el estiércol contiene: 0,5 por ciento de nitrógeno, 0,25 por ciento de fósforo y 0,5 de potasio, es decir que una tonelada de estiércol ofrece en promedio 5 kg de nitrógeno, 2,5 kg de fósforo y 5 kg de potasio. Al estar expuesto al sol y la intemperie, el estiércol pierde en general su valor. Se debe evitar el uso del estiércol fresco, debido a que puede tener gérmenes de enfermedades, semillas de malas hierbas que se pueden propagar en los cultivos; por lo que es casi imposible abastecer las necesidades de los cultivos sólo mediante el estiércol (Boletín Ganadero, 2006).

Macroelementos:

El nitrógeno total, lleva evoluciones paralelas a partir de la práctica desaparición del N amoniacal. Medidos tanto sobre materia fresca como seca se incrementan hasta los 12 meses de almacenamiento y a partir de ese momento comienza a descender su contenido de una forma paulatina (Boletín Ganadero, 2006).

El nitrógeno el elemento más importante entre los nutrientes esenciales de los cultivos por su rol en los sistemas biológicos, este elemento limita la producción de los cultivos de granos, la absorción del nitrógeno de la solución del suelo por las raíces de los cultivos se da gracias a la mineralización que son dos procesos que transforman el nitrógeno orgánico en las formas minerales de absorción de este nutriente amonificacion y nitrificación de la materia orgánica de los fertilizantes inorgánicos u orgánicos (Slafer, 2004).

Fósforo: su contenido, medido como porcentaje de P2O5, se incrementa en los doce primeros meses de almacenamiento. Sobre materia fresca pasa de 0,5 a 1 puntos porcentuales y sobre materia seca pasa de 1,3 a unos 2 puntos porcentuales en ese tiempo. A partir de los 12 meses de almacenamiento del estiércol el contenido en fósforo queda estabilizado (Boletín Ganadero, 2006).

Potasio: su contenido en un caso es estable a lo largo del período de almacenamiento. Permanece en el entorno al 1% medido sobre materia fresca y en el entorno del 2,1% sobre materia seca. En el otro caso se va 2,1% sobre materia seca. En el otro caso se va incrementando en el primer año de almacenamiento. Es posible que en almacenamientos al exterior sin protección y en condiciones de mayor pluviometría este elemento (soluble) sufriera decrementos por lavado (Boletín Ganadero, 2006).

2.3. El suelo

2.3.1. Compactación y sus efectos

Todos los suelos agrícolas labrados o removidos presentan una tendencia directa a la compactación natural, después de la siembra en función del tiempo. En la región del Altiplano boliviano, esta tendencia es mayor, dadas sus características edafo climáticas actuales. Los suelos al estar poco desarrollados, ser de textura heterogénea y tener bajo contenido de materia orgánica, son mas susceptibles a prematura procesos naturales de compactación o al deterioro de alguna de sus propiedades físicas, como consecuencia de precipitaciones agrupadas en periodos cortos de tiempo 3 a 5 meses (Quino, 1992).

El mismo Quino (1992), indica que en zonas altiplanicas ha evidenciado procesos de compactación natural después de la preparación del suelo con diferentes sistemas de labranza, debido a las características del suelo, irregular distribución de las precipitaciones incremento de la arcilla en la superficie del suelo. Las variaciones ocurridas en la compactación del suelo alcanzan niveles de 1,36 a 1,7 g/cm3 de densidad, y son mayores en los primeros 20 cm de profundidad.

Según Castro (1989) citado por Quino (1992), cuando el suelo es sometido a ocurrir cuatro tipos de efectos: compresión de las partículas sólidas, compresión de líquidos y gases contenidos en los poros, un cambio en los contenidos de agua y aire dentro de los

poros, y un agrupamiento de las partículas sólidas. Estos cambios en las propiedades hídrico – aéreo, conocido como compactación, determinan en influyen en la germinación, emergencia, crecimiento radicular y el rendimiento de los cultivos.

Torres (1981), menciona que gran parte de los suelos labrados presentan problemas estructurales que redundan en el desarrollo de los vegetales. Estos problemas son cinco: Ecostramiento, consolidación insuficiente, compactación ó aterronado, capas anaeróbicas, desintegración e impermeabilización de suelos.

Las áreas sobre pastoreadas del Altiplano Boliviano, debido al impacto de las gotas de lluvia, la escasa precipitación no logra infiltrar como consecuencia de la compactación superficial del suelo. Las perdidas de agua por escurrimiento y y evaporación después de una lluvia fuerte son del 60 % o más en un suelo denudado casi plano, mientras que mínimas en suelos arados o lugares con vegetación. Mita (1996).

2.3.2. Análisis de suelos

Palmaven (1986), menciona el rendimiento de un cultivo es afectado por diversos factores, entre los que ocupa un lugar importante la disponibilidad de los nutrimentos esenciales para las plantas en el suelo. Cuando estos nutrimentos no están en cantidades adecuadas, hay necesidad de adicionar fertilizantes químicos o enmiendas para suplir las necesidades y corregir condiciones adversas. Desde este punto de vista, el análisis químico del suelo puede suministrar información muy valiosa.

El análisis químico del suelo constituye una de las técnicas más utilizadas para la recomendación de fertilizantes. Es una fuente de información vital para el manejo de suelos. La información obtenida mediante los análisis de suelos, es una buena base para hacer recomendaciones sobre fertilización para situaciones específicas. Se ha demostrado que dichos análisis constituyen una excelente guía para el uso racional de los fertilizantes.

Sin embargo, no debe olvidarse que en la producción de cultivos, interviene un conjunto de factores de gran importancia como: clima, variedades, control fitosanitario, manejo general y otras, que podrían limitar el desarrollo adecuado de una planta si no se encuentra en el grado óptimo requerido.

2.4. Evaluaciones agronómicas

2.4.1. Emergencia en campo

Delgadillo y Espinoza (2000), indican que es necesario cuantificar la germinación y el vigor de las plantas emergidas en la unidad experimental, relacionado con él número total de semillas viables sembrada. El resultado se debe expresar en porcentaje.

2.4.2. Germinación

Es la característica más importante de la semilla. Para las diferentes especies se tiene estándares ya definidos. Por lo regla general, se espera un porcentaje mayor a 80. para su determinación existen diferentes métodos en función a la disponibilidad de equipos y el tamaño de la semilla (Sauma y Escobar, 2000)

2.4.3. Pureza

La pureza física se determina en laboratorio y se refiere a aquellas semillas o lote que esta libre de materia indeseable. La pureza física esta expresada en porcentaje. Para ello, se debe separar las semillas de malezas, semillas de otros cultivos y material inerte, quedando al final la semilla pura (Sauma y Escobar, 2000)

2.4.4. Valor cultural

Sauma y Escobar (2000), es una expresión matemática que se expresa, en porcentaje, la relación, entre pureza y germinación. Mientras más alto sea el porcentaje de pureza y de germinación de un lote, más valioso será este. La formula para él calculo del valor cultural (VC) es la siguiente.

$$VC = (\% \text{ de pureza} * \% \text{ de germinación}) / 100$$

2.4.5. Peso de 1000 semillas

Es un dato práctico que sirve para ajustar la densidad de siembra. Sé determina con semillas que tienen 12 % o menos de humedad. Se debe realizar con precisión de 0.01 gr mediante tres repeticiones por lo mínimo. La muestra de las 1000 semillas de ser aleatoria (Sauma y Escobar 2000).

Al respecto Peske, (2004) menciona que es una característica para uniformizar el tamaño y el peso de la semilla. Como la siembra se realiza ajustando una maquina para

determinar el número de semillas, conociendo el peso de 1000 semillas es fácil determinar la cantidad de semillas a utilizarse por área.

2.4.6. Rendimiento en grano

Quino (2000), señala que la mejora de cualquier cultivo esta frecuentemente dirigido a incrementar su productividad, que esta influenciado por una serie de componentes que actúan en forma aditiva, o interacción entre ellos.

El rendimiento es el producto final de la expresión de distintos caracteres, en este sentido los componentes del rendimiento, de mayor efecto directo al rendimiento en quinua son: altura de planta, diámetro de tallo, longitud de panoja, diámetro de panoja y peso de 100 granos (Espíndola, 1980 citado por Ramos, 2000).

2.4.7. Índice de cosecha (IC)

El índice de cosecha (IC), refleja la partición de los fotoasimilados hacia los órganos. Se define como la proporción del peso seco total que se acumula en los órganos cosechados (Pascale, 2005).

2.4.9. Evaluación de la enfermedad

Danielsen y Ames, (2000), aconseja determinar el porcentaje del área foliar afectado en hojas individuales y no en plantas enteras. Se mide la severidad en 3 hojas por planta, una de cada tercio escogidas a azar, según una escala de 0% hasta 100% (figura 1), y luego se calcula el promedio de las 3 hojas para obtener el valor de la planta. El valor mínimo que indica presencia de enfermedad es 1%.

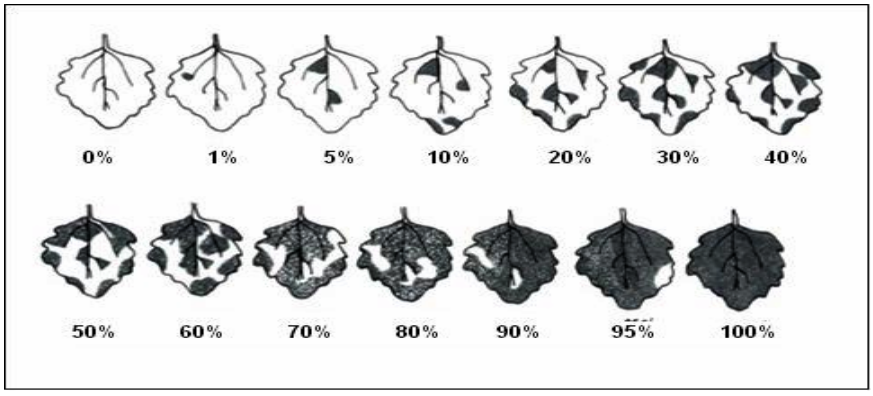


Figura 1. Escala de evaluación para mildiu (*Peronospora farinosa*): Porcentaje de área afectada (Danielsen y Ames, 2000).

2.5. Evaluaciones edafológicas

2.5.1 Contenido de agua en el suelo

Salgado (2001) señala que, entre las principales condiciones que el suelo, como constituyente del edafoclima, puede ofrecer para el crecimiento y desarrollo de las plantas, se encuentra en su capacidad para el almacenamiento de agua. Exceptuando a las plantas que están naturalmente adaptadas o son forzadas a vivir en un ambiente hidropónico, la mayoría de ellas deben obtener el agua, como elemento fundamental de la vida, desde el suelo.

La idea anterior, enfoca desde un punto de vista agrícola, hace necesario reconocer las relaciones que se establecen entre el agua y el suelo, donde y a través de que mecanismos es almacenada, de que factores depende el grado o nivel de almacenamiento, como es entregada a las plantas. El conocimiento señalado, permite operar adecuadamente el sistema suelo-planta-agua y de este modo obtener los niveles de productividad necesarios y convenientes para cada situación.

La humedad del suelo se puede expresar gravimétricamente o volumétricamente. La humedad gravimétrica es la forma básica de expresar la humedad del suelo y se entiende por ella como la masa de agua contenida por unidad de masa de sólidos del suelo. Frecuentemente se expresa como un porcentaje.

Humedad gravimétrica:

Es el peso de suelo ocupado por el agua. Este método graviometrico, es aceptado como el estándar para la medición del contenido de agua en el suelo. Implica pesar una muestra húmeda de suelo, secarla a 105 - 110 ºC y repesar la muestra. Generalmente se expresa como la relación entre la masa de agua perdida y la masa de suelo seco (Salgado 2001)

$$\text{Humedad gravimetrica} = \frac{\text{Peso de Suelo húmedo} - \text{Peso de Suelo Seco}}{\text{Peso de Suelo seco}}$$

Humedad volumétrica:

Es el porcentaje de peso de suelo ocupado por el agua. Lo mas frecuente es calcularla multiplicando la humedad gravimétrica por la densidad aparente (da) del suelo. La

densidad aparente es la relación entre el peso de una muestra de suelo y el volumen que ella ocupa, y su valor es diferente para cada tipo de suelo si bien para suelos con textura similar, (da) es muy parecida. las unidades mas frecuentes de densidad aparente son gramos por centímetro cúbico (g/cm^3) (Salgado 2001).

Humedad volumétrica = Humedad gravimétrica * Densidad aparente

2.5.2. Densidad aparente

La densidad aparente se define como el peso seco (al utilizar peso en la llamada densidad es en realidad un peso especificó), de un volumen determinado de suelo tal como este se presenta en el campo. Puede medirse secando a 105 ºC y pesando un volumen conocido de suelo, el conocimiento de las partículas del suelo o densidad real junto con la densidad aparente permite calcular la porosidad total del suelo (Salgado 2001).

2.6 Evaluaciones Económicas

Rendimiento

El concepto de rendimiento es una media física de la producción ola cantidad que ha obtenido en tiempo y espacio, el cual es expresado generalmente en volumen obtenido por unidad de superficie, como toneladas cosechadas por hectárea Perrin (1988).

Rendimiento ajustado

Perrin (1988), El rendimiento ajustado de cada tratamiento es el rendimiento medio reducido en un cierto porcentaje con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que agricultor podría lograr con ese tratamiento. Los rendimientos experimentales a menudo son mayores que los que el, agricultor puede lograr con los mismos tratamientos, existen varias razones como el manejo del cultivo, tamaño de la parcela, fecha de la cosecha y método de cosecha.

Costos que varían

Los costos que varían son los costos por hectárea relacionados con los insumos comprados, la mano de obra y la maquinaria, que varia de un tratamiento a otro. Los costos que varían son los que se refieren a añadir insumos variables, se incurrirá en estos

casos únicamente si la producción se lleva acabo, y la cantidad de ellos dependerá de las clases y cantidad de insumos utilizados, al tomar las decisiones de producción respecto a las cantidades de insumos variables que se usen para maximizar el ingreso neto, por tanto los costos variables son los que mas se aplican.(Bishop y Toussaint 1991).

Costos Fijos

Los costos que no se deben efectuar aunque no se produzca nada son llamados costos fijos. Incurre, se debe poner énfasis en los costos no son fijos hasta que se incurre en ellos. Pero después de esto, no varían son los cambios en la producción y no tiene peso sobre las dediciones que se refieren a un incremento en la producción. .(Bishop y Toussaint 1991).

Análisis de dominancia

Este análisis es un examen inicial de los costos que varían y los beneficios netos de cada tratamiento, el cual sirve para excluir algunos tratamientos y, como consecuencia simplificar el análisis (Perrin, 1988).

Tasa de retorno marginal

Tiene por objetivo revelar exactamente como los beneficios netos de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertina (Perrin, 1988).

3. LOCALIZACIÓN

El trabajo de investigación fue realizado en la comunidad Corpa, del municipio de Tiahuanacu, tercera sección de la provincia Ingavi del departamento de La Paz. la población se encuentra a 86 km de distancia de la ciudad de La Paz (Figura 2).

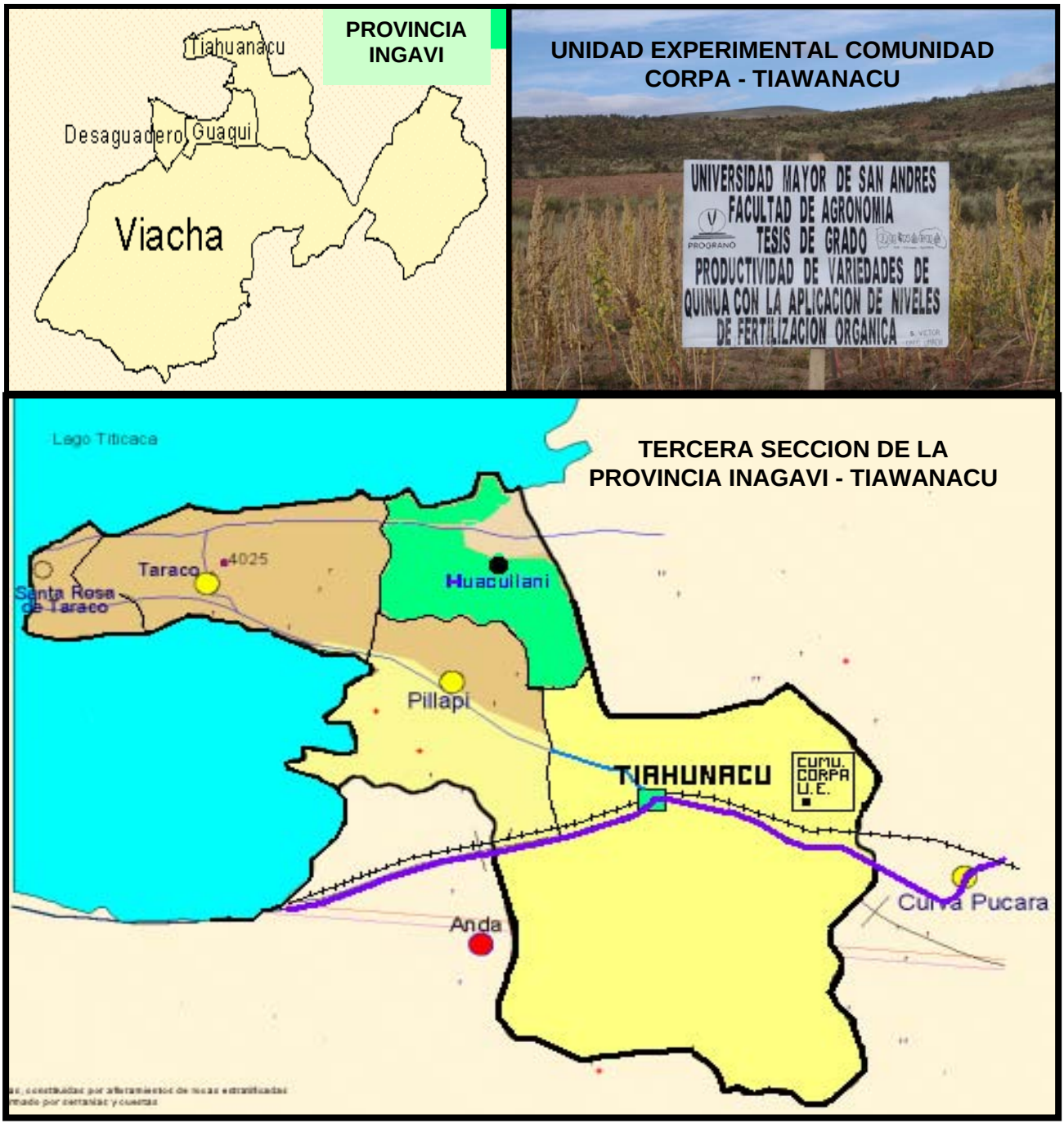


Figura 2. Ubicación geográfica de la unidad experimental Comunidad Corpa - Tiawanacu

3.1. Ubicación geográfica

Geográficamente se sitúa en los paralelos 16º31' latitud sur y 68º39' de longitud oeste. Altitud promedio 3840 m.s.n.m. y fisiograficamente el 59.8% son llanuras, el 17.7 % Colinas y el 22.45% corresponde a serranías. Esta región es privilegiada en cuanto a medios de acceso por la extensión de carreteras asfaltadas entre el Rió Seco y Desaguadero.

3.2. Vegetación

La vegetación que predomina en esta área esta compuesta por mantos de tholares (*Lepidophyllum cuadrangulare*), paja brava (*stipa ichu*), reloj-reloj (*Erodium cicutarium*), ajara (*Chenopodium sp*), mostaza (*Brassica campestris*), etc., y especies cultivadas tales como: papa (*Solanum tuberosum*), quinua (*Chenopodium quinoa*), Tarwi (*Lupinus mutabilis*), canahua (*Chenopodium pallidicaule*), oca (*Oxalis tuberosa*), papalisa (*Ullucus tuberosum*), cebada (*Horedeum vulgare*), haba (*Vicia faba*), arveja (*Pisum sativum*), entre otros.

3.3. Características climáticas

Respecto a las características agro climáticas de la región el promedio de la temperatura ambiental es de 7.9 ºC extendiéndose un máximo extremo de 17.6º C. un mínimo extremo de –2 ºC. Asimismo las precipitaciones se encuentran en un promedio de 673 mm año (Montes de Oca, 1997).

La temperatura media anual de 7.3 ºC, las máximas extremas de 20 a 25 ºC suceden en verano y las mínimas extremas de –6 ºC en invierno, la humedad relativa oscila durante el año entre 50 a 65 %, las heladas son mas frecuentes entre marzo a septiembre y menos frecuente entre noviembre y febrero, los vientos son de carácter transitorio durante el día y de dirección noroeste. Un factor característico son las granizadas que se producen entre los meses de febrero a marzo (SENAMHI, 2004).

3.3.1. Temperatura

La figura 3, presenta los datos de temperaturas registradas durante el ciclo vegetativo del cultivo en la unidad experimental con un termómetro de máximas y mínimas que se instalo

en un tubo metálico a una altura de un metro, donde la temperatura mínima extrema se registró el 20 de abril del 2007 con –1.7 ºC y la máxima extrema el 7 de mayo con 30.1 ºC..

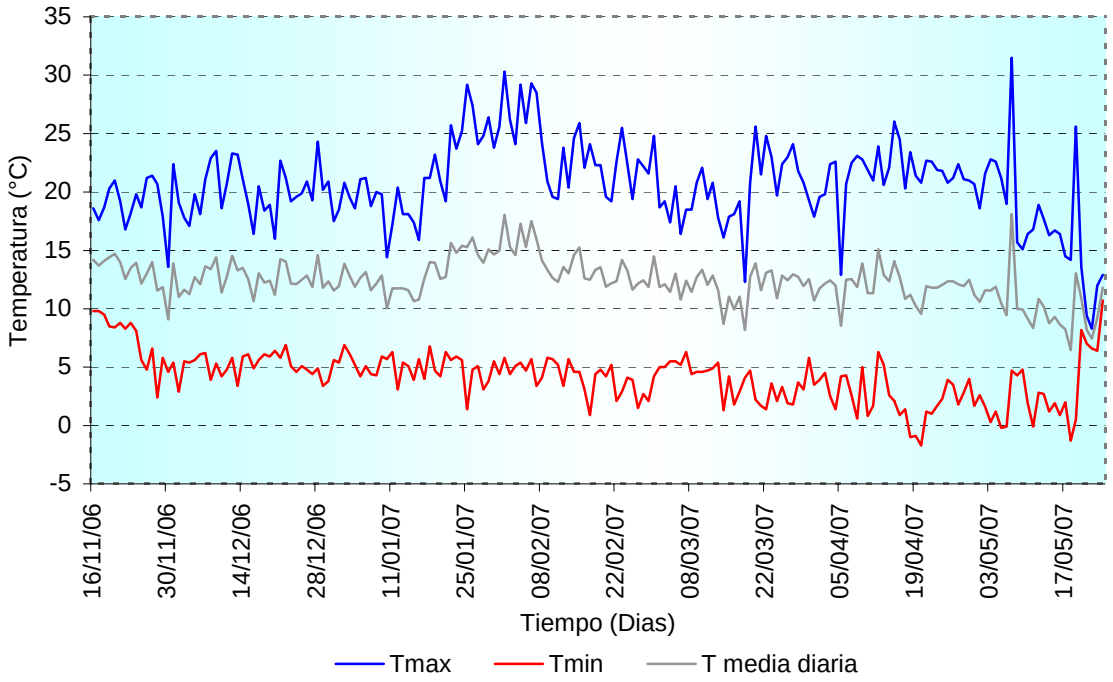


Figura 3. Temperaturas máximas, mínimas y medias registradas con el termómetro Erteco, durante el ciclo vegetativo de la quinua en la comunidad Corpa-Tiawanacu 2006-2007.

En la misma figura, se puede apreciar que durante el ciclo vegetativo del cultivo se registraron descensos de temperatura (heladas), en los meses de abril y mayo al final del ciclo vegetativo de la planta.

3.3.2. Precipitación

En la figura 4, se puede apreciar las precipitaciones acumuladas registrada en la unidad experimental con un pluviómetro digital TCH473000, las precipitaciones se inician en el mes de noviembre del año 2006, extendiéndose hasta mediados del mes de abril del 2007, consiguiendo así una acumulación total de precipitación de 384 mm.

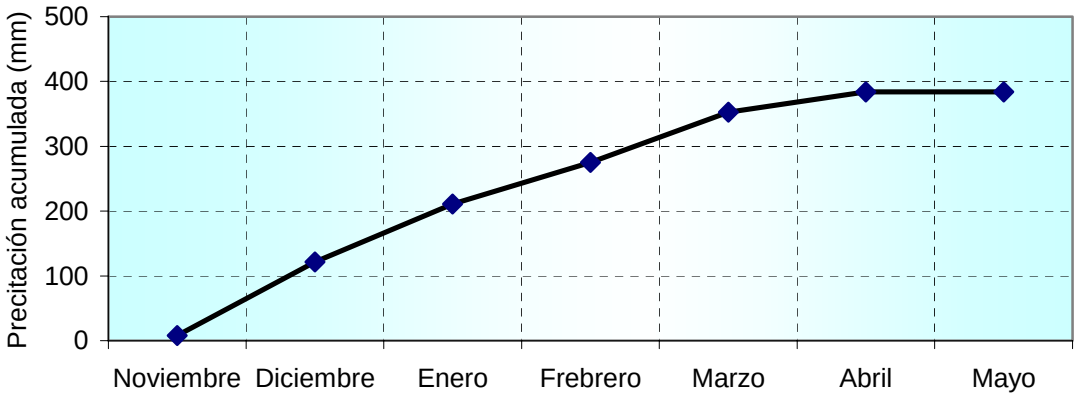


Figura 4. Precipitación acumulada registrada con un pluviómetro digital TCH473000, durante el ciclo vegetativo de la quinua en la comunidad Corpa-Tiawanacu

La figura 5, detalla las precipitaciones mensuales registrandose las máximas precipitaciones en los meses de diciembre y enero con 113.9 y 89.4 mm respectivamente, en esta misma gráfica también se puede apreciar que las lluvias se detienen a mediados del mes de abril y cesan en el mes de mayo del 2007. A mediados del mes de noviembre del 2006 se tiene registrado una acumulación de precipitación de 7.7 mm la cual fue de mucha ayuda para la fase de germinación de la planta necesaria para establecer el cultivo de la quinua.

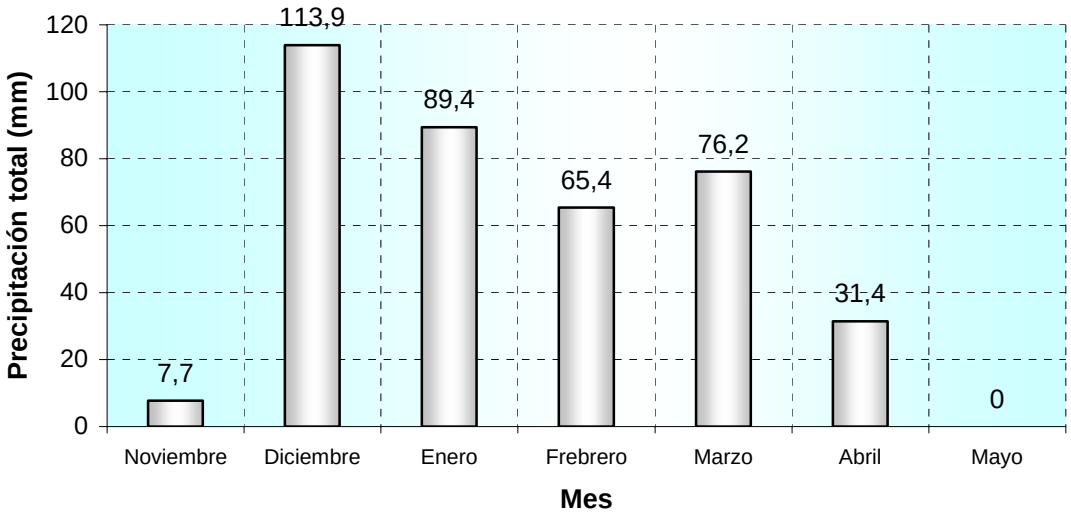


Figura 5. Precipitación total mensual registrada durante el ciclo vegetativo de la quinua en la comunidad Corpa-Tiawanacu

El comportamiento de la precipitación en ciclo de cultivo de la quinua fue bastante irregular, así se lo demuestra la figura 6, teniendo como precipitación media de 2.16 mm/día, con una máxima de diaria de 21.6 mm/día que se registro el 14 de enero del 2007.

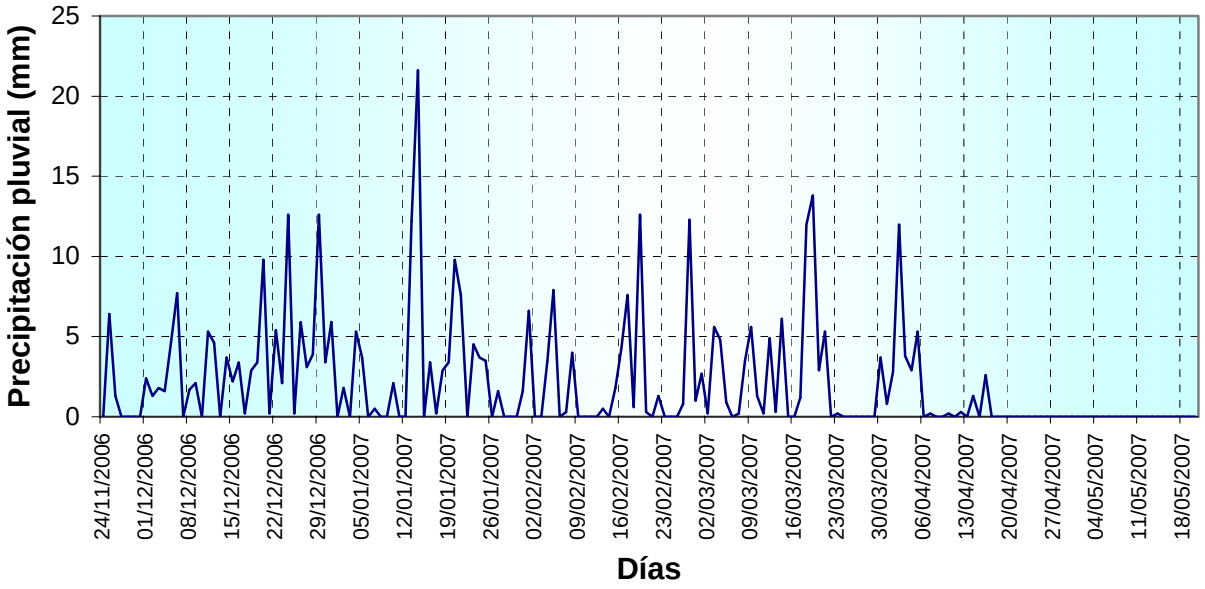


Figura 6. Precipitación diaria registrada durante el ciclo vegetativo de la quinua en la comunidad Corpa-Tiawanacu

3.4 Suelos

La composición física y química del suelo que se puede ver en el cuadro 5 y 6, hace referencia al análisis efectuado por el Instituto Boliviano de ciencia y tecnología nuclear (IBTEN), muestra el análisis que se realizo a la capa arable del suelo de la unidad experimental (cuadro 2 en anexo 4).

Cuadro 5. Composición porcentual de la textura del suelo en la unidad experimental comunidad Corpa-Tiawanacu.

Textura	Profundidad 30 cm (Capa Arable)
Arena	45%
Limo	31%
Arcilla	24%

Fuente: Instituto boliviano de tecnología nuclear (IBTEN, 2007)

3.4.1. Propiedades físicas

Dentro las propiedades físicas del suelo, podemos indicar que la textura que se presenta en el cuadro 5, corresponde a un suelo Franco (F) de acuerdo a la clasificación propuesta por Chilón (1997), bajo las siguientes proporciones: 45 % de arena, 31 % de limo y 24 % de arcilla.

3.4.2. Propiedades químicas

Según el análisis químico del suelo que se presenta en el cuadro 6, muestra un pH de 6.36 y 6.21 interpretándose como un suelo ligeramente ácido, para la capacidad de intercambio cationico el suelo presento un valor de 4.72 mE/100 g de suelo, además el suelo no presenta problemas de salinidad por el valor que presenta su conductividad eléctrica (CE) de 0.061 mhos/cm. (Chilón, 1997).

Cuadro 6. Composición química del suelo de la unidad experimental

pH en agua	**pH en KCl 1N**	C.E. mhos/cm	**CATIONES DE CAMBIO**						M.O. %	N TOTAL %	P ppm
			Ca	Mg	Na	K	TBI	CIC			
6,36	6,21	0.061	3.75	0.65	0.11	0.15	4.67	4.72	0.36	0.02	12.47

Fuente: Instituto boliviano de tecnología nuclear (IBTEN, 2007)

En el mismo cuadro la materia orgánica tiene un valor de 0.36 % corresponde a un nivel bajo, al igual que el contenido de nitrógeno con 0.02 % (Chilón, 1997).

Según Tapia, (1976), el cultivo de la quinua requiere para un mejor desarrollo y producción suelos bien drenados de textura franco-arenosa a arenosa. El uso actual de la tierra muestra que las áreas productoras se caracterizan por tener suelos con estos atributos y se localizan principalmente en las pendientes de las serranías, montañas y piedemontes donde existe una mayor humedad y la incidencia de heladas no es tan extrema ni severa.

4. MATERIALES Y METODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Material Biológico

Las variedades de quinua, en el experimento se utilizaron semillas de 4 variedades de quinua Belén 2000, Huganda, Agro 2000 y Jiwaki cuyas características son las siguientes:

Belén 2000 (V1), originalmente resulta de la selección de la línea L8 obtenida a través del seguimiento de segregantes por cruzamiento en la Estación Experimental de Belén, Provincia Omasuyus, ciclo vegetativo de 150 días, alcanza un a altura promedio de 110 cm (mediano), ramificado con una longitud de panoja de 40 cm y diámetro de 9 cm, un peso de panoja por planta de 45.9 gramos (Est. Exp. Belén, 2003).

Huganda (V2), obtenida a través del seguimiento de segregantes por cruzamiento en la Estación Experimental de Belén, Provincia Omasuyos, ciclo vegetativo de 160 días, alcanza una altura promedio de 100 cm (mediano), ramificado, con una longitud de panoja de 45 cm y diámetro de 10 cm, un peso de panoja por planta de 55 gramos (Est. Exp. Belén, 2003).

Agro 2000 (V3) Originariamente resulta del cruzamiento y la selección de la L7 entre los años 1988 a 1989 en la la E. E. Patacamaya; planta de crecimiento erecto de 90 cm de altura (pequeña), ciclo vegetativo de 150 días (Semitardio), panoja glomerulada, grano pequeño (1.8 mm), dulce, con 17.3 % de proteína, blanco, con un peso de 37.5 g/planta (Mamani, 2004 y Monje, 2006).

Jiwaki (V4) Obtenida a través del seguimiento de segregantes por cruzamiento en la Estación Experimental de Belén, Provincia Omasuyus, ciclo vegetativo de 150 días, alcanza un a altura promedio de 100 cm (mediano), ramificado, con una longitud de panoja de 40 cm y diámetro de 12 cm, un peso de panoja por planta de 45.9 gramos (Est. Exp. Belén, 2003).

Estiércol Ovino, el estiércol que se uso en el presente trabajo de investigación fue recolectas de los alrededores de la zona de estudio.

Las propiedades químicas del estiércol ovino utilizada en la unidad experimental, se presenta en el cuadro 1 en anexo 4, los datos obtenidos del análisis físico químico del estiércol ovino utilizado en la unidad experimental.

En el cuadro 7 se puede observar los valores del análisis realizado al estiércol ovino utilizado para este estudio, en donde al realizar la comparación con el (Boletín Ganadero 2006) observamos que el nitrógeno, fósforo y el potasio tienen valores aproximados, también se encuentra un pH prácticamente neutro con un valor de 7.99.

Cuadro 7. Análisis del estiércol ovino utilizada en la unidad experimental.

Estiércol ovino	N %	P2O5 %	K2O %	pH
Estiércol fresco	0.55	0.01	0.15	
Estiércol seco	1.95	0.31	1.26	
Estiércol Aplicado	1.15	0.24	0.576	7.99

Fuente: Instituto boliviano de tecnología nuclear (IBTEN, 2007) y (Boletín Ganadero, 2006).

4.1.2. Materiales de campo

Los materiales que se emplearon en la unidad experimental fueron: cinta métrica 100 m para la delimitación del terreno, estacas de madera para la demarcación de las unidades experimentales, lienzos, arado con todo sus implementos para la apertura de los surcos, chuntillas para realizar el deshierbe, palas, picotas, rastrillo, hoz, cámara fotográfica, monitor de lluvia y captador de temperatura, marbetes, planilla de registros, flexo metro para registro de datos, bolsas de plástico, calibrador vernier, libreta de campo.

4.1.3. Material de laboratorio

Los materiales de laboratorio que se utilizaron fueron: balanzas de precisión (0.01 g y 0.001 g), mufla, cilindros metálicos, probeta, vaso precipitado.

4.1.4. Material de gabinete

Los materiales de gabinete que se emplearon fueron los siguientes: equipo de computación, paquetes estadísticos SAS 6.12, SIGMA SCAN PRO 5.0 y material de escritorio en general.

4.2. Metodología

4.2.1. Procedimiento experimental

4.2.1.1. Diseño experimental

El ensayo fue instalado bajo el Diseño de Parcelas Divididas con cuatro repeticiones distribuidas en Bloques al Azar (Reyes, 1978).

Modelo Aditivo Lineal

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \varepsilon_{ij} + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk}	=	Una observación cualquiera
μ	=	Media general
β_j	=	Efecto del j-ésimo bloque
α_i	=	Efecto del i-ésimo variedad
ε_{ij}	=	Error de parcela principal
γ_k	=	Efecto del k-ésimo niveles de fertilización orgánica
$(\alpha\gamma)_{ik}$	=	Interacción del i-ésimo variedad con el k-ésimo Niveles de fertilización orgánica
ε_{ijk}	=	Error de sub-parcela, error experimental

4.2.1.2. Factores de estudio

Los factores de estudio que se utilizaron fueron:

Las variedades de quinua como factor A, distribuido en la parcela grande.

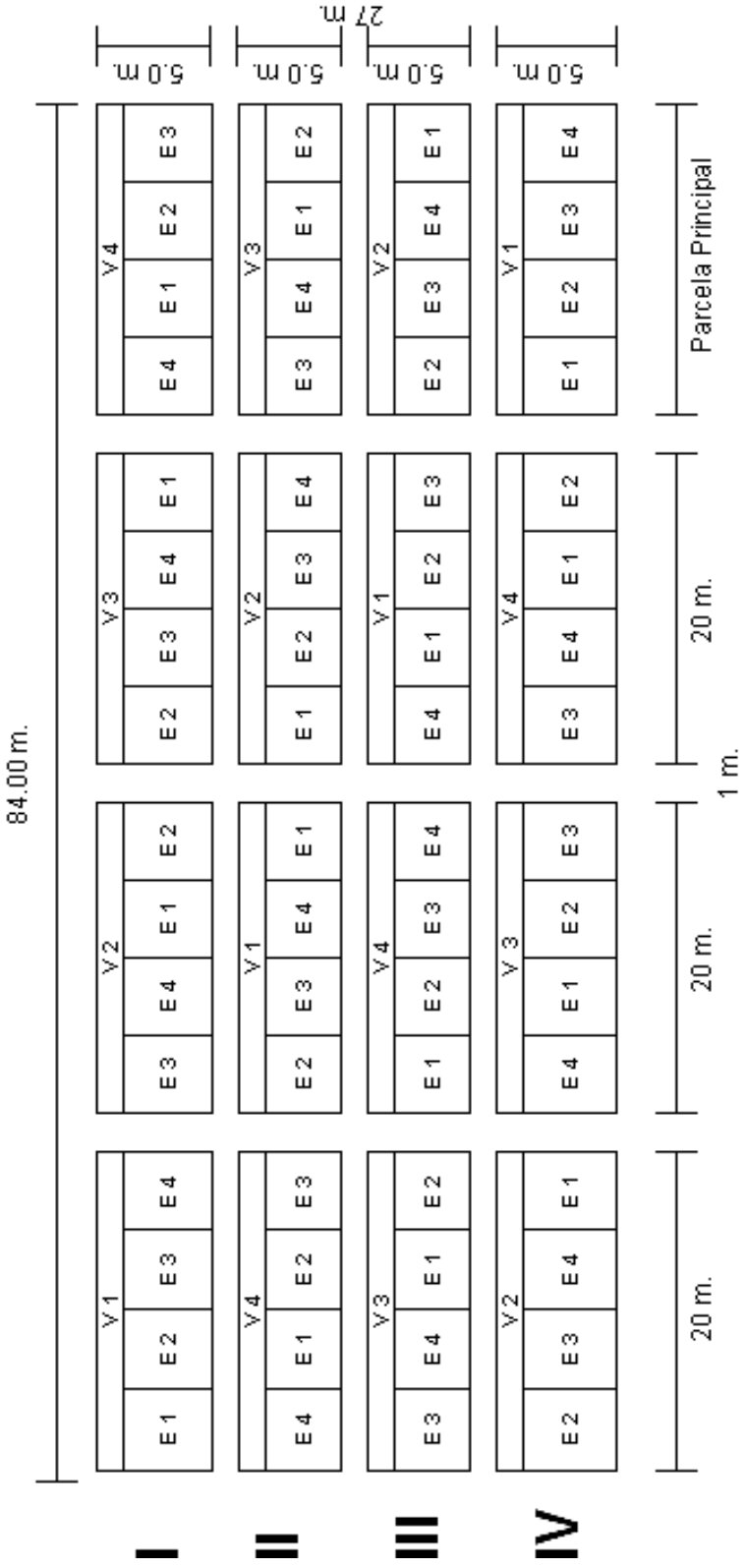
Factor A: (Variedades de Quinua)	V1:	Belén 2000
	V2:	Huganda
	V3:	Agro 2000
	V4:	Jiwaki

Los niveles de fertilización como factor B, Distribuido en la parcela pequeña.

Factor B: (Niveles Fertilización de Estiércol ovino)	E1: 12	TM/ha	Alta
	E2: 8	TM/ha	Media
	E3: 4	TM/ha	Baja
	E4: 0	TM/ha	Testigo

4.2.1.3. Croquis del ensayo

La figura 7 muestra la distribución de las parcelas experimentales y las dimensiones del ensayo.



Número de Bloques	4	Área total 2016 m².
Número de total Parcelas Principales	16	Largo de la Unidad Experimental 6.00 m.
Número de total Sub Parcelas	64	Ancho de la Unidad Experimental 5.00 m.
Largo total del área de estudio	84.00 m.	Area de la Unidad Experimental 30 m².
Ancho total del área de estudio	24.00 m	

Figura 7. Croquis experimental.

4.2.2. Trabajo de campo

4.2.2.1. Muestro de suelo

Este procedimiento se realizó un mes antes de la siembra, previo reconocimiento del terreno, el cual se fue dividiendo en las unidades experimentales según el diseño experimental de parcelas divididas distribuidas en bloques al azar. Una vez delimitado la unidad experimental, se procedió al muestreo de la capa arable del suelo a una profundidad aproximada de 20 a 30 cm, usando la técnica de muestreo en zig-zag (Chilón, 1997).

A lo largo de la unidad experimental se tomaron 30 muestras individuales extraídas con una pala, por lo particular se evito extraer muestras de suelo de los bordes de la unidad experimental, las 30 muestras se juntaron y mezclaron y así se consiguió una muestra homogénea de suelo y 1 kg. de esta muestra se la envió al laboratorio.

4.2.2.2. Preparación del terreno

La preparación del terreno fue realizada en una superficie de 2500 m² con la ayuda de un tractor agrícola, roturando el suelo a una profundidad de 30 cm aproximadamente siguiendo con el mullido y posterior nivelación del terreno.

4.2.2.3. Trazado y delimitación del área de trabajo

Se realizo la delimitación del área de estudio y las unidades experimentales con la ayuda de cinta métrica y estacas, respetando las dimensiones establecidas en el croquis de campo y el diseño experimental Parcelas divididas con diseño de bloques al azar, en cual primeramente se delimito las dimensiones de la parcela principal y posteriormente la sub parcela.

4.2.2.4. Cálculo de estiércol ovino utilizado

Se utilizaron como abono orgánico el estiércol de ovino parcialmente descompuesto denominado “guano” proveniente de los corrales de la región de estudio. El cálculo se realizo para cada tratamiento, se tomo como referencia los niveles de estiércol ovino

planteados los cuales fueron: 0 tn/ha Testigo; 4 tn/ha Baja; 8 tn/ha Media y 12 tn/ha Alta. El estiércol se aplico en forma húmeda en los surcos en el momento de la siembra.

4.2.2.5. Siembra

La siembra se realizo el 15 de noviembre del 2006, en la comunidad Corpa-Tiawanacu, donde los medios fueron apropiados para utilizar la ayuda de dos yuntas y la semilla fue a chorro continuo con una densidad de siembra de 8 kg / ha., un porcentaje de germinación de 98.25 % y 87.5 % de pureza.

4.2.2.6. Manejo agronómico

Las labores culturales se llevaron de acuerdo a las necesidades del cultivo. Durante el desarrollo del ensayo se realizaron la depuración o eliminando de plantas de quinua que no reunían las características varietales de las variedades en estudio; también se realizaron deshierbes de malezas.

4.2.2.7. Cosecha y poscosecha

La cosecha se realizó el 23 de abril del 2007 en forma manual utilizando la ayuda de hoces, cuando la planta llego a la madurez fisiológica. Los trabajos de la poscosecha se lo realizo de forma manual, el trillado, el venteado y el limpiado del grano.

4.2.3 Variables a medirse

4.2.3.1 Variables agronómicas

a) Porcentaje de emergencia en campo

La evaluación del porcentaje de emergencia en campo para el cultivo de la quinua se realizó a partir del 25 de noviembre del 2006, con la siguiente metodología y formula matemática:

$$\%\text{Emergencia} = \frac{\text{Número de plantas emergidas en 1 m}^2}{\text{Número total de semillas o plantas que deberían emerger 1 m}^2} \text{ X } 100\ \%$$

Primeramente para hallar este porcentaje de emergencia en campo, necesariamente se tuvo que hallar el valor no conocido del número total de semillas o plantas que deberían emerger en 1 m², con esta finalidad se realizo la siguiente formula matemática:

$$\text{NºTotal de semillas} = \frac{1000 \text{ semillas}}{\text{Peso de 1000 semillas}} \text{ X Densidad de siembra reajustada (gr/m²)}$$

El valor de la densidad de siembra reajustada se la hallo de la siguiente forma:

$$\text{Densidad de siembra reajustada (gr/m²)} = \frac{\text{Densidad de siembra utilizada (gr/m²) x \% Valor Cultural}}{100\ \%}$$

La densidad de siembra utilizada mostrada en la formula matemática se la obtuvo de la cantidad de semilla en peso utilizada en el experimento o en el momento de la siembra, este valor se encontraba en kg/ha los cuales posteriormente se transformaron en gr/m² para que se adecue al la formula matemática. El valor cultural (VC) se la hallo de la siguiente manera:

$$\%\ VC = \frac{\%\ \text{Germinación x \% Pureza \%}}{100\ \%}$$

Porcentaje de germinación

Sé seleccionaron 100 semillas de cada variedad con cinco repeticiones las misma que se colocaron en cajas petri con papel filtro humedecido en agua, la observación y registro de los datos tuvo una duración de 5 días.

Con los datos obtenidos se utilizó la siguiente formula:

$$\%\ \text{Germinación} = \frac{\text{Número de semilla germinadas}}{\text{Número total de semillas}} \text{ X } 100\ \%$$

Porcentaje de pureza

Se realizó el pesaje de 10 gr (peso inicial) de semillas de quinua de cada variedad utiliza, con tres repeticiones, los cuales se sometieron a una selección manual separando semillas dañadas, broza, piedrecillas, etc, luego de terminar la selección son nuevamente pesadas (Peso libre de impurezas) y el porcentaje de pureza se la calculo con la siguiente formula matemática:

$$\% \text{ Pureza física} = \frac{\text{Peso libre de impurezas}}{\text{Peso inicial}} X\ 100\ \%$$

Emergencia en campo

De cada unidad experimental se tomó al azar un metro lineal de surco, que posteriormente se procedió a contar las plántulas emergidas, esta medición se realizó cada 5 días.

Como solamente se obtuvieron datos de número de plantitas emergidas por metro lineal de surco se realiza el siguiente cálculo, en la figura 8 el marco abarca dos surcos de 0.5 m. de separación o distancia entre surco y un metro de largo el cual equivale a 1 metro cuadrado de plántulas contadas, donde se obtuvo:

2 Surcos x 1 m (largo) x 0.5 m (ancho) = 1 m² de plantas emergidas en campo

Conociendo todos los datos anteriores se hizo posible encontrar el porcentaje de emergencia para cada variedad utilizada en el trabajo.

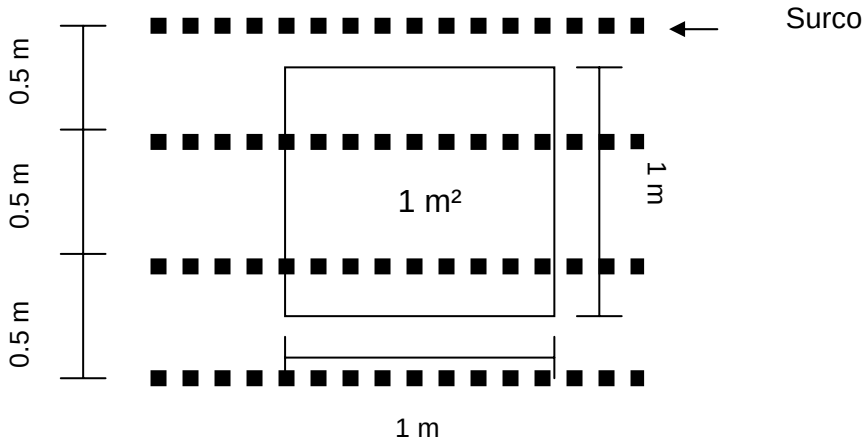


Figura 8. Distancia entre surcos utilizadas en el siembra.

b) Altura de planta (cm)

Las plantas fueron elegidas completamente al azar y marbeteadas las 5 plantas por cada tratamiento, en fecha 21 de diciembre del 2006 se inicio la medición de la altura de la planta con un flexo metro, desde el cuello de la planta o corona hasta el ápice de la planta, esta evaluación se realizo cada 7 días desde la aparición de las hojas alternas.

c) Número de ramas (Unidades)

El conteo de número de ramas comenzó cuando la planta de quinua alcanza sus seis hojas verdaderas, y esta actividad se realizo cada 7 días.

d) Longitud de la panoja (cm)

Se midió con un flexo metro la panoja principal en centímetros, desde la intersección con los tallos hasta el final de la panoja.

e) Diámetro de la panoja (cm)

Con un calibrador Vernier se midió en centímetros la parte media principal, generalmente en el tercio medio inferior de la panoja por ser considerado la parte más representativa en la madures fisiológica de la planta.

f) Diámetro de tallo (cm)

Esta actividad se la realizó en la madurez fisiológica de la planta, el cual se registro a una altura de 10 cm por encima del cuello de la planta.

g) Longitud de raíces (cm)

Se evaluó tomando como dato la longitud de la raíz principal en el momento de la cosecha, 5 plantas por unidad experimental.

h) Número de granos por planta (unidades)

Se cosechó cada planta marbeteada por separado, después del secado, el trillado y el venteado se realizó una relación de peso en grano obtenido de cada planta individual con el peso de mil semillas.

i) Peso de 1000 granos

Este parámetro, se determino después de la cosecha, en donde se contaron 4 repeticiones de 100 semillas y se llevó al peso de 1000 semillas, para obtener una relación en valor de la calidad de grano que representa al tamaño de grano.

j) Índice de cosecha

Una vez efectuado la limpieza de los granos de las plantas, el índice de cosecha se determinó mediante la relación del peso de grano limpio respecto al peso de la biomasa aérea.

$$\text{Índice de cosecha} = \frac{\text{Peso de grano limpio}}{\text{Peso de grano limpio + peso de broza}}$$

k) Rendimiento (kg/ha)

Para efectos de calculo de rendimiento se pesó los granos limpios de cada unidad experimental, el cual luego fue expresando en gr/parcela para su análisis estadístico y posteriormente conversión a kg/ha.

El rendimiento es el producto final de la expresión de distintos caracteres, en este sentido los componentes del rendimiento, de mayor efecto directo al rendimiento en quinua son: altura de planta, diámetro de tallo, longitud de panoja, diámetro de panoja y peso de 100 granos (Espindola, 1980 citado por Ramos, 2000).

l) Matriz de Correlación

Se tomaron las medidas promedios de las variables agronómicas por niveles de fertilización antes mencionadas para posteriormente realizar un análisis de matriz de correlaciones con el paquete estadístico de Excel.

i) Incidencia y severidad del mildiu (*Perosnospora farinosa*)

Para evaluar la incidencia y severidad del desarrollo del mildiu se siguió el siguiente procedimiento:

Incidencia

De cada unidad experimental se realizaron muestreos de plantas afectadas con el mildiu, en una superficie de un metro cuadrado, contabilizando el número total de plantas y el número de plantas afectadas con el mildiu. Para el análisis de la severidad del mildiu de la quinua causada por el hongo (*Perosnospora farinosa*), fue evaluada mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{Número de plantas enfermas}}{\text{Numero total de plantas}} \text{ X } 100\ \%$$

Severidad

Para la determinación de la incidencia del mildiu se siguió el siguiente procedimiento. Se utilizaron fotografías digitales individuales de hojas afectadas acompañados pero siempre de un calibre de área conocida de 4 cm² estos datos fueron transferidas a una computadora, y con la ayuda del programa SIGMA SCAN PRO 5.0, el cual básicamente realiza una comparación de áreas con el calibre utilizado, el área afectada con mildiu (cm^2) y el área total de la hoja (cm^2) en base a la siguiente relación (foto 1).

$$\frac{\text{Área de la hoja (cm²)}}{\text{Área de la hoja con mildiu (cm²)}} = \frac{\text{Área del calibre (4 cm²) * Área de la hoja (píxeles)}}{\text{Área del calibre (píxeles)}}$$

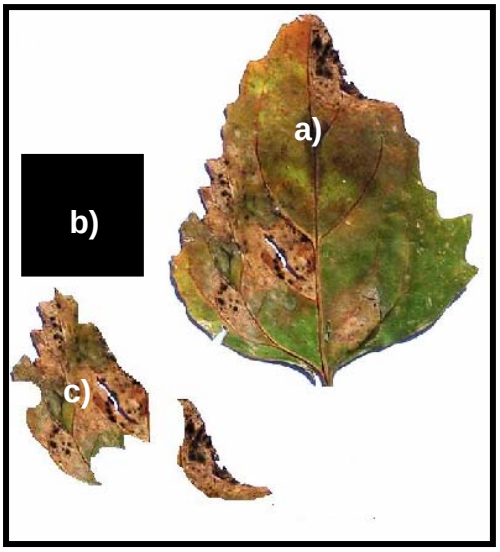


Foto 1. a) Área total de la hoja muestreada, b) área conocida del calibre y c) áreas infectadas con el mildiu cortadas de la misma hoja.

Al obtener el área de la hoja al igual que el área del tejido enfermo, con estos datos se procedió a determinar el porcentaje de incidencia con la fórmula propuesta por la (FAO, 2001):

$$\% \text{ Severidad} = \frac{\text{Área de tejido enfermo}}{\text{Área total dela hoja}} \text{X } 100\ \%$$

4.2.3.2 Variables edafológicas

Densidad Aparente (g/cm^3)

Para la determinación de esta variable se utilizo el método del cilindro, en donde los cilindros son introducidos en el suelo, extrayendo una porción de agregados sin alterarla a una a 5 profundidades diferentes de 10, 20, 30, 40 y 50 cm. Estos agregados de suelo fueron secados en la mufla a 105 ºC y luego pesados, la densidad aparente es el peso específico de suelo seco dividido por el volumen conocido del cilindro.

Método del cilindro

Consiste esencialmente en tomar una muestra en un cilindro metálico de volumen conocido.

En cada una de las parcelas con diferentes niveles de fertilización con estiércol ovino, se tomo una muestra de suelo sin dañar su estructura. La técnica consistió esencialmente en encajar cilindros metálicos de un volumen conocido de 98 cm3 y muestreados a 5 profundidades del suelo los cuales fueron 10, 20 30 40 y 50 cm. para no alterara la estructura se dejo caer el golpeador en una forma uniforme, luego se retiro los cilindros del suelo en forma cuidadosa, se enrasaron los cilindros, con una navaja cortante, para luego trasvasar el suelo a una cápsula de humedad y se lleva a la estufa a 105°C durante 48 horas para luego pesar masa de suelo seco (Henin *et al*., 1976).

Los análisis se realizaron a partir de la siguiente expresión:

$$\text{Densidad aparente} = \frac{\text{Masa de suelo seco}}{\text{Volumen del cilindro}}$$

Humedad de suelo

Entre las principales condiciones que el suelo, como constituyente del edafoclima, puede ofrecer para el crecimiento y desarrolló de las plantas se encuentra la capacidad para el almacenamiento de agua.

Humedad gravimétrica (%)

Es el peso de suelo ocupado por el agua, esta variable fue conseguida muestreando los suelos en 7 fechas diferentes, para su posterior análisis en laboratorio utilizando la siguiente formula (Salgado, 2001):

$$\text{Humedad gravimétrica} = \frac{\text{Peso de suelo húmedo – peso de suelo seco}}{\text{Peso de suelo seco}}$$

Humedad volumétrica (%)

Para esta variable se obtuvo al multiplicar la humedad gravimétrica por la densidad aparente (da) del suelo (Salgado, 2001).

$$\text{Humedad volumétrica} = \text{Humedad gravimétrica} * \text{Densidad aparente}$$

4.2.3.3 Análisis económico

El análisis económico es considerado de mucha importancia debido a que nos proporciona información económica, procurando siempre hacer desde la perspectiva del agricultor, para poder informar los beneficios que podría obtener en términos de rentabilidad.

La determinación de los costos de producción y estimación del costo unitario por kilogramo producido de quinua, en los niveles de producción alto, medio y tradicional, es importante para poder evaluar el grado de eficacia con que se desenvuelve la actividad productiva de la quinua; además es necesario para la fijación de políticas de precios, conocer la estructura de la producción, demanda de insumos de producción, distribución de la fuerza de trabajo, utilización de la tracción mecánica o animal y constituye un material valioso para realizar investigaciones socioeconómicas (Mujica, 1999).

Rendimiento ajustado

Se considero un ajuste del 15 % en reducción al rendimiento medio, ya que el rango aconsejado por Perrin (1988), esta de 5 al 30 %.

Costos que varían

El total de los costos que varían de consiguió sumando tolos los costos que varían para un determinado nivel de fertilización.

Análisis de dominancia

El análisis de dominancia se efectuó primero, ordenando los niveles de fertilización de mayores a menores de los totales de los costos que varían, para posteriormente excluir el nivel de fertilización que fue dominado por tener un beneficio netos menor al nivel de fertilización anterior (Perrin, 1988).

Beneficio Bruto de campo

El beneficio bruto de cada nivel de fertilización se calculo multiplicándole precio de campo por el rendimiento ajustado.

Beneficio Neto

Se calculo restando el total de los costos que varían del beneficio bruto de campo, para cada nivel de fertilización.

Tasa de retorno marginal

Este calculo se realizo con los niveles de fertilización no dominados, comenzado con el nivel de fertilización de menor costos que varia, comparándolo paso a paso con el siguiente nivel de fertilización en forma ascendente, es decir que el beneficio neto (el aumento en los beneficios netos) dividido por el costo marginal (aumento en los costos que varían), expresado en un porcentaje (Perrin, 1988).

$$\text{Tasa de retorno Marginal} = \frac{\text{Beneficio Neto Marginal}}{\text{Costo Marginal}} \text{ X } 100\ \%$$

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. Evaluación de germinación y emergencia en campo

5.1.1. Porcentaje de emergencia en campo

El porcentaje de germinación lograda en laboratorio para las variedades de quinua, no expreso el porcentaje real de emergencia que ocurre en la unidad experimental, pero si fue necesario, junto con otros parámetros como el porcentaje de pureza, peso de 1000 semillas, valor cultural, densidad de siembra, densidad ajustada de siembra y el número de plantas emergidas en 1 m² de superficie, para hallar este porcentaje.

Hecho esta aclaración se estudio con mas profundidad las causas de los bajos porcentajes de emergencia en la unidad experimental, ya que el valor promedio del porcentaje de germinación conseguida en laboratorio, para las cuatro variedades de quinua que se detalla en el cuadro 8, presenta valores de porcentaje de germinación altas, logrando así un promedio del 98.25 % para las cuatro variedades.

5.1.1.1. Porcentaje de germinación, pureza física y valor cultural

El cuadro 8, presenta también valores elevados para el porcentaje de la pureza física obteniéndose así un promedio del 87.50 %, para las cuatro variedades de quinua.

Cuadro 8. Datos obtenidos en laboratorio del porcentaje de germinación y porcentaje de pureza, de cuatro variedades de quinua.

Variedad	Germinación (%)	Pureza (%)	Valor cultural (%)
Belén 2000	98	91.86	90.04
Huganda	100	89.53	89.53
Agro 2000	97	84.60	82.06
Jiwaki	98	84.03	82.34
Promedio	98.25	87.50	85.99

El valor cultural que se presenta en el mismo cuadro, como también en el metodología y cuadro 5 en anexo 1, se consiguió un resultado promedio de 85.99 %, por lo tanto el restante 14.01 % del total en peso de la semilla usada en la siembra correspondía a semillas dañadas, broza, rastrojos, piedrecillas, etc.

5.1.1.2. Densidad de siembra y densidad ajustada.

El porcentaje del valor cultural que se aprecia en cuadro 9 fue muy importante, con este valor se logro comprobar que la densidad usada al momento de la siembra, de 8 kg/ha que equivale a 0.8 gr/m², no fue la cantidad real en peso de semilla viables usada en el momento de la siembra.

Cuadro 9. Porcentaje de valor cultural, densidad de siembra y densidad ajustada de cuatro variedades de quinua.

Variedad	Valor cultural (%)	Densidad (gr/ m²)	Densidad Ajustada (gr/ m²)
Belén 2000	90.04	0.8	0.72
Huganda	89.53	0.8	0.71
Agro 2000	82.06	0.8	0.68
Jiwaki	82.34	0.8	0.65
Promedio	85.99	0.8	0.69

La densidad de siembra ajustada, que se muestra en el cuadro 9 muestra que de 8 kg/ha ó 0.8 gr/m² a un promedio de 6.9 kg/ha ó 0.69 gr/m², esto reflejó el verdadero peso de semillas viables utilizadas al momento de la siembra y la diferencia era ajena a las semillas viables. Los cálculos realizados para la densidad ajustada se detallada en la metodología y en el cuadro 7 en anexo 1.

5.1.1.3. Peso de 1000 semillas y número de plántulas

El Cuadro 10 presenta datos de peso de 1000 semillas de 4 variedades de quinua, las variedades Huganda y Jiwaki obtuvieron pesos de 4.46 y 4.18 gr/ m² que fueron superiores a las otras 2 variedades Agro 2000 y Belén 2000 con 3.20 y 3.74 gr/ m² .

También en el mismo cuadro 10 se observa que se consiguió un peso promedio de 1000 semillas de 3.9 gr este valor fue realmente importante para realizar la conversión de peso a número de semillas, ya que la relación que se presenta de la densidad ajustada es de gr/m² y número de 1000 semillas/gr, lo que nos dio como resultado la cantidad de semillas que supuestamente deberían germinar en la unidad experimental esto claro en condiciones óptimas.

Cuadro 10. Densidad de siembra ajustada, peso de 1000 semillas y número de semillas germinadas

Variedad	1000 semillas (gr)	Densidad ajustada (gr/ m²)	Semillas germinadas en (1 m²)
Belén 2000	3.74	0.72	193
Huganda	4.46	0.71	161
Agro 2000	3.20	0.68	205
Jiwaki	4.18	0.65	158
Promedio	3.90	0.69	141

Es así que para las cuatro variedades de quinua se obtuvieron un promedio de 141 semillas que deberían llegar a ser plantas de quinua en 1 m² de superficie.

5.1.1.4. Número de plántulas emergidas en 1 m² y porcentaje de emergencia en campo

De acuerdo al cuadro 11 se puede evidenciar que el promedio encontrado de porcentaje de emergencia en campo para las cuatro variedades de quinua de semillas viables ya encontrados, llego a un promedio del 20.25%, lo que nos demuestra que en condiciones de la unidad experimental existió una perdida de semillas viables del 79.75 %.

Cuadro 11. Porcentaje de emergencia obtenida en campo

Variedad	Numero de plantas emergidas en campo 1 m²	Semillas que deberían germinar 1 m²	Emergencia en campo %
Belén 2000	28	193	15
Huganda	38	161	24
Agro 2000	38	205	19
Jiwaki	37	158	23
Promedio	35.25	179.25	20.25

Por otra parte las variedades Huganda y Jiwaqui son las que alcanzaron los porcentajes de emergencia mas altos, esto principalmente se debe a la buena viabilidad y por su mayor tamaño de grano, si vemos el caso de la variedad Agro 2000 el cual obtuvo un resultado similar al de la variedad Huganda en plántulas emergidas en campo, la diferencia entre estas variedades esta en el porcentaje de emergencia, se debe principalmente a las diferencias que presentan ambas variedades en la cantidad de semillas en el momento de la siembra.

Rodríguez (2005), relaciona directamente el tamaño de la semilla con el porcentaje de germinación, puesto que en evaluaciones anteriores encontró que semillas grandes (de 2.0 a 2.5 mm) presentan porcentajes de germinación mayores al 97% y semillas pequeñas (de 1.0 a 1.4) menores al 94%.

Por otra Apaza (2006), reporta que la variedad Agro 2000 fue la que registro un número menor de plantas emergidas en campo, durante la fase de evolución, probablemente debido a las características genéticas propias de la misma, ya que la evaluación se la realizo en las mismas condiciones de clima y de suelo.

El peso de 1000 semillas de la variedad agro 2000 y su densidad ajustada que se muestra en cuadro 10 demuestra que esta variedad presentaba semillas de menor tamaño, por el contrario la variedad Huganda, si bien su población es de 161 semillas en 1 m² que supuestamente deberían llegar a ser plantas de quinua, es inferior al de la variedad agro 2000 con 258 semillas en 1 m², pero esta variedad tenía las semillas de menor diámetro, mientras que la variedad Huganda al tener semillas con mayor diámetro asegura su población y supera a la variedad Agro 2000 en el porcentaje de emergencia.

Al respecto Rodríguez (2005), menciona que las semillas de quinua de tamaño grande poseen mayor peso correspondiente a un valor de 5,5 gr con respecto al grano pequeño con 3.99 gr, sin embargo refiriéndose al número de semillas que están contenidas en un gramo de semilla, las semillas de tamaño grande presentan 180 semillas y las pequeñas 410 semillas.

El mismo autor menciona que el efecto del tamaño de grano en la emergencia tienen diferencias en el número de plantas por m², las plantas provenientes de granos grandes y pequeños muestran un 13 % de emergencia en campo, sin embargo existen mayor número de plantas por m² de semillas de grano pequeño con 37 plantas, frente a 17 plantas de grano de tamaño grande, esta contradictoria posiblemente esta relacionado a en el estudio que realizo utilizo diferentes variedades con características diferentes.

5.1.1.5. Incidencia de granizada

La figura 9 nos muestra que el valor de emergencia, aún resulta ser mas bajo esta disminución de porcentaje de emergencia, se la atribuyó a la caída de una granizada,

cuando las plántulas de quinua ya alcanzaban sus dos a cuatro hojas alternas verdaderas, ocurrió una granizada con una duración de 10 minutos que fue lo suficiente para reducir en un promedio de 60 % de las plántulas ya emergidas.

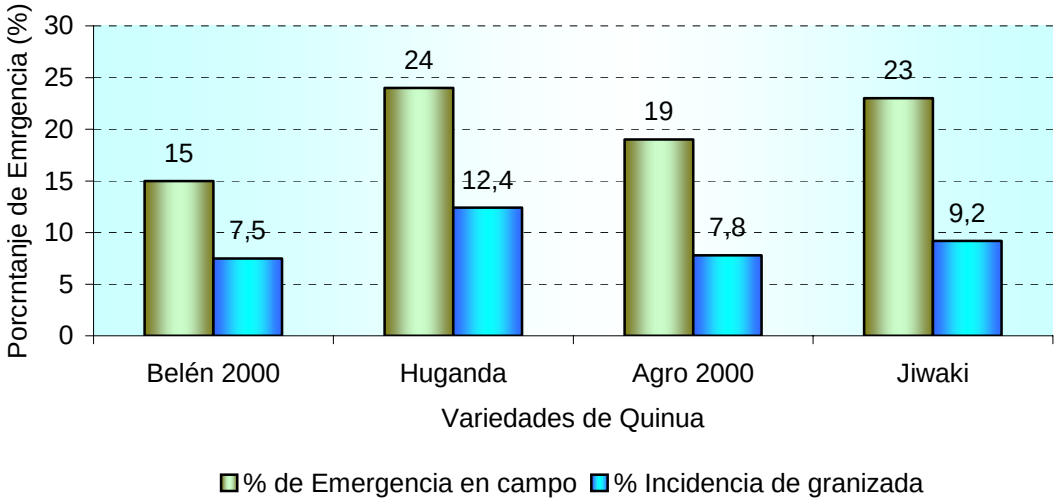


Figura 9. Porcentaje de emergencia y Incidencia de granizada para cuatro variedades de quinua, comunidad Corpa-Tiawanacu 2006 – 2007.

La foto 2 muestra las consecuencias de una caída de una granizada, en la foto después de la graniza solo unas cuantas se recuperan y logran a llegar a ser plantas de quinua.

Antes de la granizada **Después de la granizada**

Foto 2. Fotografía de plántulas de quinua antes y después de una caída de granizada, comunidad Corpa-Tiawanacu 2006 – 2007.

Ahora bien si esta reducción del porcentaje de emergencia en campo, no fue solo por causa de la granizada, también se tomo en cuenta las perdidas por aborto de la semilla

por la falta de humedad, arrastre por consecuencia de la primera precipitación de (6.4 mm) que se dio al séptimo día después de realizar la siembra, y también se debe tomar en cuenta que existió perdidas por causa de las aves.

Todos estos factores hacen que el porcentaje de emergencia en campo sea bajo y así se justificaron los resultados conseguidas en el estudio.

También Peske (2004), coincide en señalar que los resultados de la prueba de germinación frecuentemente no se reproducen a nivel de campo, pues en el suelo las condiciones raramente son óptimas para la germinación de las semillas. Para que ello sea posible tiene que haber cuatro condiciones fundamentales; semilla sana, oxígeno, agua y temperatura adecuada que rompa la dormáncía.

Al respecto Jacobsen *et al.,* (1994) citado por Berti *et al.,* (1998), indica que las pruebas normalmente usadas para determinar el porcentaje de germinación en laboratorio son inadecuadas para la quinua, y que las causas de la baja emergencia en campo se deben a otros factores que deberían ser estudiados con mayor profundidad.

La figura 10 confirma que no existe ninguna relación entre los valores obtenidos en laboratorio de porcentaje de germinación y porcentaje de emergencia en la unidad experimental.

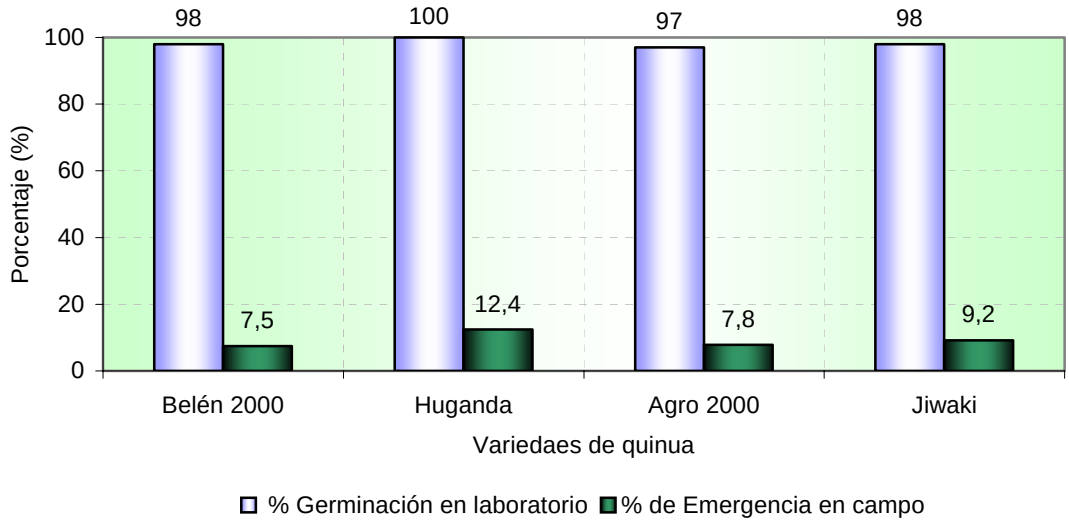


Figura 10 Porcentajes de germinación y emergencia para cuatro variedades de quinua, comunidad Corpa-Tiwanacu 2006 – 2007

La calidad de la semilla, la emergencia y el logro de una densidad de plantas satisfactoria son los factores críticos para lograr y obtener un buen rendimiento en el cultivo de la quinua.

5.1.2. Número de plántulas emergidas por niveles de fertilización

En la Figura 11 muestra los valores de número de plántulas emergidas en 1 m² en diferentes niveles de fertilización, el nivel 12 tn/ha es la que consiguió mayor número de plántulas emergidas en 1 m² para las cuatro variedades, con un promedio de 20 plántulas/m² mientras que el testigo consiguió un promedio de 15 plántulas/m².

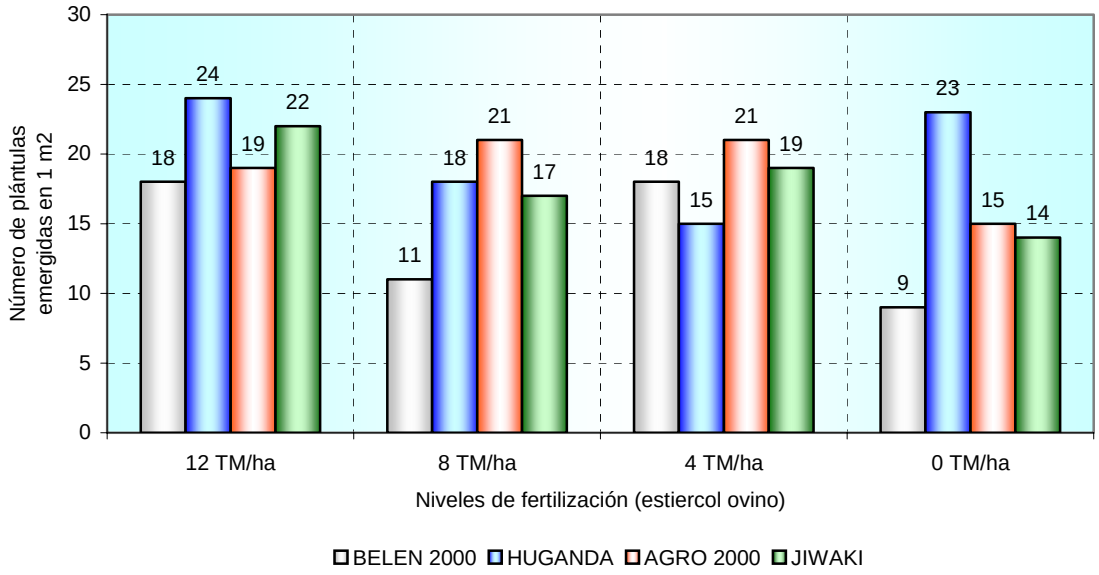


Figura 11. Número de plántulas de quinua emergidas por m² bajo diferentes niveles de fertilización orgánica, comunidad Corpa-Tiwanacu 2006-2007.

Las mejores tasas de emergencia se alcanzaron con el nivel de fertilización de 12 tn/ha con estiércol ovino el cual al ser un elemento considerado higroscópico que capta humedad y la distribuye uniformemente y puede seguir aportando humedad que ha retenido de la ultima precipitación.

5.1.3 Número de plántulas emergidas relacionado con la precipitación

La figura 12 muestra que con las primeras precipitaciones ocurridas al séptimo día después de la siembra prácticamente todas las variedades inician la fase de emergencia, la precipitación es muy importante esta fase fonológica, la no presencia de precipitaciones

pluviales entre la siembra y la emergencia del cultivo, disminuyen notablemente el porcentaje de emergencia, o por el contrario en caso de un precipitación de 6.4 mm existe la posibilidad de pérdidas de semilla por arrastre.

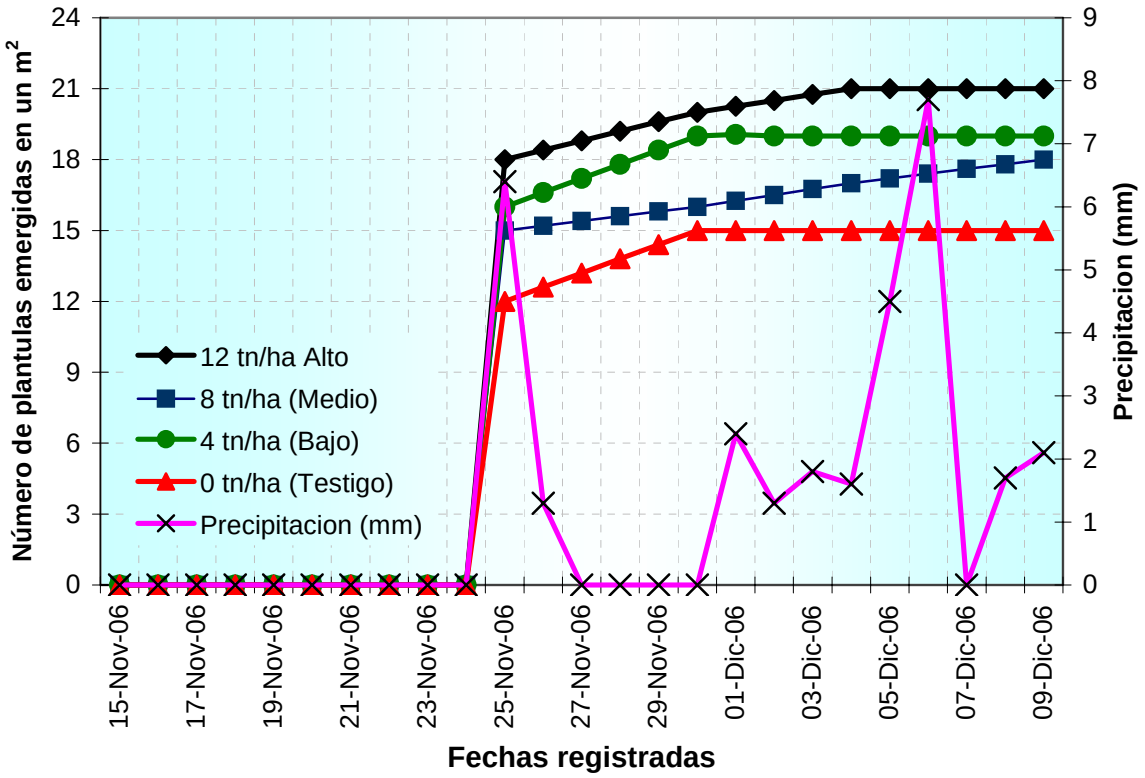


Figura 12. Número de plántulas emergidas en 1 m² con la aplicación de niveles de fertilización con estiércol ovino relacionado con la precipitación, comunidad Corpa-Tiwanacu 2006 – 2007.

En esta misma figura se puede notar que existe un aumento regular de plantas emergidas por día en 1 m², esto para el nivel de fertilización de 12 tn/ha con estiércol ovino, esta ocurrencia se la otorga al estiércol ovino, por que al tener propiedades como ser un mejorador del suelo en la estructura y conservar la humedad, ayuda o hacen que exista un alto porcentaje de plántulas emergidas con 20 plántulas/m².

En la misma figura 12 para el nivel de fertilización de 8 tn/ha se puede observar un constante incremento de plántulas emergidas de quinua, esto nos muestra que el estiércol con esta aplicación, también ayuda a conservar la humedad del suelo y consiguió una cantidad significativa de plantas emergidas (17 plántulas/m²).

Al realizar una comparación de curvas en la figura 12, se puede observar que el nivel bajo de 4 tn/ha y el nivel medio de 8 tn/ha tienen casi el mismo comportamiento ya que ambas llegan casi a la misma cantidad de plántulas emergidas (18 y 17 plantulas/m^2), y también presentan similares curvas, pero esto es solamente al inicio, exactamente cuando llegan las primeras precipitaciones pluviales de 6.4 mm.

Mientras que la curva del nivel medio se eleva constantemente, el nivel bajo detiene su incremento en número de plantas emergidas en el quinto día después de la precipitación pluvial, por lo que la curva se hacen paralela al eje x, interpretándose que este nivel prácticamente detiene su tasa de emergencia.

Si esta similitud que presentaron estos dos niveles no gráficamente sino al resultado al que llegan ambos con el mismo número de plantitas emergidas, la interpretación se hizo mas complicada, ya que no se puede asegurar en su totalidad que el nivel de 4 th/ha sea similar al nivel de 8 tn/ha, por que si se observa bien la figura 12 donde se encuentra la gráfica del nivel medio se aprecia una curva que eleva en forma constante, lo que nos indica claramente que este nivel de fertilización existía una tasa de emergencia progresiva diaria, y que en esas unidades experimentales aún existía humedad lo que no ocurre con el nivel bajo.

De acuerdo a la figura 12, el testigo de 0 tn/ha, nos muestra que la tasa emergencia de plántulas de quinua se detiene a los cinco días después de la siembra, por lo que se asume que las condiciones del suelo no eran las adecuadas para lograr una buena cantidad de plántulas emergidas.

Esto es bastante evidente ya que al realizar una observación detallada en la unidad experimental, se alcanzo a encontrar que el testigo en comparación al nivel de fertilización mas alto existían diferencias en humedad como en la estructura del suelo.

Para el testigo con las primeras precipitaciones pluviales de 6.4 mm logran emerger 15 plántulas de quinua, pero luego de la precipitación se tuvieron 5 días soleados por lo que el suelo se seca y no favorece a la semilla de quinua, su densidad aparente aumenta y existe un encostramiento del suelo, lo que no ocurre con el nivel de fertilización mas alto,

donde las condiciones para la emergencia de plántulas es más favorable gracias a que el estiércol ayuda a mejorar la estructura del suelo, en donde también se tiene mayor humedad y su densidad aparente disminuye, por lo que existe mayor cantidad de plántulas de quinua emergidas.

Al respecto Yobi (2001), señala que durante los primeros meses del establecimiento del cultivo es importante la humedad del suelo, para facilitar el desarrollo del sistema radicular, y el desarrollo de la parte aérea de manera lenta.

5.2. Variables agronómicas

De acuerdo a los resultados obtenidos a través de los análisis de varianza realizados, se observaron que no existieron diferencias significativas en las interacciones de los dos factores en estudio, por lo que en el presente trabajo se analizaron los factores que han demostrado significancía como fueron el factor variedades de quinua y niveles de fertilización con estiércol ovino, razón por la que no se cumplió el tercer objetivo planteado.

5.2.1. Altura de la planta

El análisis de varianza para esta variable se presenta en el cuadro 1 en anexo 3, en el cual se puede apreciar que el coeficiente de variación (CV) fue 11.57 % donde se encontró que existen diferencias altamente significativas para los niveles de fertilización orgánica con estiércol ovino, esto refleja que los niveles de fertilización con estiércol tuvieron un efecto favorable en la altura de la planta

El cuadro 12 presenta la prueba de Duncan realizada para la variable altura de la planta y niveles de fertilización con estiércol ovino.

Cuadro 12. Comparación de medias para la altura de la planta, con la aplicación de niveles de fertilización con estiércol ovino.

Niveles de Fertilización tn/ha		Altura de planta (cm)	Duncan (5%)
Alta	12 tn/ha	104.513	a
Media	8 tn/ha	98.412	b
Baja	4 tn/ha	89.438	c
Testigo	0 tn/ha	88.763	c

En la prueba de Duncan al 5% de probabilidad estadística nos muestra que la altura es superior para el nivel mas de fertilización de 12 tn/ha, con un promedio que alcanzo de 104.513 cm, seguido por el nivel de fertilización de 8 tn/ha con un promedio de 98.412 cm, para los niveles de fertilización baja de 4 tn/ha y el testigo estadísticamente fueron similares,

Maddonni y de la Fuente (2004) mencionan, que a medida que la planta crece en longitud, la panoja también crece vertical y horizontalmente en tamaño; sin embargo, esta relación esta influenciada por el efecto de clima y suelo, genotipo y el arreglo espacial del cultivo.

5.2.1.1. Altura de la Planta – Curvas de crecimiento

Las curvas de crecimiento que a continuación se presentan dan mas importancia al factor de niveles de fertilización con estiércol ovino, puesto que el análisis de varianza realizado para esta variable mostró diferencias altamente significativa para el factor niveles de fertilización y no significativas para el factor variedades de quinua.

Para las curvas de crecimiento que se presenta en la figura 13 es un seguimiento desde que las plántulas de quinua alcanzaron sus 2 hojas alternas verdaderas, los datos usados para este análisis fueron registrados por un periodo de 130 días aproximadamente (cuadro 1 anexo 2) y muestran el desarrollo de cada variedad.

En la misma figura 13 sé puede apreciar las curvas de crecimiento para las variedades Belén 2000, Uganda, Agro 2000 y Jiwaki, en las cuatro variedades existe una respuesta favorable a los niveles de fertilización, de 12 tn/ha y 8 tn/ha, consiguiendo así un mayor desarrollo en la altura de la planta con un promedio de 103 cm, en el caso particular de la variedad Huganda existe mayor desarrollo con nivel de fertilización medio, pero contradictoriamente a estos resultados en ambas variedades existe un menor desarrollo en la altura de la planta para él nivele bajo y el testigo.

La respuesta favorable en el desarrollo de la altura de planta de quinua se puede atribuir a la incorporación de estiércol ovino, por el aporte de nutrientes que brinda al desarrollo del cultivo, pero también se debe tomar en cuenta que el estiércol ovino es también una fuente de fósforo necesaria para un buen desarrollo radicular y potasio que son mas rápidamente asimilables para las plantas, y el nitrógeno disponible.

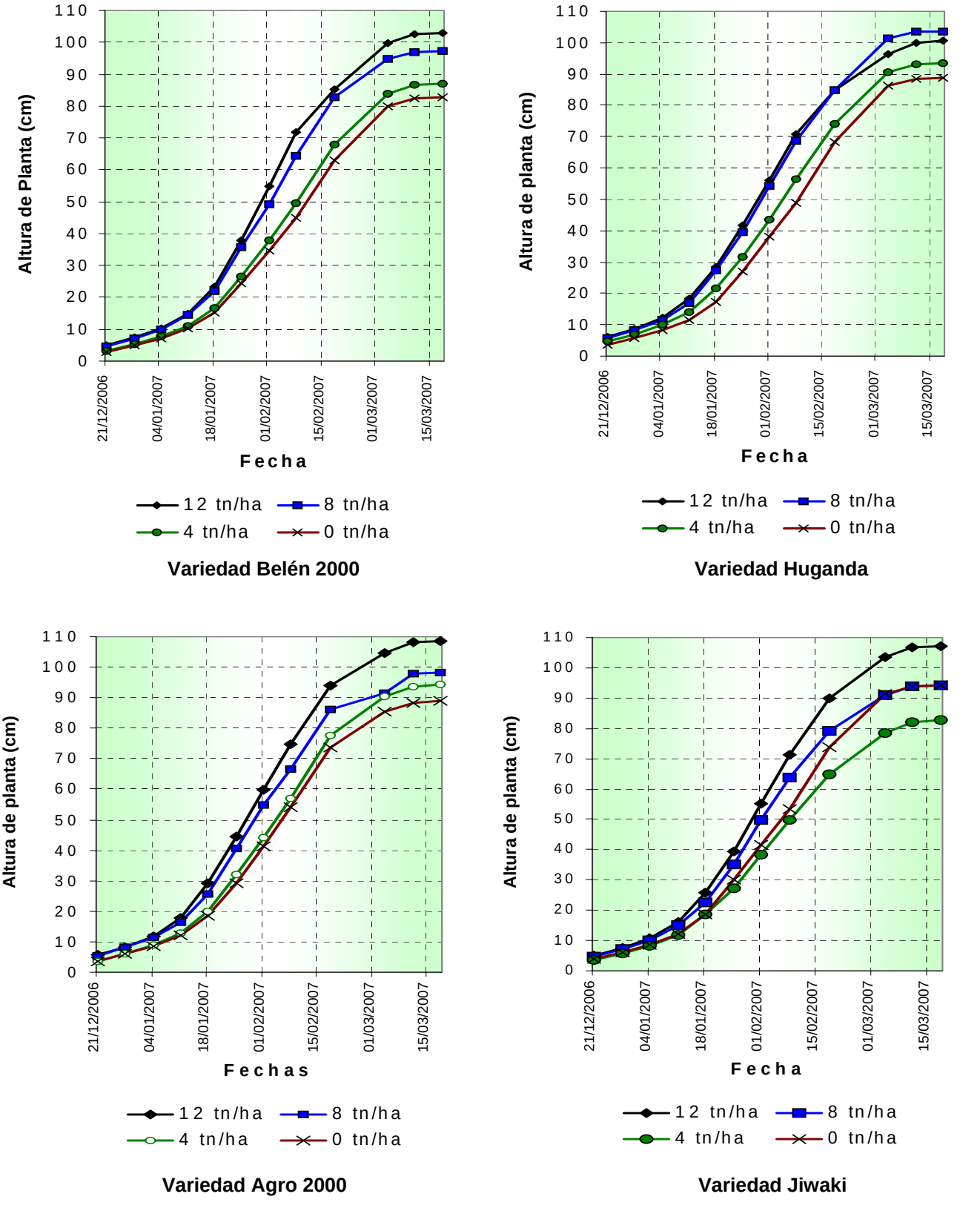


Figura 13. Curvas de crecimiento de 4 variedades de quinua con la aplicación de niveles de fertilización con estiércol ovino, comunidad Corpa-Tiwanacu. 2006-2007.

Gros (1983) indica que la fertilización con estiércol ovino es una fuente de nitrógeno y teniendo en cuenta que su mineralización aproximadamente es el 50% el primer año, 35% el segundo año y el 15% el tercer año. Es un producto muy apreciado con buenas respuestas agronómicas.

En la figura 14, se puede encontrar las curvas de crecimiento desde un punto de vista de niveles de fertilización respecto a las cuatro variedades, las curvas de crecimiento corroboran mas claramente el resultado del análisis de varianza, para el factor variedad, no significativo.

Del mismo modo se puede apreciar en la misma figura que cada curva de crecimiento perteneciente a cada variedad son similares en el desarrollo de la misma esto se puede ver mas notoriamente en los niveles alto de 12 tn/ha y el nivel medio de 8 tn/ha, esto nos demuestra que para estos niveles de fertilización, en la unidad experimental es como existiría una sola variedad de quinua, por que las curvas de crecimiento se sobreponen unas sobre otras.

En cambio para el nivel bajo de 4 tn/ha y testigo existen unas pequeñas pero notorias diferencias en las curvas de crecimiento, a pesar que para este factor variedad los resultados fueron de poca importancia para el análisis estadístico.

La razón por la que estas curvas tengan estas pequeñas diferencias probablemente se deba a que los niveles de fertilización bajo de 4 tn/ha y testigo no tienen ninguna incidencia en las variedades de quinua, y mas bien se deba a las características genéticas de las variedades, el suelo, humedad, fotoperíodo etc.

Al respecto Gandarillas y Bonifacio (1992), citado por Riquelme (1998), indica que los niveles bajos de altura se explica a condiciones climáticas y genéticas, así genes dominantes presentes en variedades tardías y semiprecoses exteriorizan alturas mayores, a diferencia de genes recesivos de variedades precoses que expresan alturas menores

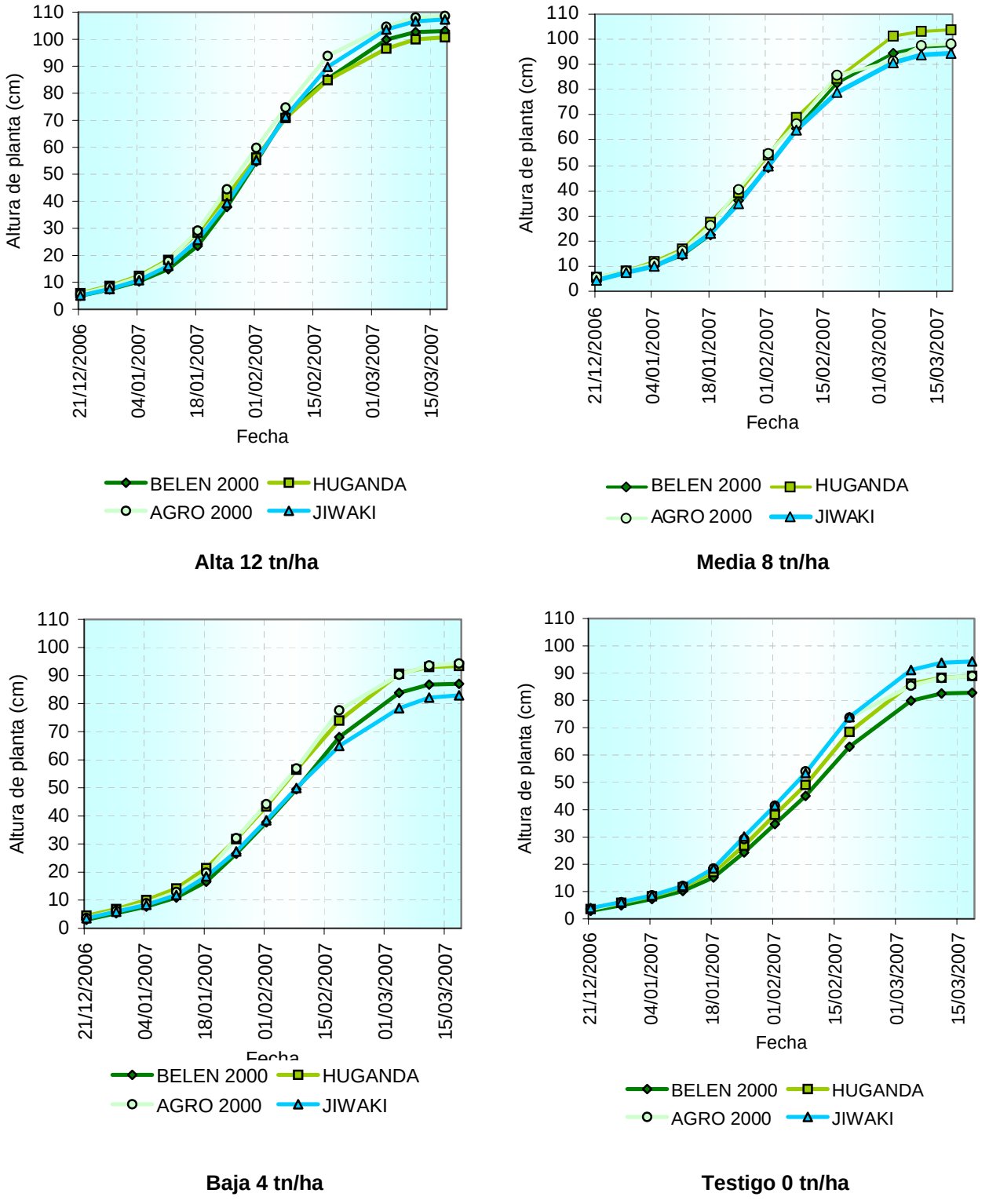


Figura 14. Curvas de crecimiento para niveles de fertilización por variedades de quinua, comunidad Corpa-Tiahuanacu 2006 – 2007.

5.2.2. Número de ramas

La ramificación del cultivo de la quinua esta estrechamente relacionado con la incorporación del estiércol ovino, así lo demuestra el análisis de varianza que se presenta para esta variable en el cuadro 2 en anexo 3, donde se puede encontrar un coeficiente de variación (CV) de 7.49%, con diferencias altamente significativas para los niveles de fertilización con estiércol ovino.

De acuerdo a la prueba de Duncan al 5% de probabilidad que se registra en el cuadro 13, se observan que los niveles de fertilización de 12 tn/ha y 8 tn/ha son estadísticamente similares, y alcanzaron mayor número de ramas, adquiriendo así un promedio de 32 y 30 ramas que se diferencian evidentemente del nivel bajo de 4 tn/ha y el testigo que también son estadísticamente parecidos.

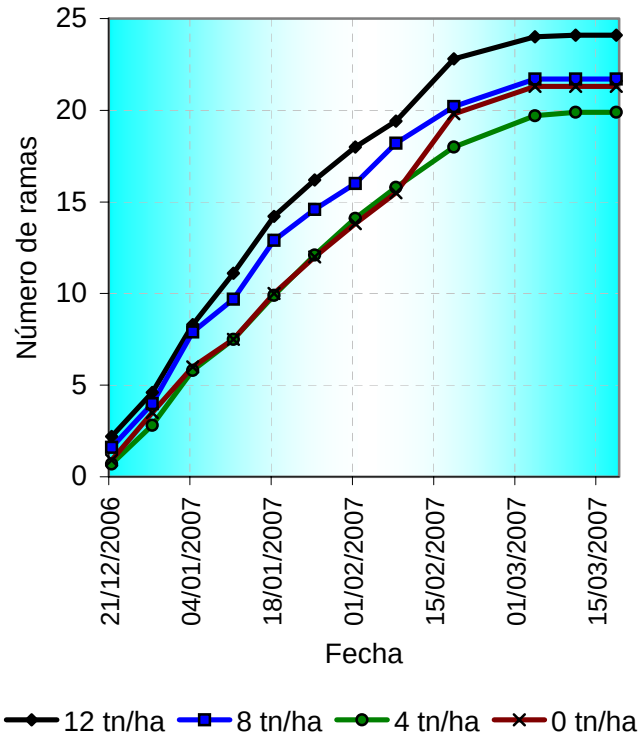
Cuadro 13. Comparación de medias de número de ramas, con la aplicación de niveles de fertilización con estiércol ovino.

Niveles de Fertilización		Número de ramas	Duncan (5%)
Alta	12 tn/ha	32	a
Media	8 tn/ha	30	a
Testigo	0 tn/ha	26	b
Baja	4 tn/ha	25	b

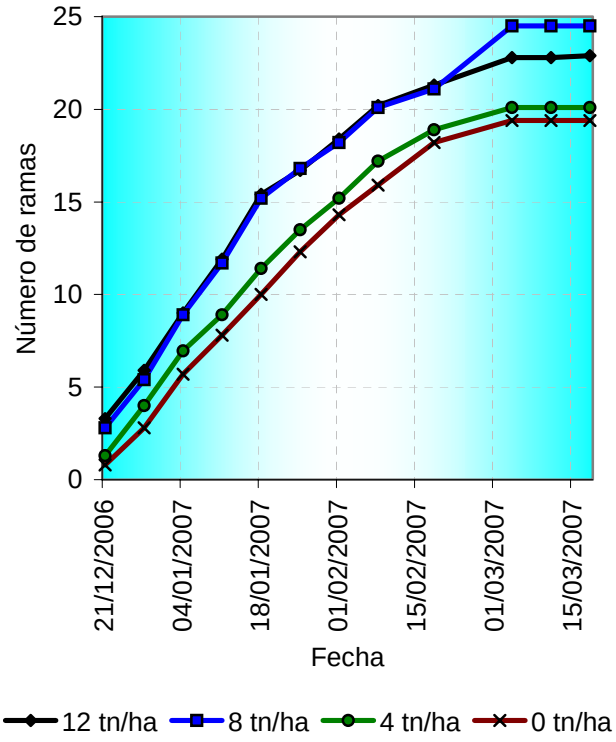
En el mismo cuadro también se puede notar que el nivel mas bajo de 4 tn/ha y el testigo si bien ambos son estadísticamente similares por mínima que sea la diferencia el testigo supera a nivel mas bajo en el número de ramas lo que demuestra que nivel de fertilización con 4 tn/ha no tiene mucha influencia en el cultivo de la quinua por lo menos para esta variable.

5.2.2.1. Curvas de ramificación

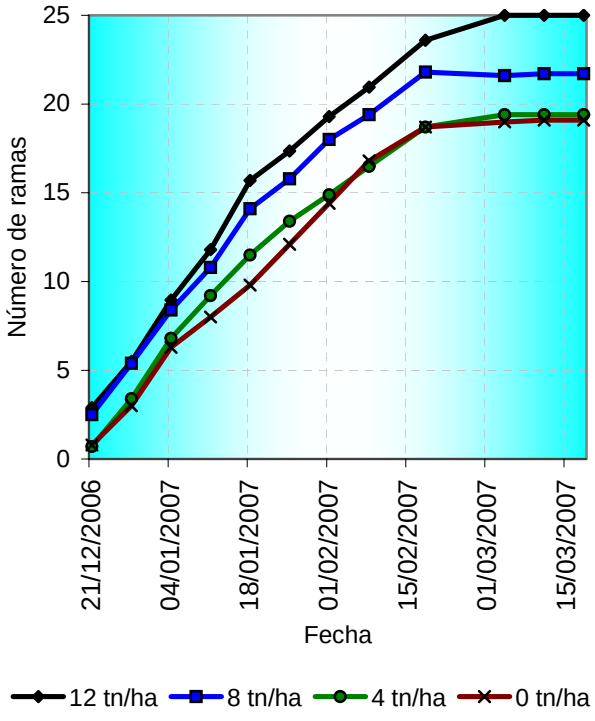
La relación que existe entre las curvas de ramificación y las curvas de altura de la planta, se puede encontrar en las figuras 13 y 15 que ambas están directamente relacionadas, a mayor altura que consiga la planta de quinua también tendrá mayor número de ramas



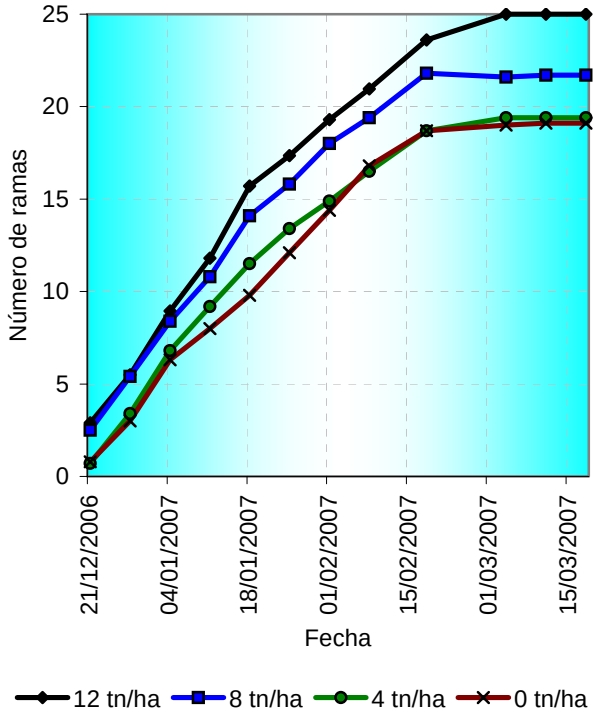
Variedad Belén 2000



Variedad Huganda



Variedad Agro 2000



Variedad Jiwaki

Figura 15. Curvas de ramificación de cuatro variedades de quinua con la aplicación de niveles de fertilización con estiércol ovino.

La aplicación de estiércol ovino en el cultivo de la quinua incrementó significativamente la ramificación de las variedades de quinua así lo demuestra la figura 15, donde los niveles de fertilización de 12 tn/ha y 8 tn/ha son los niveles que más número de ramas adquirieron y el nivel más bajo y el testigo se quedan rezagados, la curva llega a un punto donde se mantiene constante esto nos señala que la planta a concluido la etapa de ramificación para todos los niveles de fertilización.

En el análisis de varianza realizada para esta variable, no existen diferencias significativas entre variedades por este razón las curvas entre las variedades tienen mucha similitud lo que demuestra que el comportamiento de las variedades con respecto a esta variable de respuesta son bastante semejantes.

Gutiérrez (2003) encontró que las plantas de quinua sometidas a un raleo tuvieron un mayor numero de ramas a diferencia de plantas no raleadas, quienes también presentaban ramas pero en una menor cantidad, las plantas raleadas tenían mas competitividad en la asimilación de nutrientes y captación de luz. Por otra parte este tipo de comportamiento, muestra que la quinua es una planta apta para desarrollar más ramas a partir del tallo principal y ocupar el espacio disponible cuando se trata de una densidad baja (número de plantas por unidad de suelo).

5.2.3 Regresión lineal simple entre número de ramas y la altura de la planta

El objeto de este análisis de regresión fue investigar la relación estadística que existe entre la variable número de ramas (Y) en función de y la variable altura de la planta (X), la forma funcional que se utilizo para esta practica fue relación lineal $Y = a + bX$., rediciéndose así a una línea recta

Para poder visualizar el grado de relación que existe entre ambas variables, se puede observar en la figura 16 una dispersión de puntos representado en un sistema de coordenadas cartesianas de los datos numéricos observados, en el eje X se midió altura de la planta, y en el eje Y número de ramas, cada punto en el diagrama muestra la pareja de datos que corresponde a una determinada fecha.

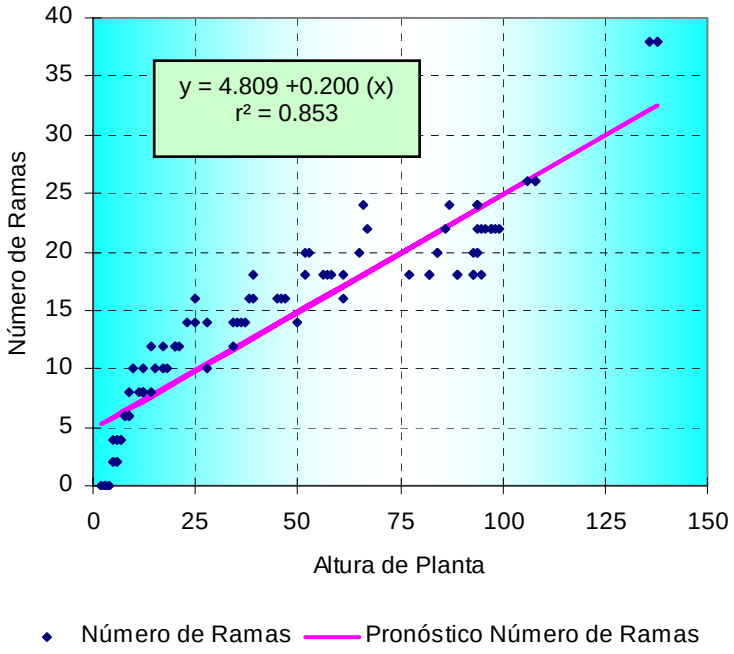


Figura 16. Altura de planta y número de ramas curva de regresión lineal

La figura 16 también nos muestra que existe una relación positiva entre ambas variables, es decir a una mayor altura de la planta corresponde un mayor número de ramas.

Si entre estas variables existiera una relación perfecta, entonces todos los puntos caerían a lo largo de recta de regresión, que también ha sido trazada y que muestra la relación promedio que existe entre ambas variables, la mayoría de los puntos no caen directamente sobre la recta, sino que están dispersos en torno a ella, esta dispersión representa la variación en (Y) número de ramas que no puede atribuirse a la variación en (X) altura de la planta.

En la ecuación general de la recta de regresión, claramente **b** es la pendiente de la recta y **a** el de la variable dependiente **Y** cuado **X** = 0, en consecuencia una vez estimados estos coeficientes, en la mayoría de las aplicaciones agronómicas el valor de **a** no tuvo una interpretación directa.

Así mismo, y tal como se deduce de la ecuación de la recta de regresión el coeficiente **b** nos da una estimación en la variable número de ramas (Y) por cada unidad en que se incrementa en altura de la planta (X), entonces podemos concluir que por cada 5 cm de altura de planta, existe un incremento de 1 rama aproximadamente

En la misma figura también se puede encontrar el coeficiente de determinación (r^2), en este caso, al hacer los cálculos respectivos, se obtuvo un valor de 0.853. Esto significa que existe relación directa entre número de ramas y atura de la planta con una seguridad del 85.3%.

5.2.4. Longitud de la panoja

En análisis de varianza para esta variable que se la presenta en el cuadro 3 en anexo 3, en donde se puede apreciar un coeficiente de variación de 11.62 %, que muestran diferencias altamente significativas para los niveles de fertilización y no significativas para las variedades.

De acuerdo a la prueba de Duncan, cuyo análisis de comparación de medias al 5% de probabilidad para esta variable, que se puede observar en el cuadro 14 que existen diferencias entre los niveles de fertilización donde el nivel mas alto de 12 tn/ha alcanza la mayor longitud de panoja con un promedio de 32.194 cm, le sigue inmediatamente el nivel medio con un promedio de 30.550 cm.

Para este análisis de medias, el nivel bajo y el testigo son estadísticamente iguales, mientras que para el factor variedades no existen diferencias, indicando de esta manera que las cuatro variedades de quinua presentan el mismo desarrollo en cuanto a longitud de panoja.

Cuadro 14. Comparación de medias de la longitud de panoja (cm), con la aplicación de niveles de fertilización con estiércol ovino.

Niveles de Fertilización		Longitud de la Panoja (cm)	Duncan (5%)
Alta	12 tn/ha	32.194	a
Media	8 tn/ha	30.550	b
Baja	4 tn/ha	26.369	c
Testigo	0 tn/ha	24.665	c

Maddonni y de la Fuente (2004), indica que a medida que la planta crece en longitud, la panoja también crece vertical y horizontalmente en tamaño; sin embargo, esta relación esta influenciada por el efecto de clima y suelo, genotipo y la densidad del cultivo.

5.2.5. Diámetro de panoja

Se afirma que cuando se suministra mayor cantidad de estiércol, indirectamente se esta aplicando nitrógeno en cantidades elevadas la cual favorece a la planta para su alta velocidad de crecimiento, al contrario de una adición en menor cantidad de estiércol el desarrollo es inferior en altura, como también a un aumento de suministro de nitrógeno hace crecer mas la parte aérea de la planta (Chilón, 1997).

Por esta razón se puede suponer que el análisis de varianza que se presenta en el cuadro 4 en anexo 3, exista diferencias altamente significativas para el factor niveles de fertilización con un coeficiente de variación (CV) de 16.21 %, las variedades responden de igual manera a la aplicación de estiércol ovino.

En el Cuadro 15 se puede apreciar la comparación de medias para el factor niveles de fertilización con una probabilidad del 5% para la prueba de Duncan, el nivel de fertilización mas alto de 12 tn/ha se registraron el mayor diámetro con un promedio de 7.56 cm que se diferencia de los demás niveles de fertilización, aparentemente el nivel bajo de 4 tn/ha y el testigo son estadísticamente idénticas.

Cuadro 15. Comparación de medias de diámetros de panojas con la aplicación de niveles de fertilización con estiércol ovino.

Niveles de Fertilización		Diámetro (cm)	Duncan (5%)
Alta	12 tn/ha	7.5688	a
Media	8 tn/ha	6.4125	b
Baja	4 tn/ha	5.5125	c
Testigo	0 tn/ha	5.1438	c

La figura 17 presenta las media de diámetro y longitud de panoja alcanzadas en la prueba de Duncan en donde se puede considerar que la relación que se encontró entre diámetro de la panoja y su longitud es directa, lo que nos indica que a mayor de longitud de la panoja casi siempre conseguirá un mayor diámetro de panoja.

Palma (2006), menciona que las variedades que respondieron mejor al efecto del raleo incrementando el diámetro de panoja fueron: Belén 2000, Huganda y Jiwaki con aumentos de hasta 1.1 cm de diámetro.

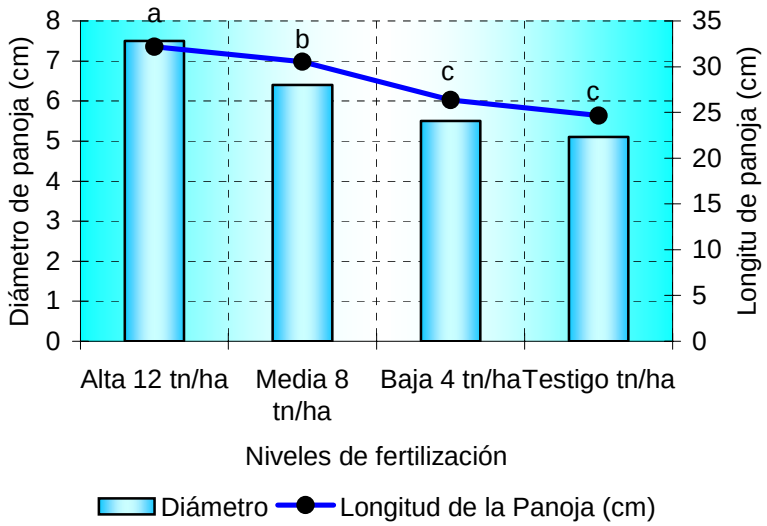


Figura 17. Comparación de medias de diámetro de panoja y longitud de panoja con la aplicación de niveles de fertilización.

5.2.6. Diámetro de tallo

En el análisis de varianza que se presenta en el cuadro 5 en anexo 3, mostró que existen diferencias altamente significativas para el factor variedad y el factor niveles de fertilización, con un coeficiente de variación 12.01 %.

En el cuadro 16, se muestra la prueba de Duncan al 5% de probabilidad, donde el diámetro para el nivel de fertilización de 12 tn/ha fue superior a los demás niveles, alcanzado así un promedio de 1.512 cm, seguido del nivel de fertilización de 8 tn/ha, también se encontró que el nivel de 4 tn/ha y el testigo que prácticamente son iguales.

Cuadro 16. Comparación de medias de diámetro de tallo con la aplicación de niveles de fertilización con estiércol ovino.

Niveles de Fertilización		Diámetro de tallo (cm)	Duncan (5%)
Alta	12 tn/ha	1.51250	a
Media	8 tn/ha	1.37500	b
Testigo	0 tn/ha	1.20000	c
Baja	4 tn/ha	1.20000	c

La prueba de Duncan al 5% de probabilidad, que se muestra en el cuadro 17 muestra que la variedad Agro 2000 tiene el diámetro de tallo mas alto con un promedio de 1.45 cm, lo que nos demuestra que esta variedad tiene mejor comportamiento a los niveles de fertilización o también se puede atribuir a sus características genotípicas, la variedad

Hudanga se encuentra en segundo lugar con un promedio de 1.35 cm y las variedades Jiwaki y Belén 2000 son estadísticamente iguales.

Cuadro 17. Comparación de medias de diámetro de tallo en cuatro variedades de quinua.

Variedades	Diámetro de tallo (cm)	Duncan (5%)
Agro 2000	1.45000	a
Huganda	1.35625	a
Jiwaki	1.24375	b
Belén 2000	1.23750	b

Respecto al diámetro de tallo en el cultivo de quinua Alanoca (2002) encontró mayores diámetros de tallos con un promedio de 1.29 cm, con un nivel de fertilización con urea de 80 kg N/ha y en cambio con 120 kg N/ha y testigo menores diámetros con un promedio de 0.99 mm.

5.2.7. Longitud de la raíz

El aporte que realiza la fertilización orgánica con estiércol ovino en la longitud de la raíz de la planta, expresa que existen diferencias significativas entre los niveles de fertilización, con un coeficiente de variación que fue del 17.16%, así lo demuestra el análisis de varianza de se la presenta en el cuadro 6 en anexo 3.

El cuadro 18 presenta las medias registras para la variable de longitud de la raíz, en donde en la prueba de Duncan al 5% de probabilidad, nos muestra que estadísticamente el nivel mas alto de 12 tn/ha y nivel medio de 8 tn/ha son similares, mientras que el nivel bajo de 4 tn/ha y el testigo ocupan una segunda posición donde ambos también son similares estadísticamente.

Cuadro 18. Comparación de medias de la longitud de la raíz con la aplicación de diferentes niveles de fertilización con estiércol ovino.

Niveles de Fertilización		Longitud de la raíz (cm)	Duncan (5%)
Alta	12 tn/ha	21.021	a
Media	8 tn/ha	19.923	a
Baja	4 tn/ha	15.975	b
Testigo	0 tn/ha	14.038	b

El sistema radicular de los cultivos ocupa el horizonte del suelo con mayor provisión de materia orgánica, y tanto las raíces vivas como aquellas senescentes o muertas, suministran substratos para el crecimiento microbiano. (Slafer, 2004).

5.2.8. Índice de cosecha

El índice de cosecha (IC) es la relación del **peso de la planta** con respecto del **peso del grano**. Refleja la partición de fotoasimilados hacia los granos. Se define usualmente como la proporción del peso seco total de la planta que se acumula en los órganos cosechados. (Slafer, 2004).

Para esta variable de respuesta se realizo un análisis por separado de ambos componentes del índice de cosecha.

a) Peso de planta

En análisis de varianza para el peso de planta que se describe en el cuadro 7 en anexo 3, se puede evidenciar que tiene un coeficiente de variación 16.78 %, donde existen diferencias altamente significativas entre los niveles de fertilización y no así entre variedades.

El cuadro 19 muestra la prueba de Duncan al 5% de probabilidad, al realizar la comparación de medias se encontró que existe diferencias en los niveles de fertilización, en forma descendente de mayor a menor en donde el nivel de fertilización mas alto siempre es el mas beneficiado mientras el nivel bajo y el testigo estadísticamente son semejantes.

Cuadro 19. Comparación de medias del peso de la planta en diferentes niveles de fertilización con estiércol ovino.

Niveles de Fertilización		Peso de Planta (gr)	Duncan (5%)
Alta	12 tn/ha	113.719	a
Media	8 tn/ha	94.719	b
Baja	4 tn/ha	76.656	c
Testigo	0 tn/ha	70.300	c

b) Peso de grano por planta

El análisis de varianza que se presenta en el cuadro 8 en anexo 3, para esta variable tuvo un valor de 17.89 % de coeficiente de variación (CV), en donde existen deferencias significativas para el factor de niveles de fertilización.

El cuadro 20 refleja la prueba de Duncan al 5% de probabilidad, en donde el nivel mas alto de fertilización tiene el mayor peso de grano por planta con un promedio que alcanza el 44.48 gr.

Cuadro 20. Comparación de medias del peso de grano en diferentes niveles de fertilización con estiércol ovino.

Niveles de Fertilización		Peso de grano (gr)	Duncan (5%)
Alta	12 tn/ha	44.481	a
Media	8 tn/ha	39.975	b
Baja	4 tn/ha	29.794	c
Testigo	0 tn/ha	26.100	c

En la figura 18 se puede encontrar la prueba de medias de las variables peso de la planta y el peso de grano donde tienen una relación directa donde a mayor peso que alcanza la planta mayor también será el peso de su grano.

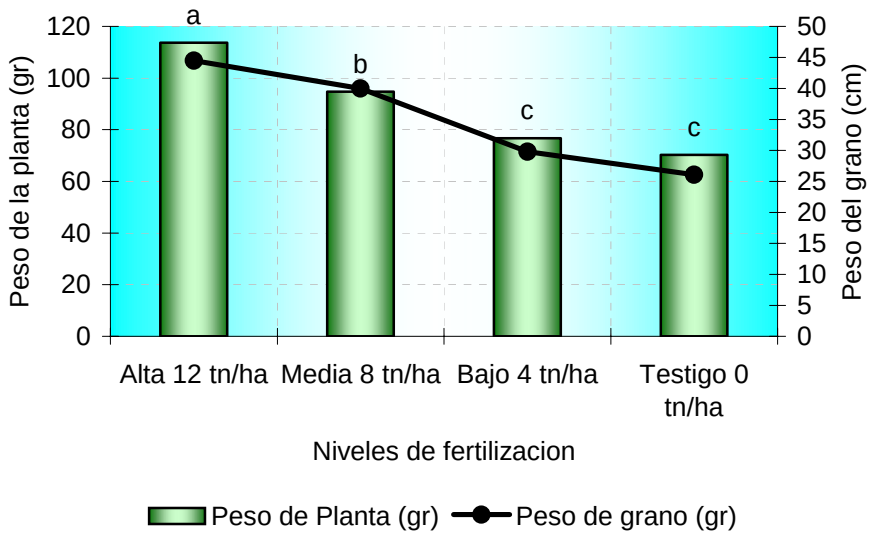


Figura 18. Comparación de medias del peso de planta y el peso de grano con la aplicación de niveles de fertilización con estiércol ovino.

c) Índice de cosecha

Con estas dos variables, peso de la planta y el peso de grano se pudo conseguir los valores del índice de cosecha (IC) cuyo análisis de varianza se la encuentra en el cuadro 9 anexo 3, se determino un valor de coeficiente de variación del 14. 62%, a diferencia de los demás análisis de varianza que se realizo para las anteriores variables, esta variable en particular no tiene diferencias significativas para ninguno de los factores.

Así se puede advertir en el cuadro 21 que la diferencias de medias entre los niveles de fertilización son mínimas, encontrando así la efectividad de la planta en la producción de grano, traduciéndolo el valor del índice de cosecha en porcentaje se encontró que un 40 % de los nutrientes que absorbió la planta del suelo y la incorporación de niveles de fertilización orgánica con estiércol ovino, van directamente a los granos de la planta quinua.

Cuadro 21. Comparación de medias del índice de cosecha (IC) en diferentes niveles de fertilización con estiércol ovino.

Niveles de Fertilización		Índice de Cosecha	Duncan (5%)
Alta	12 tn/ha	0.43125	a
Media	8 tn/ha	0.40625	a
Baja	4 tn/ha	0.40000	a
Testigo	0 tn/ha	0.39375	a

Aplicando al cultivo de la quinua estiércol ovino se consiguió plantas mas desarrolladas, en área foliar, ramificación, crecimiento radicular y la formación de granos, encontrando así divisiones de mayor proporción de peso de la planta y granos. Ahora viéndolo desde un punto de vista del testigo, se encontró plantas menos desarrollas poca área foliar, menor ramificación, raíces no tan profundas y escasa formación de granos, teniendo así divisiones de menor proporción, pero ambos casos llegando a un mismo resultado promedio de 0.4 de índice de cosecha (IC), estadísticamente son similares.

Espindola (1995), citado por Riquelme (1998), sostiene que factores adversos tales como heladas, sequía y mildiu, afectan directamente al índice de cosecha consecuentemente la producción será baja.

Si bien el análisis de varianza realizada para esta variable fue no significativo para ambos factores, Apaza (2006), encontró datos aproximados en el índice de cosecha para la

variedad Huganda, donde nos indica que para 100 g de materia seca producida por esta variedad, el 38 % son distribuidos a los granos, en cambio que para el resto de las variedades como Agro 2000 y Jiwaki, encontró por cada 100 g de materia seca producida, solo el 24.8 y 24.5 % van dirigidos a los granos, que a partir de las mismas condiciones ambientales y de suelo, la variedad Huganda, valora mas los factores de producción como la luz solar, agua y nutrientes del suelo.

5.2.9. Componente de rendimiento

Peso de 1000 semillas

En análisis de varianza que se muestra en el cuadro 10 en anexo 3, se presenta un coeficiente de variación de 4.17 % en el mismo existen diferencias altamente significativa para ambos factores.

El cuadro 22 presenta la comparación de medias para el peso de 1000 semillas, en diferentes niveles de fertilización con estiércol ovino, con una probabilidad del 5% en la prueba de Duncan, donde se puntualiza que el nivel de fertilización alta de 12 tn/ha y el nivel medio de 8 tn/ha son similares estadísticamente, lo mismo ocurre para el nivel bajo de 4 tn/ha y el testigo pero en este caso para las medias del peso de mil semillas quedan en un segundo lugar.

Cuadro 22. Comparación de medias del peso de 1000 semillas en diferentes niveles de fertilización orgánica con estiércol ovino.

Niveles de Fertilización		Peso de 1000 semillas (gr)	Duncan (5%)
Alta	12 tn/ha	4.53125	a
Media	8 tn/ha	4.49375	a
Baja	4 tn/ha	4.07500	b
Testigo	0 tn/ha	4.03125	b

El peso de 1000 semillas nos indica el tamaño y peso de las semillas, por otro lado, sus características fenotípicas que están determinados por su genotipo y influencia del medio ambiente (Wahili, 1990).

El cuadro 23 presenta el peso de la planta de la variedad Huganda que con la aplicación de 12 tn/ha con estiércol ovino, logró un peso de 1000 semillas superior a las demás variedades, con un promedio de 4.475 gr por lo que se puede considerar que su mayor

peso se deba a un mayor diámetro de grano, y que estas además sean mas compactas que las otras tres variedades de quinua.

Al respecto Apaza (2006), refiriéndose a la variedad Huganda, encontró un peso de 100 semillas de 0.457 g este dato se asemeja a los obtenidos en el presente estudio, del peso de 1000 semillas, con los niveles de fertilización.

Cuadro 23. Comparación de medias del peso de mil semillas para cuatro variedades de quinua.

Variedades	Peso de Planta (gr)	Duncan (5%)
Huganda	4.47500	a
Jiwaki	4.33125	b
Belén 2000	4.16250	c
Agro 2000	4.16150	c

En el mismo cuadro 23 muestra además que las variedades Agro 2000 y la Belén 2000 son estadísticamente semejantes, esto se debe al bajo peso de 1000 semillas y a su menor diámetro de grano. Al respecto Ramos (2000) coinciden en que el peso de 100 semillas esta estrechamente relacionado con el tamaño de las mismas.

5.2.10. Rendimiento en grano

Para esta variable en particular se realizo la siguiente consideración, se dividió el rendimiento en grano en tres resultados posibles, rendimiento de plantas elegidas al azar (plantas marbeteadas), plantas muestreadas en 1 m² de superficie y plantas cosechadas en la totalidad de la unidad experimental, encontrando así que no expresan los mismos valores, los tres rendimientos difieren unos de otros. El rendimiento de un cultivo de grano queda definitivamente establecido, y puede ser medido, recién al finalizar el ciclo del cultivo. (Slafer, 2004).

Rendimiento en grano de plantas muestreadas por m² de superficie

En el análisis de varianza para esta variable que se encuentra en el cuadro 13 en anexo 3, en donde se puede observar un coeficiente de variación de (CV) de 14.96 % donde se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los niveles de fertilización y las variedades de quinua.

El cuadro 24 presenta la prueba de Duncan al 5% de probabilidad, donde se muestra la comparación de medias para el rendimiento en grano por m², para esta variable se registraron los rendimientos mas elevados para los niveles de fertilización, de 12 tn/ha y de 8 tn/ha en el cual estadísticamente son similares, en el mismo cuadro se puede distinguir que el testigo tiene el rendimiento mas bajo.

Cuadro 24. Comparación de medias del rendimiento en grano de plantas muestreadas por m² de superficie con diferentes niveles de fertilización.

Niveles de Fertilización		Rendimiento en grano (Kg/ha)	Duncan (5%)
Alta	12 tn/ha	2309.3	a
Media	8 tn/ha	2299.6	a
Baja	4 tn/ha	2017.0	b
Testigo	0 tn/ha	1660.5	c

En el Cuadro 25 se muestra la prueba de comparación de medias para el factor variedades de quinua, que de acuerdo a la prueba de Duncan a 5% de probabilidad, el rendimiento registrado para la variedad Huganda fue de 2336.8 tn/ha superior y diferente de los valores que se registraron para las variedades Jiwaki, Agro 2000 y Belén 2000.

Cuadro 25. Comparación de medias del rendimiento en grano muestreadas por m² para cuatro variedades de quinua.

Variedades de quinua	Rendimiento en grano (Kg/ha)	Duncan (5%)
Huganda	2336.8	a
Jiwaki	1934.1	b
Agro 2000	1892.1	b
Belén 2000	1873.5	b

En el cuadro 26 muestra los rendimientos de las cuatro variedades de quinua obtenidos en estudios anteriores en la E. E. Belén.

Cuadro 26. Rendimiento en grano para las cuatro variedades de quinua. (E. E. Belén, 2003)

Variedades de quinua	Rendimiento en grano (Kg/ha)
Huganda	1830
Agro 2000	1550
Jiwaki	1270
Belén 2000	1590

Al respecto Slafer et al., (2004), señala que el rendimiento individual depende de la capacidad de manutención del suelo, del efecto climático y de la plasticidad de los genotipos en la generación de un mayor numero de estructuras reproductivas por planta.

La figura 19 nos muestra la comparación de los rendimientos, donde los rendimientos conseguidos muestreado plantas por m², plantas marbeteadas (cuadro 3 en anexo 2), tienen los rendimientos más altos que se alejan del rendimiento obtenido en condiciones de campo (cuadro 5 en anexo 2), el problema de estos rendimientos es que no reflejan el rendimiento real conseguido en condiciones de campo es ambos casos los rendimientos no consideran la totalidad de la superficie.

Este valor de rendimiento de grano que se obtienen por unidad experimental refleja el rendimiento real que se consiguió en condiciones de campo, pero este valor reducido del rendimiento grano se debe principalmente a la incidencia de granizada que sufrió el cultivo en fase fonológica de emergencia y llenado de grano, las precipitaciones con intensidades de 12 mm provocaban escorrentía superficial y al ser el suelo de una textura franco provocaba el arrastre del suelo suficiente para que la planta caiga, por está razón disminuye la densidad de plantas por unidad de superficie lo que implica que también habrá una disminución del rendimiento en grano.

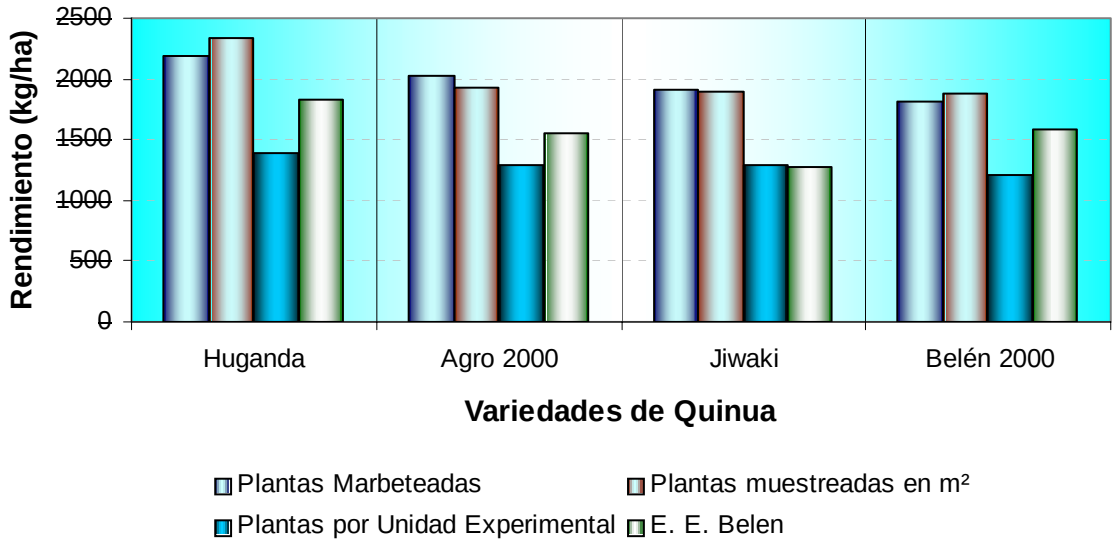


Figura 19. Comparación de medias de los rendimiento en grano de cuatro variedades de quinua para, plantas marbeteadas, plantas muéstralas por m² y plantas por la totalidad de la unidad experimental, relacionados con los rendimientos estudiados en la E. E. Belén

5.2.11. Incidencia de mildiu

La evaluación en campo que se presenta en el cuadro 6 en anexo 2, se basa principalmente en términos de incidencia expresado como el porcentaje de plantas afectadas con relación a la población total.

Esta evaluación se realizo, a los 125 días después de la siembra, el cultivo se encontraba en la etapa fenológica de floración. Se puede encontrar en la figura 20 un promedio de las cuatro variedades de 7.5 % de plantas afectadas por el mildiu, para el nivel de fertilización alto de 12 tn/ha, principalmente en plantas pequeñas por debajo de los 45 cm de altura, la causa para esta susceptibilidad se puede atribuir al estiércol ovino ya que el estiércol al ser un elemento higroscópico genera mas humedad para la planta de la quinua lo que le hace susceptible al mildiu.

También en la misma se puede notar que las menos afectadas por el mildiu es el testigo con un promedio de 2.87 % para las cuatro variedades de quinua.

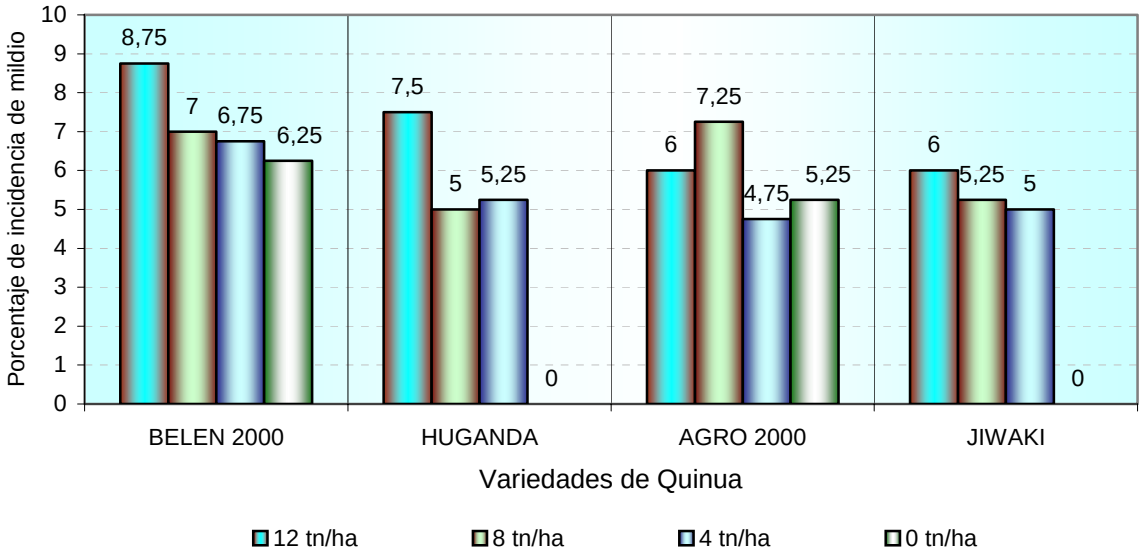


Figura 20. Comparación de medias de la incidencia de mildiu con la aplicación de niveles de fertilización.

En cuanto a las variedades estudiadas en la unidad experimental que se muestra en la figura 20, se puede encontrar un bajo porcentaje de incidencia de mildiu con un promedio de Belén 2000 7.1 %, Huganda 4.43 %, Agro 2000 5.81 % y Jiwaki 4 %, esto sin tomar

en cuenta los niveles de fertilización, este bajo porcentaje de incidencia se debe a que las cuatro variedades de quinua tienen un grado de tolerancia al mildiu. La incidencia probablemente se deba a la alta precipitación y poca iluminación solar en los meses de febrero y marzo provocaron condiciones ambientales con alta humedad que favorecieron el desarrollo del mildiu.

Al respecto Palma las condiciones que ocasionaron el desarrollo del patógeno fueron las frecuentes precipitaciones pluviales, la humedad relativa y temperaturas entre 12 y 20ºC. Sobre el tema Mujica *et al.,* (2001) afirma que temperaturas de 13 y 18ºC, altas precipitaciones y humedad relativa mayor a 80%, estimulan la presencia del patógeno.

5.2.12. Severidad del mildiu

Evaluar una enfermedad en campo es complicado y depende de la metodología, época e instrumentos (escalas) de evaluación. Danielsen y Ames (2000) aconseja, determinar el porcentaje del área foliar afectado en hojas individuales y no en plantas enteras.

La figura 21 nos muestra la severidad que se presenta en los distintos niveles de fertilización, en donde se puede apreciar que el nivel de fertilización mas alto tiene ligera susceptibilidad a la severidad del mildiu, también se puede notar que las hojas afectas son las hojas mas jóvenes y pequeñas.

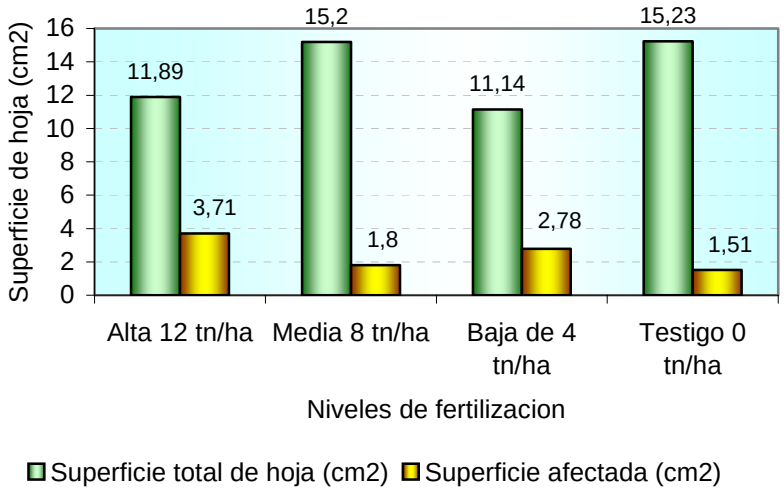


Figura 21. Severidad de mildiu con la aplicación de diferentes niveles de fertilización con estiércol ovino.

Según el autor Alandia (1980) citado por Butron (1996) señala que el efecto progresivo de la paracitacion del hongo es la defoliación. Sobre el tema CIP-DANIDA; UNALM; CIP: UNAP (1999), expresan, que las hojas inferiores son las primeras en ser afectadas por el mildium por ser la zona que concentra humedad por mas tiempo.

Asimismo como resultado de investigaciones recientes, Quisbert (2006), encontró que bajo condiciones climáticas del Altiplano norte, los índices de severidad fluctuaron entre 24 a 38% para las variedades Agro 2000, Huganda y Jiwaki.

5.3. Variables edafológicas

5.3.1. Densidad aparente

La figura 22 presenta el comportamiento de la densidad aparente, al aplicar niveles de fertilización con estiércol ovino disminuyo considerablemente la densidad aparente del suelo de 1.65 gr/cm³ en el testigo a 1.48 gr/cm³ con el nivel de fertilización alto de 12 tn/ha, esto nos indica que estos suelos se encontraban al inicio del experimento compactados, pero al con la incorporación de niveles de fertilización tienden a ser un suelo mas liviano.

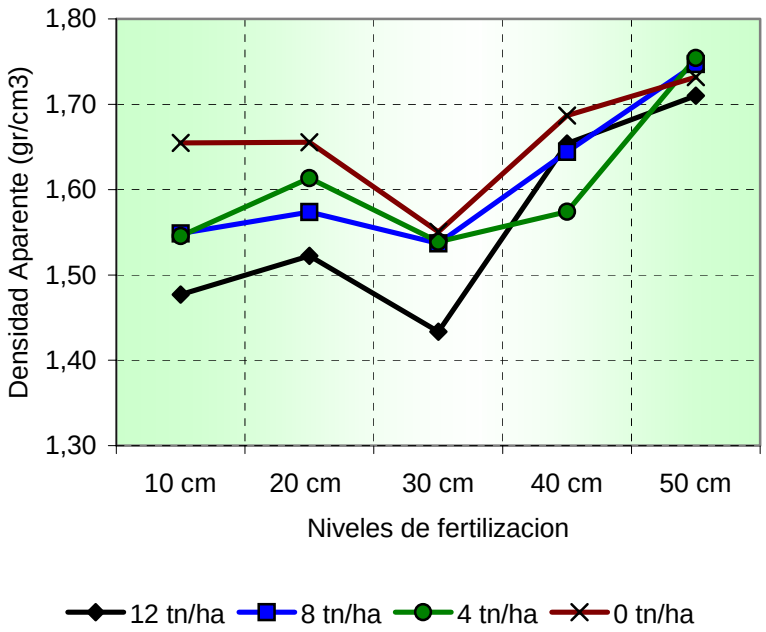


Figura 22. Comportamiento de la densidad aparente en 5 profundidades de suelo bajo diferentes niveles de fertilización orgánica con estiércol ovino.

La misma figura muestra también que las curvas de los niveles de fertilización se inician en distintos puntos con diferentes densidades aparentes, pero todas llegan a un mismo punto, este comportamiento se debe a que la fertilización del suelo solamente se lo realizo en la capa arable, aproximadamente a los 30 cm de profundidad, la estructura interna del suelo no fue alterada a la profundidad de 50 cm, razón por la que tienen la misma densidad aparenté. Entonces se puede decir que el estiércol ovino es un mejorador de la densidad aparente del suelo en las tres primeras profundidades.

La densidad aparente afecta al crecimiento de las plantas debido al efecto que tienen la resistencia y la porosidad del suelo sobre las raíces. Con un incremento de la densidad aparente, la resistencia mecánica tiende a aumentar y la porosidad del suelo tiende a disminuir, con estos cambios limitan el crecimiento de las raíces a valores críticos. Los valores críticos de la densidad aparente para el crecimiento de las raíces, varían según la textura que presenta el suelo y de la especie de que se trate. Por ejemplo, para suelos arenosos una densidad aparente de 1.759 Kg m-3 limita el crecimiento de las raíces de girasol, mientras que en suelos arcillosos, ese valor crítico es de 1.460 a 1630 Kg m-3, para la misma especie (Jones, 1983).

5.3.2 Humedad de suelo.

Se considera que el estiércol ovino puede ser considerado como un elemento higroscópico que capta humedad y la distribuye uniformemente en el espacio radical de las plantas.

Al presentarse períodos de baja humedad del suelo, los terrenos con aplicación de estiércol pudieron seguir aportando nutrientes a las plantas por la humedad que ha retenido por la ultima precipitación. Con el objetivo de observar el efecto del estiércol ovino en la relación suelo - planta se realizo el análisis de datos del comportamiento de humedad volumétrica del suelo con la aplicación de diferentes niveles de estiércol ovino de 12 tn/ha, 8 tn/ha, 4 tn/ha y 0 tn/ha.

En la figura 23 se expone el comportamiento de la humedad volumétrica con cobertura vegetal del cultivo de la quinua, se tomaron 5 lecturas de humedad volumétrica en cinco fechas distintas del ciclo de cultivo, primera lectura el 11 de marzo, segunda lectura 21 de marzo, tercera lectura 31 de marzo, cuarta lectura 10 de abril y quinta lectura 22 de abril del 2007, también estos se encuentran en mas detalle en los cuadros 8 y 9 en anexo 2.

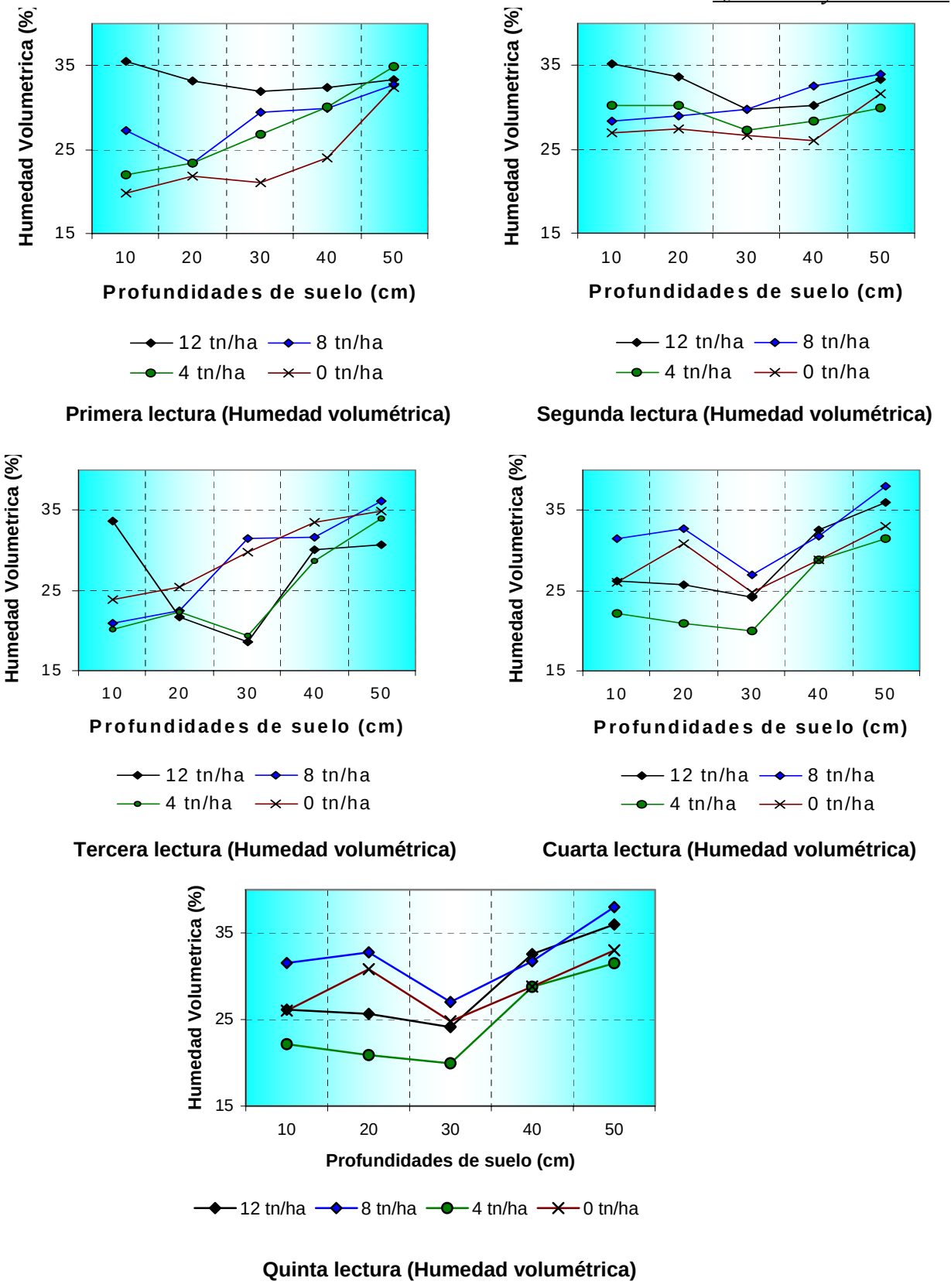


Figura 23. Comportamiento de la humedad volumétrica en diferentes profundidades del suelo bajo la aplicación de niveles de fertilización con estiércol ovino.

Con el nivel de fertilización de 12 tn/ha y a una profundidad de 10 cm, se registraron las mayores humedades volumétricas con un promedio del 31.4 %, y en forma descendente los demás niveles de fertilización van disminuyendo aun promedio de 28.2 %, 24.4% y 23.4%, también se puede observar en la misma figura que a una profundidad de 50 cm todos los niveles llegan casi a una misma humedad promedio de 34.2 %, este comportamiento probablemente se debe a que el estiércol ovino no se encuentra a esa profundidad, en la preparación del suelo solo se removió la capa arable de 30 cm aproximadamente.

En las dos primeras dos fechas sé tuvo una precipitación de 7 mm y 15 mm, esto explicaría el alto contenido de humedad probablemente en ese momento el suelo se encontraba en capacidad de campo, en cambio para las siguientes fechas las precipitaciones van disminuyen paulatinamente.

La figura 24 muestra el comportamiento de la humedad volumétrica sin cobertura vegetal, luego de haber realizado la cosecha se realizo dos lecturas mas de la humedad volumétrica, en donde se encontró un comportamiento diferente al de la figura 23, las humedades volumétricas son mínimas a los 10 cm de profundidad con un promedio de 12.63 %, en cambio a los 50 cm de profundidad la humedad volumétrica tiene un promedio de 33.75 % similar a la que se encontró en la figura 23

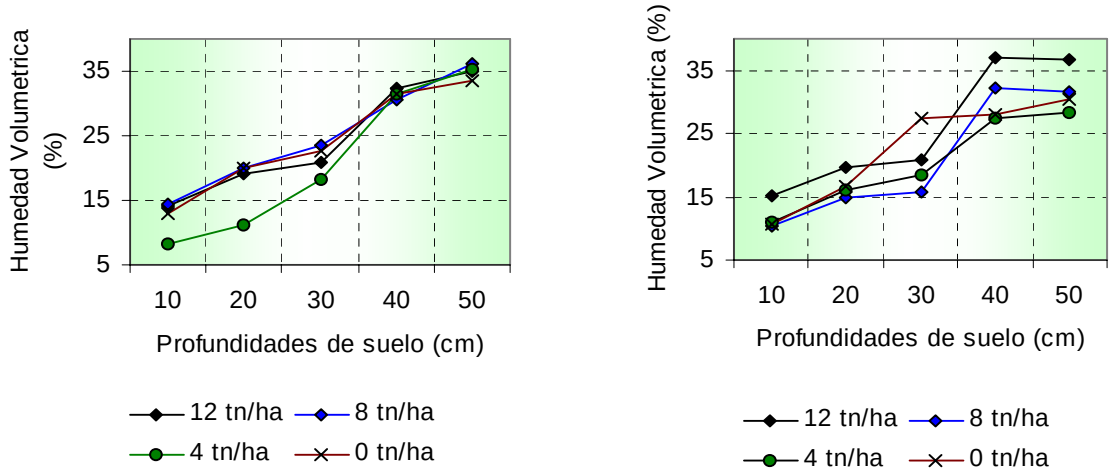


Figura 24. Comportamiento de la humedad volumétrica a diferentes profundidades del suelo con la aplicación de niveles de fertilización con estiércol ovino sin cobertura vegetal.

Durante estas dos ultimas lectura en fechas 13 y 28 de mayo, no se presentaron precipitaciones lo que puede ser la razón de la disminución de las humedades volumétricas en la capa arable del suelo.

5.4 Variables económicas

El análisis económico se lo realizo de acuerdo del manual de Programas de Economía del CIMMYT, titulado "*Formulación de Recomendaciones a partir de datos agronómicos*".

Fue esencial el análisis económico de los resultados, pues ayudo a la recomendación a considerar desde el punto de vista del agricultor, a decir cuales tratamientos merecen mayor recomendación y se deben proponerle al agricultor.

Para el análisis económico desde el punto de vista de variedades de quinua no se encontró modificaciones en los costos, el análisis económico no fue de mucha utilidad para comparar las variedades de quinua. Por lo tanto el análisis económico se enfoco principalmente en los niveles de fertilización.

El cuadro 27, detalla los datos de los niveles de fertilización y los rendimientos para cada nivel, como también el costo de cada insumo, un ajuste del rendimiento del 15 % y una tasa de retorno mínima del 100 %.

Cuadro 27. Costos de insumo posniveles de fertilización con estiércol con ovino.

Tratamientos	Niveles de Fertilización	Rendimiento Medio (kg/ha)
Testigo	0 tn/ha	1660.5
Bajo	4 tn/ha	2017.0
Medio	8 tn/ha	2299.6
Alto	12 tn/ha	2309.3
Costo de insumos		
Precio de campo Semilla	380 Bs/qq	
Precio del Fertilizante	200 Bs/tn	
Mano de Obra Jornal	35 Bs/dia	
Ajuste al rendimiento	15 %	
Tasa de retorno mínimo	100 %	

a) Costos que varían (Bs/ha)

Fue fundamental tomar en consideración todos los costos que varían, por que están directamente relacionados con los insumos utilizados por el cambio de cada nivel de fertilización. En el cuadro 28 se describe los niveles de fertilización y su respectivo resultado de los cálculos de costos que varían, los detalles de las operaciones se las describe en el anexo 5.

Cuadro 28. Costos que varían por niveles de fertilización

		Niveles de Fertilización			
		0 tn/ha	4 tn/ha	8 tn/ha	12 tn/ha
Semilla	Bs/ha	64	64	64	64
Fertilización (Estiércol Ovino)	Bs/ha	0	800	1600	2400
Mano de obra para aplicar el fertilizante	Bs/ha	0	140	280	420
Mano de obra para deshierbe	Bs/ha	140	140	140	140
Mano de obra para cosecha	Bs/ha	1667	1667	1667	1667
Mano de obra para trillar	Bs/ha	1667	1667	1667	1667
Mano de obra para venteado	Bs/ha	129	153	174	176
Tractor Agrícola para remoción de suelo y rastrado	Bs/ha	700	700	700	700
Total de costos que Varían	Bs/ha	4367	5331	6292	7234

b) Beneficio bruto de campo y Beneficio neto (Bs/ha)

El cuadro 29 presenta datos de rendimiento medio, rendimiento ajustado en una disminución del 15 %, beneficios brutos de campo, total de costos que varían y los benéficos netos, detallada para cada nivel de fertilización con estiércol ovino.

Con estos resultados del total de costos que varían y los beneficios netos se realizaron comparaciones, para saber el aumento de los costos que se requieren para obtener un determinado incremento de los beneficios netos.

Cuadro 29. Presupuesto parcial por niveles de fertilización.

		Niveles de Fertilización			
		0 tn/ha	4 tn/ha	8 tn/ha	12 tn/ha
Rendimiento Medio	Kg/ha	1660.5	2017.0	2299.6	2309.3
Rendimiento Ajustado	Kg/ha	1411.4	1714.5	1954.7	1962.9
Beneficios Brutos de Campo	Bs/ha	11291.4	13715.6	15637.3	15703.2
Total de costos que Varían	Bs/ha	4367	5331	6292	7234
Benéficos Netos	Bs/ha	6924.4	8384.6	9345.3	8469.2

Antes de realizar las curvas de beneficios netos y el cálculo de retorno marginales, se realizo un examen de los costos y beneficios de cada tratamiento, denominado análisis de dominancia.

c) Análisis de dominancia

Con este análisis de dominancia se logró excluir uno de los tratamientos que como consecuencia simplifico el análisis, en el cuadro 30 se enumera el total de los costos que varían y los beneficios netos de cada uno de los niveles de fertilización.

Se puede notar en cuadro 30 que los niveles de fertilización se ordenaron en una escala ascendente de los totales de los costos que varían, los benéficos netos también aumentan, con la excepción de nivel alto de 12 tn/ha cuyos beneficios netos son menores que el nivel medio de 8 tn/ha por lo que este nivel de fertilización se lo denomino como un nivel de fertilización Dominado "D"

Cuadro 30 Análisis de dominancia por de niveles de fertilización.

Niveles de Fertilización	Total de costos que Varían (Bs/ha)	Benéficos Netos (Bs/ha)
0 tn/ha	4367	6924.4
4 tn/ha	5331	8384.6
8 tn/ha	6292	9345.3
12 tn/ha	7234	8469.2 "D"

Este análisis de dominancia también hace notar que, para aumentar los ingresos, es mejor concentrarse en los beneficios netos y no así en los rendimientos, ya que los rendimientos obtenidos con el nivel de fertilización de 12 tn/ha son mayores que los demás niveles de fertilización, pero este análisis de dominancia nos muestra que el valor del aumento del rendimiento no es suficiente para compensar el incremento de los costos.

d) Curva de beneficios netos

Para hacer una mejor comparación de los niveles de fertilización se puede encontrar en la grafica 25 que cada nivel de fertilización esta representado por un punto de acuerdo a sus beneficios netos y el total de los costos que varían, los niveles de fertilizaciones que no fueron dominados se los unió con líneas, esto resulto útil para ver los cambios de los costos y los benéficos que resultan de pasar de un nivel de fertilización al que le sigue.

En esta misma figura el nivel de fertilización de 12 tn/ha también ha sido incluido para demostrar que se situó por debajo del tratamiento de 8 tn/ha.

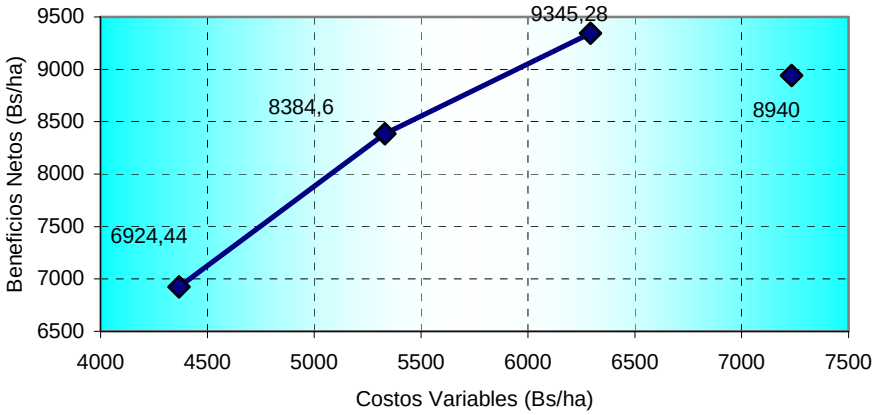


Figura 25. Curva de beneficios netos

e) La tasa de retorno marginal

Con el análisis marginal se logró revelar exactamente como los beneficios netos de una inversión aumenta al incrementar la cantidad invertida, es decir que si al pasar del testigo al nivel de fertilización de 4 tn/ha es necesario invertir 964 Bs en adquirir y aplicar el estiércol ovino en el suelo, encontrando así un recobro de los 964 Bs invertidos mas 1460.16 Bs adicionales.

Esta relación se expresa mas claramente en cuadro 31, donde se calculo la tasa de retorno marginal que es el beneficio neto (aumento en beneficios netos) dividido por el costo marginal (aumento de los costos que varían), expresado en porcentaje, los detalles de estas operaciones se pueden encontrar en el anexo 5.

Cuadro 31 Análisis marginal por de niveles de fertilización.

Niveles de Fertilización	Costos que varían (Bs/ha)	Costos Marginales (Bs/ha)	Beneficios Netos (Bs/ha)	Beneficios netos marginales (Bs/ha)	Tasa de retorno Margina
0 tn/ha	4367		6924		
		964		1460	151 %
4 tn/ha	5331		8384		
		961		961	100 %
8 tn/ha	6292		9345		

El significado del porcentaje encontrado se la interpreto de la siguiente manera, que por cada 1 Bs invertido en adquirir y aplicar estiércol ovino de 4 tn/ha, se encontró que puede recobrar el 1 Bs y obtener 1.51 Bs adicionales, para pasar del nivel de fertilización de 4 tn/ha a 8 tn/ha se encontró una tasa de retorno marginal del 100 % es decir por cada 1 Bs invertido se recupera 1 Bs adicionales.

Para una manera más clara de entender esta relación se puede observar en la figura, 48 que la línea que une el testigo con el nivel de fertilización de 4 tn/ha, tiene una pendiente mas pronunciada que la línea que conecta el nivel de fertilización de 4 tn/ha al de 8 tn/ha, esto es principalmente se debe a la tasa de retorno marginal que en el primer caso tiene 151 % que esta por encima del segundo caso el cual obtuvo 100 % de tasa de retorno marginal.

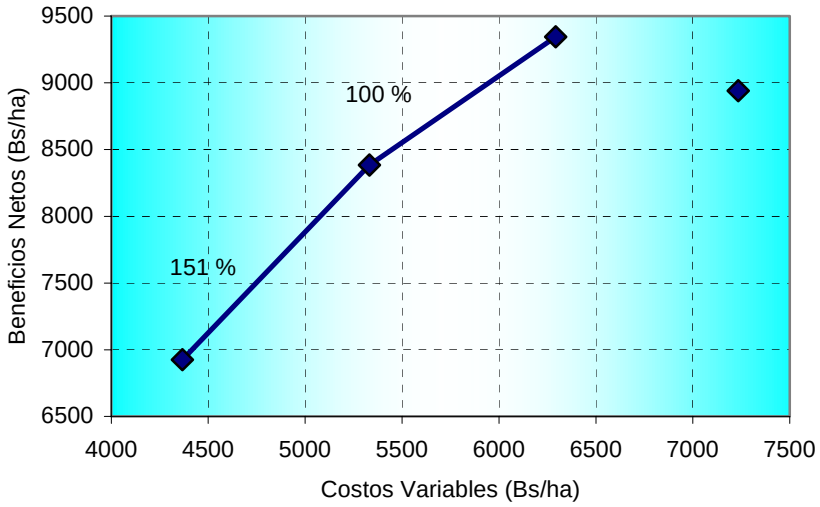


Figura 26. Tasa de retorno marginal

La localidad de tiawanacu por lo general no es una zona productora de quinua a gran escala, solo para auto consumo mayormente, pero si lo incluyen algunos años en la rotación de cultivos después del cultiva de la papa o haba, por lo general el cultivo de la papa es fertilizado con estiércol ovino en el momento de la siembra, por lo tanto las condiciones de fertilidad de suelo son favorables para el posterior cultivo que en todo caso seria mejor el cultivo de la quinua, por que se lograría conseguir altos rendimientos, disminuiría los costos aprovechando la fertilización con estiércol ovino del anterior cultivo y se tendría mas beneficios netos para el productor.

Liberman (2002), plantea que para propiciar un desarrollo económico de las comunidades productoras de quinua, y para que éste sea un desarrollo sostenible, es necesario recuperar las tecnologías tradicionales de cultivo de este grano, puesto que se ha comprobado que las técnicas tradicional dan mejores resultados que las técnicas de agricultura moderna (porque esta es una especie adaptada a condiciones ambientales muy particulares) y además no degrada los ecosistemas, como sucede al aplicar tecnología moderna. En este sentido, Liberman plantea incentivar la economía familiar de producción.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones.

Con los resultados obtenidos en el presente estudio sobre el comportamiento de cuatro variedades de quinua con la incorporación de niveles de fertilización con estiércol ovino, y su posterior seguimiento en la fase vegetativa del cultivo, se formulan las siguientes conclusiones:

- Si bien la quinua es actualmente uno de los cultivos alternativos de más importancia, su producción se ve afectada por diferentes factores, entre los cuales se tiene suelos pobres en nutrientes, falta de humedad, incidencia de granizadas y enfermedades los cuales repercuten la disminución en el rendimiento.

- El bajo porcentaje de emergencia conseguida en la unidad experimental del 20%, se lo atribuyo principalmente a los siguientes factores, falta de humedad en el momento de la siembra que con el transcurso del tiempo después de la siembra las semillas pierden su viabilidad, pureza de la semilla que no fue el 100%, tamaño de la semilla y otro porcentaje de perdida se la asigna a las aves.

- La reducción del porcentaje de emergencia del 20% ya establecido en la unidad experimental correspondió a la granizada, que cayo cuando las plántulas de quinua tenían sus 2 a 6 hojas verdaderas y que redujo hasta llegar al 9% de plántulas emergidas.

- Las mejores tasas de emergencia se lograron con la incorporación de 12 tn/ha con estiércol ovino con un promedio del 24% de plántulas de quinua emergidas, el estiércol ovino ayudo a mejorar la estructura del suelo a mantener mayor humedad y a disminuir su densidad aparente. El testigo presento 15 % de plántulas de quinua emergidas con las primeras precipitaciones pluviales, pero con 5 días soleados posteriores a la precipitación, el suelo se encostro perdiendo su humedad en la capa superficial, su densidad aparente aumento, y por consecuencia disminuyo el porcentaje de emergencia.

- La incorporación de estiércol ovino en el cultivo de la quinua incrementó significativamente la altura de la planta como también la ramificación de las cuatro variedades de quinua, en donde los niveles de fertilización de 12 tn/ha y 8 tn/ha son los niveles que más altura y número de ramas alcanzaron con un promedio de 104.5 y 98 cm de altura, 32 y 30 ramas, también se encontró coeficientes de determinación 87 %, lo que nos indico que existió una estrecha relación entre estas dos variables de altura de planta y número de ramas.

- Desde un punto de vista de los niveles de fertilización con estiércol ovino y con relación a las demás variables agronómicas, se encontró el mayor desarrollo con el nivel mas alto de 12 tn/ha, alcanzando los siguientes promedios: longitud de panoja de 32.19 cm, diámetro de panoja de 7.56 cm, diámetro de tallo 1.52 cm y una longitud de raiz 22.03 cm, al proveer mayor cantidad de estiércol favoreció a la planta para su crecimiento y desarrollo.

- Empleando niveles de fertilización con estiércol ovino al cultivo de la quinua, se logró alcanzar un valor de índice de cosecha estadísticamente similares para todos los niveles de fertilización de 0.4 el cual nos indico que del peso total de la planta el 40% pertenece a granos de quinua, el nivel alto de 12 tn/ha se consiguieron plantas mas desarrolladas (peso de planta 113.72 g y peso de grano 44.48 g). Por su parte el testigo obtuvo (peso de planta 70.30 g y peso de grano 26.10 g) plantas menos desarrollas, encontrando así que existió la misma relación entre el peso de la planta y peso de grano aunque en menor valor, por esta razón es que el índice de cosecha (IC) fueron similares para todos los niveles de fertilización.

- Los mas altos rendimientos se lo consiguió con una fertilización con estiércol ovino de 12 tn/ha y 8 tn/ha , con un promedio de 2309 y 2299.6 kg/ha para plantas muestreadas por m^2.

- El rendimiento para las cuatro variedades de quinua, la variedad Huganda adquirió una superioridad en rendimiento de grano de 1392 kg/ha con relación a las variedades Belén 2000, Agro 2000 y Jiwaki, siendo la variedad Huganda la que mejor se adapto a las características edafoclimáticas de la unidad experimental.

- En cuanto a las variables edafológicas como la densidad aparente y humedad volumétrica muestran que con una fertilización con estiércol ovino de 12 tn/ha se logro disminuir considerablemente la densidad aparente de una valor de 1.65 cm^3/gr a 1.4 el cual mejoro las características físicas del suelo evitando la compactación de suelos y manteniendo la humedad.

- Para la variable económica se encontró una tasa de retorno marginal de cambiar de 0 tn/ha o testigo al nivel de fertilización de 4 tn/ha del 151 %, que fue un resultado muy por encima del 100 % de tasa mínima estimada. La tasa de retorno marginal de cambiar de 4 tn/ha a 8 tn/ha fue del 100% también un valor aceptable por que no es menor que el 100 % de la tasa mínima estimada. Pero para el nivel de 12 tn/ha existe un dominio del nivel anterior de 8 tn/ha, si bien el nivel de 12 tn/ha tiene mayor rendimiento esto no fue suficiente para compensar el incremento de los costos que varían.

6.2 Recomendaciones

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se plantea las siguientes recomendaciones:

- Los factores limitantes encontrados en el presente estudio se deben considerarse como la base para nuevos trabajos de investigación en este caso dirigida al recurso suelo, si bien en el presente trabajo se realizó un análisis de suelo de las propiedades físico-químico, se recomienda realizar estos análisis de suelos también al final del experimento y tomando muy encuentra los diferentes niveles de fertilización con el fin de ver los cambios que ocurren en el suelo, al inicio y al final del ciclo vegetativo del cultivo de la quinua y así saber cuanto realmente la planta aprovecha de estas propiedades, en particular de las propiedades químicas del suelo.

- En cuanto a la fertilización con estiércol ovino, se recomienda realizar estudios sobre las desventajas que este abono pudiera tener para el cultivo de la quinua, por que si bien el estiércol ovino provee de humedad y materia orgánica, también este pudiera ser un foco de plagas y enfermedades.

- La mineralización del estiércol ovino aproximadamente el primer año es del 50%, se recomienda realizar estudios para el segundo año con el fin de ver la totalidad de la mineralización del estiércol ovino empleando el mismo cultivo de la quinua.

- Desde un punto de vista de las variedades de quinua utilizados en el experimento se recomienda a agricultor del Altiplano norte utilizar la variedad Huganda, ya que esta variedad tiene una mejor adaptabilidad a esta zona y por su mayor rendimiento consiguiendo.

- Desde un punto de vista económico la recomendación no se basa necesariamente en el nivel de fertilización con el mayor beneficio neto ni mucho menos el nivel de fertilización con mayor rendimiento, para el agricultor que utiliza estiércol ovino, una inversión en 4 tn/ha produce una tasa de retorno muy alta, pero si se queda a ese nivel desaprovecharía la oportunidad de obtener mayores ganancias, al invertir 4 tn/ha adicionales de estiércol ovino, por consiguiente a los niveles de fertilización mostrados en este experimento 8 tn/ha es la recomendación mas indicada para el agricultor del Altiplano Norte.

7. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Alanoca, C., 2002. Evaluación agrícola del cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), con niveles de fertilización de urea y riego por aspersión en el Altiplano Norte. Tesis UMSA La Paz, Bolivia. 120 p.

- Aguilar, P.C., y Jacobsen, S.E., 2003. Cultivation of Quinoa on the Peruvian Altiplano. Food Reviews International. pp 31-41.

- Apaza, R., 2006. Evaluación comparativa del comportamiento agronómico de diez variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Altiplano norte. Tesis UMSA La Paz, Bolivia. 98 p.

- Augstburger, F. 1990. Abonos orgánicos en el cultivó de la papa ene la zona andina de Bolivia. AGRUCO, Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. pp 14-19.

- Berti, M., Serri, H., Wilckens, R., Alarcón, M., 1998. Estudio productivo en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), variando la distancia entre y sobre hileras. Revista Agrociencia. pp. 63-71.

- Bishop C. E., y Toussaint W. D., 1991. Introducción al análisis de Economía Agrícola, Miembro de la Cámara Nacional de Industrias. México. 259 p.

- Bravo, P. R., 1975. Análisis bibliográfico en quinua y cañahua. En: Mujica, Jcacobsen, Ortiz, Cañahua. Apaza, Aguilar y Dupeyrat. Investigaciones en cañihua. 2002. UNA/CARE/CIP/ DANIDA. Puno, Perú. pp. 11-14.

- Boletín Ganadero, 2006. Evolución de las características del estiércol ovino, propiedades físicas y químicas. Secretaria del departamento de Agricultura, Ganadería y Alimentación del Gobierno de Navarra. 5 p.

- Buckman, H. y Brady, H., 1993. Naturaleza y propiedades de los suelos. Barcelona, España. 590 p.

- Butrón, R., 1996. Estudio de la incidencia y severidad del mildiu (*Poronospora farinosa*) en nueve variedades de quinua en la Estación Experimental Belén. Tesis UMSA La Paz, Bolivia. 99 p.

- Chilón C. E., 1997. Manual de Edafología. Primera impresión 1996. Edición CIAT. La Paz, Bolivia. pp 44-47.

- CIP-DANIDA, UNALM, CIP, UNAP. Memorias Taller Internacional en Quinua (1, 1999, La Molina, Lima Perú). 1999. Recursos Genéticos y Sistema de Producción. Lima, Perú.

- Danilsen, S. y Ames, T. 2000. El mildiu (*Peronospora farinosa*) de la quinua (*Chenopodium quinoa*) en la zona andina. Ed. CIP. Lima, Perú. 32 p.

- Delgadillo, J. y Espinoza, J., 2000. Seminario, Uniformización de técnicas y criticas de investigación. (Metodología para el establecimiento y la evaluación agronómica de especies forrajeras pratenses). Cochabamba, Bolivia. 143 p.

- Espindola, G., 1980. Estudio de componentes directos e indirectos del rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias “Martín Cardenas”, Cochabamba, Bolivia. 127 p.

- Espindola, G., 1981. Centro experimental para la industrialización de la quinua. En quinto curso de quinua Patacamaya Prov. Los Andes IBTA MACA La Paz, Bolivia. pp. 1-12.

- Espindola, G., 1992. V Curso de producción de quinua. Centro experimental para industrialización de la quinua. Proyecto PNUD, FAO, MACA-IBTA, La Paz, Bolivia. 70 p.

- Estación Experimental Belén, 2003. Tríptico informativo sobre actividades realizadas del Programa de Granos Andinos (PROGRANO), Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.

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

- FDTA – ALTIPLANO, 2002. Fundación para el desarrollo tecnológico agropecuario del Altiplano. Prospección de demandas de la cadena productiva de la quinua en Bolivia. consultora cep. La Paz, Bolivia. 91 p.

- Fonturbel, F. R., 2005. Problemática de la producción y comercialización de *Chenopodium quinoa* Will. (Chenopodiaceae), debida a la presencia de saponinas, 10 p.

- Frere, M., Rea J. Y Rijks, J.Q., 1975. Estudio Agroclimatológico de la Zona Andina (Informe Técnico).Proyecto Interinstitucional, FAO/UNESCO/OMM. Roma, Italia. pp. 29-51.

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

- Gros, A. 1983. "Abonos. Guía practica de la fertilización". Ed. Mundi-Prensa Madrid. Madrid, España. 236 p.

- GTZ (Cooperación Técnica Alemana, DE); IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR); INIAP (Instituto Nacional Autonomo de Investigación Agropecuária); ERPE (Escuelas Radiofónicas Populares del Ecuador), 2001. Manual de producción de quinua. Quito, EC. (Disponible en CD). 135 p.

- Gutierrez, J. A., 2003. Evaluación del ritmo de crecimiento y desarrollo de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis UMSA La Paz, Bolivia. 109 p.

- Henin, S., (1976). Densidad aparente, Método del Cilindro. Mundi -Prensa, Madrid, España. 78 p.

- IBTEN 2007. Instituto de ciencias y tecnología nuclear, centro de investigaciones nucleares, división de química. Análisis Fisico – Químico de Suelos.

- INE (Instituto Nacional de Estadistica), 2008 "Estadistica del Departamento de Potosi - 2005" Consultado 13 Julio. 2008. Disponible en http://www.ine.gov.bo/depto_2005_05.

- James, D., 1980. Manual de investigación sobre la fertilidad del suelo. MACA. La Paz, Bolivia. pp 7-9.

- Jones, C.A., 1983. Effect of Soil Texture on Critical Bulk Density for Root Growth. Soil Sci. Soc. Am. J. 47, p 1.208 – 1.211.

- La Caxia, 1993 y Aroni, R., 1995. Residuos Ganaderos. Barcelona, España. pp. 80 – 94.

- Lescano, J. J., 1994. Genética y mejoramiento de cultivos alto andinos. Quinua, kañihua, tarwi, kiwicha, papa amarga, olluco, mashua y oca. Ed. Producciones CIMA. 1ra edición. Bolivia. 459 p.

- Liberman, M., 2002. El cultivo tradicional de la quinua: una alternativa agrícola sostenible para las poblaciones andinas de Bolivia. 125 p.

- Maddonni, G. A. y Fuente, E. B. 2004. Estructura del cultivo. In Satorre, EH; Arnold, BRL; Slafer, GA; Fuente, EB de la; Miralles, DJ; Otegui, ME; Savin, R. Producción de granos, bases funcionales para su manejo. Buenos Aires. pp. 247-251

- Mamani, F., 2004. Evaluación agronómica de variedades de quinua. Informe anual de la Estación Experimental de Belén, Facultad de Agronomía UMSA, La Paz, Bolivia. 32 p.

- Mita, V., 1995. Evaluación de la calidad y costo de roturación con arado de vertedera y discos en parcelas campesinas del Altiplano Central Boliviano. Tesis Universidad Mayor de San de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 132 p.

- Monje, Y., 2006. Estudios de las características Bromatológicas de 10 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), en 4 zonas del altiplano Boliviano. Tesis UMSA La Paz, Bolivia. 57 p.

- Montes de Oca; I., 1997. Sistema de Riego y Agricultura en Bolivia, Ministerio de Asuntos Campesinos y Agriopecuarios (MACA), La Paz, Bolivia. pp. 79-86.

- Mújica, A., 1999. Cultivo de la Quinua. Universidad del Altiplano. Proyecto Quinua: CIP-DANIDA-UNA. Puno, Perú. Folleto 19 p.

- Mujica, A., Canahua, A., Saravia, R., 2001. Capitulo II. Agronomía del cultivo de la quinua. In: Mujica, A., Jacobsen S:E:, Izquierdo, J., Marathee, J.P. (eds), Quinua (chenopodium quinoa Willd.): Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. FAO, Santiago, Chile. 197 p.

- Palma, G., 2007. Comparación agrofisiológica de diez variedades de quinua *(Chenopodium quinoa* Willd.*)*. y las consecuencias del raleo en los componentes de

rendimiento y la calidad del grano, en el altiplano norte de Bolivia. Tesis UMSA. La Paz, Bolivia. 122 p.

- Palmaven, L., 1986. Análisis de suelo y su interpretación. Caracas, Venezuela. 40 p.

- Pascale, J., 2005. Producción de granos y bases funcionales para su manejo. Buenos Aires, Argentina. 783 p.

- Perrin, R., 1988. La formulación de recomendación a partir de datos agronómicos. CIMMYT, México D.F. 108 p.

- Peske, S., 2004. Especialización en tecnología de semillas por tutoría a distancia, producción de semillas, programa nacional de semillas. (Guía en manejo de semillas). La Paz, Bolivia. 81 p.

- Quino, E., 1992. Dinámica de la compactación del suelos un cultivo de cebada, bajo tres tipos de labranza y tres niveles de materia orgánica. Tesis UMSA La Paz, Bolivia. 124 p.

- Quino, E., 2000. Comportamiento de dos variedades de quinua *(Chenopodium quinoa* Willd.*)*, con abonamiento de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y su efecto sobre las propiedades físicas del altiplano central. Tesis UMSA La Paz, Bolivia. 172 p.

- Quisbert, E. 2006. Estudio del comportamiento agronómico de diez variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), en la estación experimental de Choquenaira. Tesis Lic. Ing. Agr. UMSA. La Paz, BO. 111 p.

- Ramos, M. E., 2000. Comportamiento de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo riego diferenciado por fases fonológicas en el altiplano central. Tesis UMSA La Paz, Bolivia. 105 p.

- Reyes, P., 1978. Diseños Experimentales aplicados agrícolas. 1ra Edición Trillas, México 106 p.

- Ritva, R., 1988. Cultivos Andinos. Importancia nutricional y posibilidades de procesamiento. Taller grafico “Bartolomé de las casas”. Cuzco, Perú. 110 p.

- Riquelme, M., 1998. Comportamiento agronómico de ocho líneas precoses de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo tres épocas de siembra en el altiplano central. Tesis UMSA La Paz, Bolivia. 104 p.

- Rodríguez, J., 2005. El papel del tamaño de la semilla de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el crecimiento y desarrollo de las plantas frente a diferentes profundidades de siembra Tesis UMSA La Paz, Bolivia 109 p.

- Rodríguez, F., 1982. Fertilizantes, Nutrición Vegetal. Ed. AGT. México.

- Tagle, M. y Planella, M.T., 2002. La quinua en la zona central de Chile, supervivencia de una tradición prehispánica. Santiago, CL. Editorial IKU. 117 p.

- Tapia, G., 1976. La quinua un cultivo de los Andes altos. Academia de Ciencias de Bolivia. Editorial. Don Bosco. La Paz, Bolivia. pp. 64-65.

- Tapia, M., 1979. La Quinua y la kañiwa. Cultivos andinos. Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID). Instituto de Ciencias Agrícolas (IICA). Editorial IICA. Bogota, Colombia. 226 p.

- Tapia, M., 1997. Cultivos Andinos sub explotados y su aporte a la alimentación. 2 ed. FAO. Santiago de Chile. 226 p.

- Tapia, M., 2000. Zonificación agroecológica del cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). In Taller Internacional sobre quinua. (1er, 1999, Lima, PE). Resumen. Lima, PE. (Disponible en CD-ROOM).

- Tislade, S., 1991 Fertilidad de los suelos y Fertilizantes. 1ra. reimpresión editorial Limusa México D. F. 761 p.

- Torres, E., 1981. Manual de Conservación de Suelos Agrícolas. Ed. Diana. México.

- Salgado, V., 2001. Curso de relación suelo, agua y planta. Universidad Católica de Valparaíso. Santiago, Chile. 23 p.

- Sauma, G. y Escobar A., 2000. Seminario, Uniformización de técnicas y criticas de investigación. Seminario, (Evaluación de calidad en semilla forrajera). Cochabamba, Bolivia. 143 p.

- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología)., 2004. Datos meteorológicos. Estación Experimental de Belén. Municipio de Achacachi, provincia Omasuyos. La Paz, Bolivia.

- Slafer, AG; Miralles, DJ; Savin, R; Whitechurch, EM; González, FG. 2004. Ciclo ontogénico y generación del rendimiento y la calidad en trigo. In Satorre, EH; Arnold, BRL; Slafer, GA; Fuente, EB de la; Miralles, DJ; Otegui, ME; Savin, R. Producción de granos, bases funcionales para su manejo. Buenos Aires. pp. 118-123

- Valdez, L. L., 1995. Evaluación agro ecológica de la Tecnología andina del jira. Tesis de grado. UMSS. Facultad de ciencias agrícolas. Cochabamba, Bolivia. 124 p.

- Viñas, O., 2000. Exportación de quinua orgánica (*Chenopodium quinoa* Willd.) de la República de Bolivia. La Paz, Bolivia. 14 p.

- Wahli, C. 1990. Quinua hacia su cultivo comercial. Quito, Ecuador. pp. 46.

- Yagodin, B. A., 1986. Agroquímica II. Editorial Mir. Moscú. URSS. 464 p.

- Yobi, A., 2001. Estude comparative du systeme racinaire chez deux arbusts aletochtones de la Tunisie meridionali. Secheresse. pp. 245-250.

ANEXO 1

Cuadro 1. Codificación de variedades de quinua y niveles de fertilización.

V1=	BELEN 2000	E1=	12 TM/ha	Alta
V2=	HUGANDA	E2=	8 TM/ha	Media
V3=	AGRO 2000	E3=	4 TM/ha	Baja
V4=	JIWAKI	E4=	0 TM/ha	Testigo

Cuadro 2. Número de plantas registradas en un metro lineal del surco.

Fecha	V 1				V 2				V 3				V 4				
	E 1	E 2	E 3	E 4	E 3	E 4	E 1	E 2	E 2	E 3	E 4	E 1	E 4	E 1	E 2	E 3	
25-Nov.	14	12	21	7	12	26	34	14	21	18	0	5	12	20	17	23	I
30-Nov	16	16	21	11	19	26	34	14	26	25	12	17	16	24	18	23	
4-Dic.	17	17	21	14	23	26	34	19	26	25	12	21	17	24	18	23	
9-Dic	17	20	21	14	23	26	34	19	26	25	12	21	17	24	18	23	
Fecha	V 4				V 1				V 2				V 3				
	E 4	E 1	E 2	E 3	E 2	E 3	E 4	E 1	E 1	E 2	E 3	E 4	E 3	E 4	E 1	E 2	
25-Nov.	17	13	28	27	8	35	6	18	36	25	14	22	13	14	25	21	II
30-Nov	17	14	28	29	13	35	10	19	37	29	14	23	21	20	25	23	
4-Dic.	17	16	28	29	16	35	12	19	37	29	14	23	21	20	26	23	
9-Dic	17	16	28	29	16	35	12	19	37	29	14	23	21	20	26	23	
Fecha	V 3				V 4				V 1				V 2				
	E 3	E 4	E 1	E 2	E 1	E 2	E 3	E 4	E 4	E 1	E 2	E 3	E 2	E 3	E 4	E 1	
25-Nov.	24	16	3	15	21	6	0	13	0	13	5	12	12	3	15	19	III
30-Nov	26	19	12	23	21	7	3	16	0	15	5	13	12	7	16	19	
4-Dic.	26	19	15	23	21	7	3	16	0	15	5	13	12	7	16	19	
9-Dic	26	19	15	23	21	7	3	16	0	15	5	13	12	7	16	19	
Fecha	V 2				V 3				V 4				V 1				
	E 2	E 3	E 4	E 1	E 4	E 1	E 2	E 3	E 3	E 4	E 1	E 2	E 1	E 2	E 3	E 4	
25-Nov.	5	11	25	3	10	12	11	8	25	0	34	15	13	2	15	3	IV
30-Nov	5	11	26	4	10	13	13	12	26	7	34	17	16	5	15	10	
4-Dic.	6	11	26	4	10	15	13	12	26	7	34	17	16	5	16	10	
9-Dic	6	11	26	4	10	15	13	12	26	7	34	17	16	5	16	10	

Cuadro 3. Porcentaje germinación en laboratorio.

Variedad	Semillas sembradas	Germinadas	% de Germinación
Belén 2000	100	98	98 %
Huganda	100	100	100 %
Agro 2000	100	97	97 %
Jiwaki	100	98	98 %

Cuadro 4. Porcentaje de pureza.

Variedad	Peso Inicial	Peso libre de impurezas	Porcentaje de pureza	Promedio
Belen 2000	10	9,170	91,7	91.86 %
	10	9,300	93,0	
	10	9,090	90,9	
Huganda	10	9,160	91,2	89.53 %
	10	8,980	89,8	
	10	8,760	87,6	
Agro 2000	10	8,290	82,9	84.60 %
	10	8,160	81,6	
	10	8,930	89,3	
Jiwaki	10	8,830	88,3	84.03 %
	10	8,410	84,1	
	10	8,570	85,7	

Cuadro 5. Valor cultural (VC).

Variedad	% Pureza		% Germinación			**Valor Cultural**
Belen 2000	91.86 %	X	98 %	/	100	**90.04 %**
Huganda	89.53 %	X	100 %	/	100	**89.53 %**
Agro 2000	84.60 %	X	97 %	/	100	**82.06 %**
Jiwaki	84.03 %	X	98 %	/	100	**82.34 %**

Cuadro 6. Peso de 1000 semillas.

Variedad	Peso de 1000 semillas (gr.)	Promedio (gr)	Variedad	Peso de 1000 semillas (gr.)	Promedio (gr)
Belén 2000	3.9	3.74	Agro 2000	3.2	3.20
	3.7			2.5	
	3.4			3.5	
	3.6			3.2	
	4.1			3.6	
Huganda	4.3	4.46	Jiwaki	4.0	4.18
	4.4			4.2	
	4.5			4.3	
	4.6			4.2	
	4.5			4.2	

Cuadro 7. Peso real de semillas viables ó densidad ajustada (gr/m²).

Variedad	Densidad **gr/ m²**		% Valor Cultural			Densidad ajustada **gr/ m²**
Belen 2000	0.8	X	90.04 %	/	100	0.72032
Huganda	0.8	X	89.53 %	/	100	0.71624
Agro 2000	0.8	X	82.06 %	/	100	0.65648
Jiwaki	0.8	X	82.34 %	/	100	0.65872

Cuadro 8. Número de semillas que deberían germinar en un metro cuadrado

Variedad	Nº Semillas		Densidad ajustada **gr/ m²**		Peso de 100 semillas	**Número de semillas en un** m²
Belen 2000	100	X	0.72032	/	0,374	193
Huganda	100	X	0.71624	/	0,446	161
Agro 2000	100	X	0.65648	/	0,320	205
Jiwaki	100	X	0.65872	/	0,418	158

Cuadro 9. Porcentaje de emergencia en campo.

Variedad	**Niveles de Estiércol Ovino**	**Numero de semillas germinadas en 1 m²**		**100% de semillas Germinadas**		Número de semillas en un **m²**	**Porcentaje de emergemcia en Campo**
Belen 2000	E1	33,5	X	100%	/	193	17,35 %
	E2	23	X	100%	/	193	11,91 %
	E3	41	X	100%	/	193	21,24 %
	E4	18	X	100%	/	193	9,32 %
Huganda	E1	47	X	100%	/	161	29,19 %
	E2	33	X	100%	/	161	20,49 %
	E3	27,5	X	100%	/	161	17,08 %
	E4	45,5	X	100%	/	161	28,26 %
Agro 2000	E1	37	X	100%	/	205	18,04 %
	E2	44	X	100%	/	205	21,46 %
	E3	42	X	100%	/	205	20,48 %
	E4	30,5	X	100%	/	205	14,87 %
Jiwaki	E1	47,5	X	100%	/	158	30,06 %
	E2	35	X	100%	/	158	22,15 %
	E3	40,5	X	100%	/	158	25,63 %
	E4	28,5	X	100%	/	158	18,03 %

ANEXO 2

Cuadro 1. Datos de altura y número de ramas.

BLOQUE I		V1								V2								V3								V4							
		E1		E2		E3		E4		E3		E4		E1		E2		E2		E3		E4		E1		E4		E1		E2		E3	
		Altura	Ramas	Altura	Ramas	Altura	Ramas	Altura	Ramas	Altura	Ramas	Altura	Ramas	Altura	Ramas	Altura	Ramas	Altura	Ramas	Altura	Ramas	Altura	Ramas	Altura	Ramas	Altura	Ramas	Altura	Ramas	Altura	Ramas	Altura	Ramas
PLANTA 1	21-Dic-06	3	0	3	0	2,5	0	2	0	4	0	2	0	5	2	5	2	7	4	2	0	3	0	4	0	4	0	3	0	3	0	3	0
	28-Dic-06	5	2	5	2	4	0	3	0	6	4	3	0	7	4	7	4	9	6	5	2	5	2	7	4	6	2	6	4	5	2	5	0
	04-Ene-07	7	4	9	6	6	2	5	2	9	6	5	2	9	6	10	6	13	8	7	4	7	4	9	6	9	6	9	6	7	6	7	4
	11-Ene-07	9	6	14	8	9	4	7	6	12	8	7	6	13	12	14	12	19	14	10	8	9	8	13	10	11	8	12	8	9	8	9	6
	18-Ene-07	13	8	17	10	13	6	10	6	17	12	10	8	20	14	23	14	32	16	15	10	15	10	24	16	16	10	17	10	15	10	13	8
	25-Ene-07	19	12	28	10	17	10	15	8	26	14	14	10	31	16	30	18	45	18	27	14	22	12	41	18	32	12	30	12	24	10	20	12
	01-Feb-07	30	14	34	12	26	14	22	10	33	14	22	12	43	14	47	16	68	22	42	16	33	12	62	20	47	14	49	16	34	12	28	12
	08-Feb-07	47	16	50	14	40	16	29	12	45	16	30	14	55	18	61	18	77	22	67	20	44	14	79	22	53	16	62	18	44	14	37	14
	18-Feb-07	62	18	61	16	59	16	45	16	58	18	38	16	66	18	76	20	90	24	77	22	54	16	106	26	60	18	78	20	56	14	45	16
	04-Mar-07	94	26	93	18	80	20	60	18	83	22	52	16	77	18	91	22	24	24	98	22	67	16	115	26	88	20	92	20	71	22	52	16
	11-Mar-07	98	26	93	18	83	20	62	18	86	22	55	16	80	18	93	22	104	24	100	22	69	18	116	26	90	20	93	20	73	22	59	18
	18-Mar-07	99	26	95	18	84	20	63	18	87	22	57	16	81	18	93	22	105	24	100	22	70	18	117	26	91	20	95	20	73	22	62	18

Cuadro 2. Longitud de panoja, diámetro de panoja, diámetro de tallo y profundidad de raíz.

BLOQUE I											
	N	Long-Panoja	Diam-Panoja	Diam-Tallo	Prof-Raiz		N	Long-Panoja	Diam-Panoja	Diam-Tallo	Prof-Raiz
V1E1	1	29,5	7,5	1,8	22,5	V3E1	1	32,5	6,0	1,1	22,0
	2	30,0	5,5	1,3	17,0		2	27,5	5,6	1,3	20,0
	3	27,5	6,5	1,2	11,5		3	28,0	7,0	1,4	18,0
	4	32,5	6,3	1,7	15,0		4	31,0	10,3	1,2	17,0
	5	31,0	8,4	1,9	18,0		5	35,0	11,0	2,1	18,0
		30,1	6,8	1,6	16,8			30,8	8,0	1,4	19,0
V1E2	1	30,2	6,2	1,2	16,0	V3E2	1	24,5	6,3	1,2	19,0
	2	31,0	4,8	1,4	21,0		2	26,0	4,8	1,4	13,0
	3	29,3	5,3	1,7	23,0		3	23,5	4,3	1,0	10,0
	4	29,1	4,2	1,9	19,0		4	26,0	5,0	0,9	10,0
	5	26,3	4,8	1,2	13,0		5	25,0	4,8	0,9	12,0
		29,2	5,1	1,5	18,4			25,0	5,0	1,1	12,8
V1E3	1	21,3	5,3	1,3	9,0	V3E3	1	28,5	7,8	1,3	15,0
	2	15,1	4,5	1,0	7,0		2	22,7	6,5	1,0	16,0
	3	22,3	4,5	1,1	10,0		3	24,5	4,5	1,1	16,0
	4	25,3	5,2	0,9	9,0		4	22,6	5,2	1,0	16,0
	5	26,7	5,3	0,8	12,0		5	18,3	4,0	0,8	9,0
		22,1	5,0	1,0	9,4			23,3	5,6	1,0	14,4
V1E4	1	10,0	4,0	0,8	7,0	V3E4	1	21,4	5,3	1,1	10,0
	2	15,0	4,5	0,9	7,0		2	20,3	4,5	1,0	8,0
	3	13,0	4,0	1,1	7,0		3	24,5	4,5	1,3	8,0
	4	17,0	3,7	1,0	9,0		4	25,8	5,2	1,1	10,0
	5	18,0	4,0	1,3	8,0		5	24,3	6,0	1,2	11,0
		14,6	4,0	1,0	7,6			23,3	5,1	1,1	9,4
V2E1	1	26,3	6,5	1,5	13,0	V4E1	1	26,3	5,9	1,2	17,0
	2	27,0	5,4	1,6	15,0		2	32,3	6,3	1,7	15,0
	3	32,6	10,3	1,9	19,0		3	30,2	9,0	1,5	17,0
	4	26,3	9,3	1,7	15,0		4	28,6	9,8	1,8	13,0
	5	23,1	4,6	1,4	13,0		5	43,0	11,0	2,1	23,0
		27,1	7,2	1,6	15,0			32,1	8,4	1,7	17,0
V2E2	1	27,0	6,1	1,3	20,0	V4E2	1	24,3	5,3	1,0	12,0
	2	26,5	4,8	1,4	21,0		2	26,3	4,0	0,9	10,0
	3	28,3	5,7	1,7	20,0		3	27,8	4,5	1,1	13,0
	4	23,5	4,1	1,7	16,0		4	24,6	5,3	1,0	10,0
	5	27,3	4,7	1,4	15,0		5	26,7	5,4	1,2	16,0
		26,5	5,1	1,5	18,4			25,9	4,9	1,0	12,2
V2E3	1	31,0	6,5	1,1	12,0	V4E3	1	19,0	4,0	0,8	8,0
	2	30,0	3,5	1,1	10,0		2	21,0	5,0	0,9	9,0
	3	28,0	4,5	1,0	12,0		3	21,0	3,0	1,0	8,0
	4	30,0	6,0	1,4	15,0		4	16,0	3,1	1,0	11,0
	5	28,0	5,0	1,2	17,0		5	25,0	2,5	1,0	15,0
		29,4	5,1	1,2	13,2			20,4	3,5	0,9	10,2
V2E4	1	9,0	4,0	0,8	13,0	V4E4	1	23,7	4,5	0,9	13,0
	2	15,0	25,0	0,8	12,0		2	18,5	3,5	0,7	7,0
	3	25,0	5,0	1,1	15,0		3	16,0	25,0	0,7	6,0
	4	25,0	4,5	1,0	18,0		4	18,0	5,0	1,0	7,0
	5	21,0	4,0	1,3	13,0		5	15,5	2,8	0,8	8,0
		19,0	8,5	1,0	14,2			18,3	8,2	0,8	8,2

Cuadro 3. Peso de planta (PP), Peso de grano (PG), Peso de 1000 semillas (P1000), Índice de cosecha (IC), Número de granos por panoja (N Paj.), Rendimiento en grano por hectárea (Rdto/ha).

BLOQUE I															
	N	PP	PG	P1000	IC	N Paj	Rdto/ha.		N	PP	PG	P1000	IC	N Paj	Rdto/ha.
V1E1	1	65,3	27,7	4,8	0,4	5770,8	1662,0	V3E1	1	91,6	35,0	4,5	0,4	7777,8	2100,0
	2	89,3	41,6	4,8	0,5	8666,7	2496,0		2	95,4	40,2	4,5	0,4	8933,3	2412,0
	3	112,5	48,7	4,8	0,4	10145,8	2922,0		3	134,6	49,6	4,5	0,4	11022,2	2976,0
	4	90,4	47,5	4,8	0,5	9895,8	2850,0		4	123,6	49,5	4,5	0,4	11000,0	2970,0
	5	84,9	33,5	4,8	0,4	6979,2	2010,0		5	188,2	103,1	4,5	0,5	22911,1	6186,0
		88,5	39,8	4,8	0,4	8291,7	2388,0			126,7	55,5	4,5	0,4	12328,9	3328,8
V1E2	1	71,5	30,5	4,9	0,4	6224,5	1830,0	V3E2	1	41,5	26,8	4,5	0,6	5955,6	1608,0
	2	69,5	27,8	4,9	0,4	5673,5	1668,0		2	25,6	15,9	4,5	0,6	3533,3	954,0
	3	89,7	33,2	4,9	0,4	6775,5	1992,0		3	23,4	15,1	4,5	0,6	3355,6	906,0
	4	123,4	46,8	4,9	0,4	9551,0	2808,0		4	32,6	20,4	4,5	0,6	4533,3	1224,0
	5	79,5	34,2	4,9	0,4	6979,6	2052,0		5	26,4	16,3	4,5	0,6	3622,2	978,0
		86,7	34,5	4,9	0,4	7040,8	2070,0			29,9	18,9	4,5	0,6	4200,0	1134,0
V1E3	1	97,1	33,6	3,9	0,3	8615,4	2016,0	V3E3	1	115,2	76,7	4,3	0,7	17837,2	4602,0
	2	59,8	21,6	3,9	0,4	5538,5	1296,0		2	36,1	19,6	4,3	0,5	4558,1	1176,0
	3	79,2	36,5	3,9	0,5	9359,0	2190,0		3	47,4	25,3	4,3	0,5	5883,7	1518,0
	4	81,2	29,1	3,9	0,4	7461,5	1746,0		4	39,8	23,1	4,3	0,6	5372,1	1386,0
	5	62,7	23,7	3,9	0,4	6076,9	1422,0		5	26,9	15,0	4,3	0,6	3488,4	900,0
		76,0	28,9	3,9	0,4	7410,3	1734,0			53,1	31,9	4,3	0,6	7427,9	1916,4
V1E4	1	47,8	21,3	4,2	0,4	5071,4	1278,0	V3E4	1	63,0	28,9	4,4	0,5	6568,2	1734,0
	2	38,3	17,5	4,2	0,5	4166,7	1050,0		2	75,6	31,6	4,4	0,4	7181,8	1896,0
	3	76,5	25,4	4,2	0,3	6047,6	1524,0		3	81,2	29,6	4,4	0,4	6727,3	1776,0
	4	55,2	21,3	4,2	0,4	5071,4	1278,0		4	37,2	19,6	4,4	0,5	4454,5	1176,0
	5	69,2	31,3	4,2	0,5	7452,4	1878,0		5	64,6	35,8	4,4	0,6	8136,4	2148,0
		57,4	23,4	4,2	0,4	5561,9	1401,6			64,3	29,1	4,4	0,5	6613,6	1746,0
V2E1	1	136,7	53,2	4,8	0,4	11083,3	3192,0	V4E1	1	97,5	39,5	4,5	0,4	8777,8	2370,0
	2	95,8	35,6	4,8	0,4	7416,7	2136,0		2	101,6	45,6	4,5	0,4	10133,3	2736,0
	3	156,8	58,6	4,8	0,4	12208,3	3516,0		3	133,6	52,3	4,5	0,4	11622,2	3138,0
	4	127,5	48,6	4,8	0,4	10125,0	2916,0		4	121,9	50,0	4,5	0,4	11111,1	3000,0
	5	78,6	29,6	4,8	0,4	6166,7	1776,0		5	167,9	86,9	4,5	0,5	19311,1	5214,0
		119,1	45,1	4,8	0,4	9400,0	2707,2			124,5	54,9	4,5	0,4	12191,1	3291,6
V2E2	1	110,7	45,3	4,8	0,4	9437,5	2718,0	V4E2	1	68,3	27,3	4,8	0,4	5687,5	1638,0
	2	86,5	33,6	4,8	0,4	7000,0	2016,0		2	66,3	21,6	4,8	0,3	4500,0	1296,0
	3	102,3	45,6	4,8	0,4	9500,0	2736,0		3	110,6	46,8	4,8	0,4	9750,0	2808,0
	4	56,8	21,2	4,8	0,4	4416,7	1272,0		4	86,8	30,0	4,8	0,3	6250,0	1800,0
	5	116,8	48,6	4,8	0,4	10125,0	2916,0		5	99,6	45,6	4,8	0,5	9500,0	2736,0
		94,6	38,9	4,8	0,4	8095,8	2331,6			86,3	34,3	4,8	0,4	7137,5	2055,6
V2E3	1	98,6	36,9	4,7	0,4	7851,1	2214,0	V4E3	1	51,6	21,1	4,1	0,4	5146,3	1266,0
	2	75,6	25,6	4,7	0,3	5446,8	1536,0		2	79,3	29,5	4,1	0,4	7195,1	1770,0
	3	41,5	16,8	4,7	0,4	3574,5	1008,0		3	61,4	23,0	4,1	0,4	5609,8	1380,0
	4	66,8	25,8	4,7	0,4	5489,4	1548,0		4	44,4	19,8	4,1	0,4	4829,3	1188,0
	5	43,4	24,4	4,7	0,6	5191,5	1464,0		5	49,3	19,0	4,1	0,4	4634,1	1140,0
		65,2	25,9	4,7	0,4	5510,6	1554,0			57,2	22,5	4,1	0,4	5482,9	1348,8
V2E4	1	17,7	5,0	4,3	0,3	1162,8	300,0	V4E4	1	44,1	17,6	3,9	0,4	4512,8	1056,0
	2	55,2	12,7	4,3	0,2	2953,5	762,0		2	38,6	15,6	3,9	0,4	4000,0	936,0
	3	41,3	14,7	4,3	0,4	3418,6	882,0		3	49,9	19,9	3,9	0,4	5102,6	1194,0
	4	68,3	22,0	4,3	0,3	5116,3	1320,0		4	111,3	30,9	3,9	0,3	7923,1	1854,0
	5	89,6	31,6	4,3	0,4	7348,8	1896,0		5	50,3	20,6	3,9	0,4	5282,1	1236,0
		54,4	17,2	4,3	0,3	4000,0	1032,0			58,8	20,9	3,9	0,4	5364,1	1255,2

Cuadro 4. Rendimiento en 1 m² de superficie.

VARIEDAD HUGANDA						VARIEDAD JIWAKI					
			PL/ m2	PG/m2	Rnto/ha				PL/ m2	PG/m2	Rnto/ha
B1	V2	E1	30	753	7530	B1	V4	E1	8	410,4	4104
B1	V2	E2	28	610,4	6104	B1	V4	E2	13	392,6	3926
B1	V2	E3	26	551,2	5512	B1	V4	E3	18	419,4	4194
B1	V2	E4	21	436,8	4368	B1	V4	E4	23	349,6	3496
B2	V2	E1	25	687,5	6875	B2	V4	E1	18	415,8	4158
B2	V2	E2	15	364,5	3645	B2	V4	E2	31	626,2	6262
B2	V2	E3	31	747,1	7471	B2	V4	E3	36	777,6	7776
B2	V2	E4	13	253,5	2535	B2	V4	E4	10	261,0	2610
B3	V2	E1	9	215,1	2151	B3	V4	E1	26	787,8	7878
B3	V2	E2	7	187,6	1876	B3	V4	E2	10	333,0	3330
B3	V2	E3	11	229,9	2299	B3	V4	E3	25	405,0	4050
B3	V2	E4	20	370	3700	B3	V4	E4	21	319,2	3192
B4	V2	E1	20	414	4140	B4	V4	E1	8	250,4	2504
B4	V2	E2	6	118,8	1188	B4	V4	E2	11	159,5	1595
B4	V2	E3	16	276,8	2768	B4	V4	E3	10	193,0	1930
B4	V2	E4	19	334,4	3344	B4	V4	E4	9	176,4	1764

VARIEDAD AGRO 2000						VARIEDAD BELEN 2000					
			PL/ m2	PG/m2	Rnto/ha				PL/ m2	PS/m2	Rnto/ha
B1	V3	E1	19	476,9	4769	B1	V1	E1	15	405,2	4052,0
B1	V3	E2	18	392,4	3924	B1	V1	E2	20	494,2	4941,6
B1	V3	E3	16	339,2	3392	B1	V1	E3	16	352,0	3519,9
B1	V3	E4	14	291,2	2912	B1	V1	E4	3	51,0	510,0
B2	V3	E1	29	797,5	7975	B2	V1	E1	21	489,6	4895,8
B2	V3	E2	20	486	4860	B2	V1	E2	33	774,5	7744,9
B2	V3	E3	15	361,5	3615	B2	V1	E3	17	385,7	3857,3
B2	V3	E4	18	351	3510	B2	V1	E4	9	161,7	1617,3
B3	V3	E1	10	239	2390	B3	V1	E1	17	406,8	4068,1
B3	V3	E2	14	375,2	3752	B3	V1	E2	39	817,0	8170,2
B3	V3	E3	3	62,7	627	B3	V1	E3	9	178,8	1788,1
B3	V3	E4	15	277,5	2775	B3	V1	E4	7	127,3	1273,0
B4	V3	E1	21	434,7	4347	B4	V1	E1	18	408,9	4089,5
B4	V3	E2	18	356,4	3564	B4	V1	E2	6	136,6	1366,5
B4	V3	E3	14	242,2	2422	B4	V1	E3	7	142,1	1421,0
B4	V3	E4	10	176	1760	B4	V1	E4	12	225,4	2254,0

Donde

PL/ m2 Numero de plantas por metro cuadrado
PG/m2 Peso de grano por metro cuadrado
Rnto/ha Rendimiento por hectarea

Cuadro 5. Rendimiento por unidad experimental 25 m² de superficie.

VARIEDAD HUGANDA								VARIEDAD JIWAKI							
			Peso 1	Peso 2	Peso 3	Peso Total	Rnto/ha				Peso 1	Peso 2	Peso 3	Peso Total	Rnto/ha
B1	V3	E1	1860,6	1827,8	298,9	3987,3	1594,9	B1	V4	E1	1781,6	1818,7	0,0	3600,3	1440,12
B1	V3	E2	1818,3	1857,9	0,0	3676,2	1470,5	B1	V4	E2	1608,2	1689,8	0,0	3298,0	1319,20
B1	V3	E3	1835,6	1748,0	335,6	3919,2	1567,7	B1	V4	E3	1755,2	1119,6	0,0	2874,8	1149,92
B1	V3	E4	1563,5	1835,5	0,0	3399,0	1359,6	B1	V4	E4	1627,5	1362,5	0,0	2990,0	1196,00
B2	V3	E1	1779,5	1584,1	0,0	3363,6	1345,4	B2	V4	E1	1834,9	1719,8	0,0	3554,7	1421,88
B2	V3	E2	1331,9	1897,5	236,9	3466,3	1386,5	B2	V4	E2	1591,4	1746,3	0,0	3337,7	1335,08
B2	V3	E3	1171,4	1681,7	0,0	2853,1	1141,2	B2	V4	E3	932,3	1846,7	0,0	2779,0	1111,60
B2	V3	E4	1862,9	1509,0	0,0	3371,9	1348,8	B2	V4	E4	1148,4	1798,8	0,0	2947,2	1178,88
B3	V3	E1	1823,4	1652,9	456,8	3933,1	1573,2	B3	V4	E1	1697,2	1579,5	0,0	3276,7	1310,68
B3	V3	E2	1356,8	1331,9	949,5	3638,2	1455,3	B3	V4	E2	1523,8	1756,1	0,0	3279,9	1311,96
B3	V3	E3	1832,3	1738,9	0,0	3571,2	1428,5	B3	V4	E3	1079,3	1796,6	0,0	2875,9	1150,36
B3	V3	E4	1338,5	1812,0	0,0	3150,5	1260,2	B3	V4	E4	832,9	1302,5	0,0	2135,4	854,16
B4	V3	E1	1788,8	1484,7	569,3	3842,8	1537,1	B4	V4	E1	1899,1	1501,6	0,0	3400,7	1360,28
B4	V3	E2	1870,9	1714,1	125,6	3710,6	1484,2	B4	V4	E2	1757,4	1878,9	0,0	3636,3	1454,52
B4	V3	E3	1741,3	1456,8	0,0	3198,1	1279,2	B4	V4	E3	1298,9	834,2	0,0	2133,1	853,24
B4	V3	E4	1261,2	1358,9	0,0	2620,1	1048,0	B4	V4	E4	1008,8	1533,1	0,0	2541,9	1016,76

VARIEDAD AGRO 2000								VARIEDAD BELEN 2000							
			Peso 1	Peso 2	Peso 3	Peso Total	Rnto/ha				Peso 1	Peso 2	Peso 3	Peso Total	Rnto/ha
B1	V2	E1	1500,7	1897,6	369,8	3768,1	1507,2	B1	V1	E1	1853,8	1838,2	359,6	4051,6	1620,6
B1	V2	E2	1504,3	1759,3	0,0	3263,6	1305,4	B1	V1	E2	1825,3	1680,0	200,9	3706,2	1482,5
B1	V2	E3	1476,6	1698,6	0,0	3175,2	1270,1	B1	V1	E3	1465,7	1834,2	0,0	3299,9	1320,0
B1	V2	E4	1772,3	1342,0	0,0	3114,3	1245,7	B1	V1	E4	1126,9	1423,2	0,0	2550,1	1020,0
B2	V2	E1	1898,6	1772,1	447,6	4118,3	1647,3	B2	V1	E1	1634,6	1862,4	0,0	3497,0	1398,8
B2	V2	E2	1880,5	1762,0	0,0	3642,5	1457,0	B2	V1	E2	1826,7	1693,7	0,0	3520,4	1408,2
B2	V2	E3	1765,4	1844,2	0,0	3609,6	1443,8	B2	V1	E3	1542,8	1860,7	0,0	3403,5	1361,4
B2	V2	E4	1042,3	1877,4	0,0	2919,7	1167,9	B2	V1	E4	857,3	1838,2	0,0	2695,5	1078,2
B3	V2	E1	1809,1	1779,9	321,3	3910,3	1564,1	B3	V1	E1	1757,8	1831,7	0,0	3589,5	1435,8
B3	V2	E2	1722,9	1281,7	0,0	3004,6	1201,8	B3	V1	E2	1655,1	1487,3	0,0	3142,4	1257,0
B3	V2	E3	1575,1	1554,8	0,0	3129,9	1252,0	B3	V1	E3	1385,5	1594,7	0,0	2980,2	1192,1
B3	V2	E4	1236,5	1532,2	0,0	2768,7	1107,5	B3	V1	E4	1240,8	1487,1	0,0	2727,9	1091,2
B4	V2	E1	1759,3	1349,5	0,0	3108,8	1243,5	B4	V1	E1	1531,4	1876,5	0,0	3407,9	1363,2
B4	V2	E2	1139,6	1833,6	0,0	2973,2	1189,3	B4	V1	E2	1816,9	1599,3	0,0	3416,2	1366,5
B4	V2	E3	1799,1	789,3	0,0	2588,4	1035,4	B4	V1	E3	1223,5	1400,0	0,0	2623,5	1049,4
B4	V2	E4	1094,6	1540,4	0,0	2635,0	1054,0	B4	V1	E4	1158,1	1659,4	0,0	2817,5	1127,0

Cuadro 6. Datos de incidencia de mildiu con la aplicación de niveles de fertilización.

	V 1				V 2				V 3				V 4			
Niveles de Fertilización Orgánica	E1	E2	E 3	E 4	E 3	E 4	E 1	E 2	E 2	E 3	E 4	E 1	E 4	E 1	E 2	E 3
Numero Total de Plantas por m2	15	20	16	14	25	30	28	26	18	16	14	19	12	18	33	41
Numero Plantas Afectadas por Mildiu	3	9	2	0	1	0	1	1	2	3	2	8	0	2	1	3
Porcentaje de Incidencia (%)	20	25	13	0	4	0	4	4	11	19	21	11	0	11	3	7
	V 4				V 1				V 2				V 3			
Niveles de Fertilización Orgánica	E4	E1	E 2	E 3	E 2	E 3	E 4	E 1	E 1	E 2	E 3	E 4	E 3	E 4	E 1	E 2
Numero Total de Plantas por m2	10	18	31	36	35	17	9	28	25	15	31	13	18	15	29	20
Numero Plantas Afectadas por Mildiu	0	2	0	1	1	0	1	0	1	1	2	0	0	0	1	0
Porcentaje de Incidencia (%)	0	11	0	3	3	0	11	0	4	7	6	0	0	0	3	0
	V 3				V 4				V 1				V 2			
Niveles de Fertilización Orgánica	E3	E4	E 1	E 2	E 1	E 2	E 3	E 4	E 4	E 1	E 2	E 3	E 2	E 3	E 4	E 1
Numero Total de Plantas por m2	3	15	10	14	26	30	25	21	7	17	39	9	7	11	20	9
Numero Plantas Afectadas por Mildiu	0	0	3	2	0	0	2	0	1	1	0	0	1	1	0	2
Porcentaje de Incidencia (%)	0	0	21	8	0	0	10	0	6	3	0	0	9	5	0	22
	V 2				V 3				V 4				V 1			
Niveles de Fertilización Orgánica	E2	E3	E 4	E 1	E 4	E 1	E 2	E 3	E 3	E 4	E 1	E 2	E 1	E 2	E 3	E 4
Numero Total de Plantas por m2	6	16	23	20	10	18	21	14	10	9	5	11	6	18	7	12
Numero Plantas Afectadas por Mildiu	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	1	0	1	1
Porcentaje de Incidencia (%)	0	6	0	0	0	0	10	0	0	0	0	18	17	0	14	8

Cuadro 7. Datos de densidad aparente.

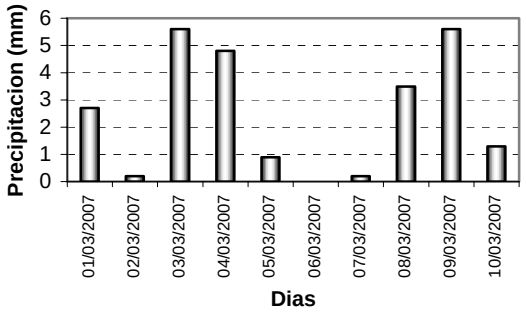
Profundidad	12 tn/ha	8 tn/ha	4 tn/ha	0 tn/ha
10 cm	1,48	1,55	1,55	1,65
20 cm	1,52	1,57	1,61	1,66
30 cm	1,43	1,54	1,54	1,55
40 cm	1,65	1,64	1,57	1,69
50 cm	1,71	1,75	1,75	1,73

Densidad aparente (gr/cm^3)

Cuadro 8. Primera lectura de la humedad gaviométrica en fecha 11 de marzo del 2007, la grafica muestra la precipitación antes de la lectura.

BLOQUE I				
Niveles	12 tn/ha	8 tn/ha	4 tn/ha	0 tn/ha
Profundidades	Hg	Hg	Hg	Hg
10	34,52	33,68	27,33	23,33
20	33,07	28,15	19,44	21,52
30	31,63	35,26	21,27	21,22
40	21,64	28,37	22,63	19,22
50	21,71	28,24	22,51	22,82
BLOQUE II				
Niveles	12 tn/ha	8 tn/ha	4 tn/ha	0 tn/ha
Profundidades	Hg	Hg	Hg	Hg
10	17,75	11,91	5,04	6,18
20	10,31	7,36	10,53	7,61
30	15,78	11,12	18,78	12,45
40	20,04	13,35	19,39	12,97
50	20,68	14,63	19,55	18,05
BLOQUE III				
Niveles	12 tn/ha	8 tn/ha	4 tn/ha	0 tn/ha
Profundidades	Hg	Hg	Hg	Hg
10	23,56	7,69	13,99	9,02
20	26,08	8,55	15,34	12,32
30	26,84	13,03	15,09	10,73
40	19,07	24,06	17,53	15,23
50	19,25	22,44	20,21	19,57

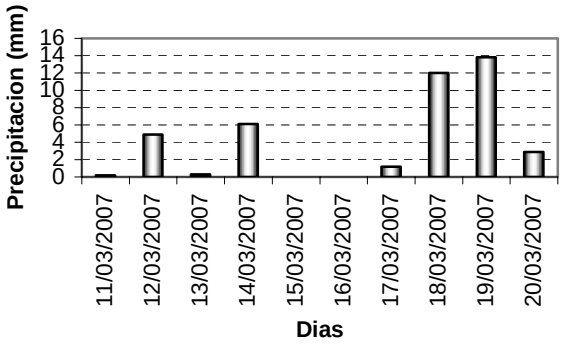
BLOQUE IV				
Niveles	12 tn/ha	8 tn/ha	4 tn/ha	0 tn/ha
Profundidades	Hg	Hg	Hg	Hg
10	20,17	17,20	10,44	9,32
20	17,62	15,42	12,73	11,14
30	15,15	17,11	14,62	10,11
40	17,77	7,14	16,97	9,44
50	16,48	9,29	17,41	14,30



Cuadro 9. Segunda lectura de la humedad gaviométrica en fecha 21 de Marzo del 2007, la grafica muestra la precipitación antes de la lectura.

BLOQUE I				
Niveles	12 tn/ha	8 tn/ha	4 tn/ha	0 tn/ha
Profundidades	Hg	Hg	Hg	Hg
10	30,53	28,91	26,91	15,68
20	16,44	32,80	24,97	17,71
30	26,65	25,28	20,00	11,12
40	16,94	21,46	13,38	3,62
50	21,05	23,26	10,12	16,21
BLOQUE II				
Niveles	12 tn/ha	8 tn/ha	4 tn/ha	0 tn/ha
Profundidades	Hg	Hg	Hg	Hg
10	17,07	7,67	12,17	17,02
20	27,86	4,20	12,59	15,41
30	14,85	13,40	15,36	23,20
40	19,62	18,24	22,84	27,12
50	17,85	15,56	24,04	20,37
BLOQUE III				
Niveles	12 tn/ha	8 tn/ha	4 tn/ha	0 tn/ha
Profundidades	Hg	Hg	Hg	Hg
10	26,62	18,12	27,48	21,53
20	28,89	20,95	21,59	14,04
30	20,25	29,85	17,46	9,82
40	27,88	21,76	25,85	11,32
50	28,58	20,74	24,04	13,96

BLOQUE IV				
Niveles	12 tn/ha	8 tn/ha	4 tn/ha	0 tn/ha
Profundidades	Hg	Hg	Hg	Hg
10	20,98	18,46	11,60	11,17
20	15,41	16,05	15,97	19,08
30	21,25	8,83	17,90	24,50
40	8,68	17,94	10,37	19,42
50	10,32	18,08	10,12	22,62



ANEXO 3

Cuadro 1. Análisis de varianza para la altura de la planta.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F	
BLOQUE	3	535.622	178.54	3.74	0.0894	NS
VARIEDAD	3	214.622	71.54	1.50	0.2312	NS
BLOQUE*VARIEDAD	9	1565.352	173.92	3.65	0.0725	NS
NIVEL ESTIERCOL	3	2746.627	915.54	19.19	0.0001	**
VAR*EST	9	701.827	77.98	1.63	0.1425	NS
Error	36	1717.765	47.71			
Total	63			CV 11.57		

Cuadro 2. Análisis de varianza para número de ramas.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F	
BLOQUE	3	535.622	178.54	3.74	0.0894	NS
VARIEDAD	3	214.622	71.54	1.50	0.2312	NS
BLOQUE*VARIEDAD	9	1565.352	173.92	3.65	0.0725	NS
NIVEL ESTIERCOL	3	2746.627	915.54	19.19	0.0001	**
VAR*EST	9	701.827	77.98	1.63	0.1425	NS
Error	36	1717.765	47.71			
Total	63			CV 7.49		

Cuadro 3. Análisis de varianza para longitud de la panoja.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F	
BLOQUE	3	304.512	101.504	9.29	0.2301	NS
VARIEDAD	3	13.922	4.6409	0.42	0.7365	NS
BLOQUE*VARIEDAD	9	238.827	26.536	2.43	0.0685	NS
NIVEL ESTIERCOL	3	593.333	197.777	18.09	0.0001	**
VAR*EST	9	164.692	18.299	1.67	0.1316	NS
Error	36	393.494	10.93040694			
Total	63	1708.783	C.V.	11.62 %		

Cuadro 4. Análisis de varianza para diámetro de panoja.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F	
BLOQUE	3	1.765	0.588	0.42	0.7395	NS
VARIEDAD	3	1.460	0.486	0.35	0.7910	NS
BLOQUE*VARIEDAD	9	27.238	3.026	2.16	0.0991	NS
NIVEL ESTIERCOL	3	56.005	18.668	13.33	0.0001	**
VAR*EST	9	9.103	1.011	0.72	0.6852	NS
Error	36	50.401	1.400			
Total	63	145.974	C.V.	16.21%		

Cuadro 5. Análisis de varianza para diámetro de tallo.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F	
BLOQUE	3	0.375	0.1252	4.96	0.0755	NS
VARIEDAD	3	0.493	0.164	6.51	0.0012	**
BLOQUE*VARIEDAD	9	0.675	0.075	2.97	0.0895	NS
NIVEL ESTIERCOL	3	1.101	0.367	4.55	0.0001	**
VAR*EST	9	1.134	0.126	4.99	0.0002	NS
Error	36	0.908	0.025			
Total	63	4.683	C.V. 12.019			

Cuadro 6. Análisis de varianza para longitud de la raíz.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F	
BLOQUE	3	482.02187500	160.67395833	12.02	0.0926	NS
VARIEDAD	3	13.84687500	4.61562500	0.35	0.7928	NS
BLOQUE*VARIEDAD	9	184.66562500	20.51840278	1.53	0.1734	NS
NIVEL ESTIERCOL	3	607.37687500	202.45895833	15.14	0.0001	**
VAR*EST	9	157.83062500	17.53673611	1.31	0.2653	NS
Error	36	481.38250000	13.37173611			
Total	63	1927.12437500	C.V. 17.16801			

Cuadro 7. Análisis de varianza peso de la planta.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F	
BLOQUE	3	3998.21046875	1332.73682292	6.00	0.1220	NS
VARIEDAD	3	444.34796875	148.11598958	0.67	0.5782	NS
BLOQUE*VARIEDAD	9	8675.17390625	963.90821181	4.34	0.0007	NS
NIVEL ESTIERCOL	3	18330.99171875	6110.33057292	27.49	0.0001	**
VAR*EST	9	2923.45765625	324.82862847	1.46	0.1997	NS
Error	36	8001.83812500	222.27328125			
Total	63	42374.01984375	C.V.	16.78007		

Cuadro 8. Análisis de varianza para peso de grano.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F	
BLOQUE	3	1197.23125000	399.07708333	8.17	0.0773	NS
VARIEDAD	3	238.13250000	79.37750000	1.63	0.2005	NS
BLOQUE*VARIEDAD	9	790.65625000	87.85069444	1.80	0.1025	NS
NIVEL ESTIERCOL	3	4544.66625000	1514.88875000	31.02	0.0001	**
VAR*EST	9	630.43125000	70.04791667	1.43	0.2103	NS
Error	36	1757.83250000	48.82868056			
Total	63	9158.95000000	C.V. 17.887			

Cuadro 9. Análisis de varianza de índice de cosecha.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F	
BLOQUE	3	0.04671875	0.01557292	4.38	0.0700	NS
VARIEDAD	3	0.00921875	0.00307292	0.86	0.4689	NS
BLOQUE*VARIEDAD	9	0.07265625	0.00807292	2.27	0.0395	NS
NIVEL ESTIERCOL	3	0.01296875	0.00432292	1.21	0.0184	**
VAR*EST	9	0.01640625	0.00182292	0.51	0.8559	NS
Error	36	0.12812500	0.00355903			
Total	63	0.28609375	C.V.	14.62868		

Cuadro 10. Análisis de varianza para peso de 1000 granos.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F	
BLOQUE	3	0.71546875	0.23848958	7.46	0.0985	NS
VARIEDAD	3	1.09171875	0.36390625	11.39	0.0001	**
BLOQUE*VARIEDAD	9	0.72140625	0.08015625	2.51	0.0242	NS
NIVEL ESTIERCOL	3	3.40296875	1.13432292	35.49	0.0001	**
VAR*EST	9	0.12890625	0.01432292	0.45	0.8990	NS
Error	36	1.15062500	0.03196181			
Total	63	7.21109375				
		C.V.	4.174328			

Cuadro 11. Análisis de varianza para número de granos por planta.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F	
BLOQUE	3	76800917.52375000	25600305.84125000	9.77	0.236	NS
VARIEDAD	3	19050401.03124990	6350133.67708331	2.42	0.0818	NS
BLOQUE*VARIEDAD	9	43373366.10250000	4819262.90027778	1.84	0.0947	NS
NIVEL ESTIERCOL	3	153494150.98125000	51164716.99375000	19.52	0.0001	**
VAR*EST	9	30983018.84999990	3442557.64999999	1.31	0.2644	NS
Error	36	94377919.72875000	2621608.88135417			
Total	63	418079774.21750000				
		C.V.	4.174328			

Cuadro 12. Análisis de varianza para rendimiento en grano de plantas marbeteadas.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F	
BLOQUE	3	4311816.00046874	1437272.00015625	8.19	0.8903	NS
VARIEDAD	3	858197.29546874	286065.76515625	1.63	0.00995	**
BLOQUE*VARIEDAD	9	2850891.04640624	316765.67182292	1.80	0.1013	NS
NIVEL ESTIERCOL	3	16358267.44546880	5452755.81515627	31.07	0.0001	**
VAR*EST	9	2274866.46140625	252762.94015625	1.44	0.2080	NS
Error	36	6318190.88062529	175505.30223959			
Total	63	32972229.12984400				
		C.V. 16.45164				

Cuadro 13. Análisis de varianza para rendimiento en grano muestreado por m² de superficie.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F	
BLOQUE	3	2296215.79687500	765405.26562500	3.03	0.0716	NS
VARIEDAD	3	8174274.54687499	2724758.18229166	10.80	0.0001	**
BLOQUE*VARIEDAD	9	1113604.14062500	123733.79340278	0.49	0.8713	NS
NIVEL ESTIERCOL	3	31691727.04687500	10563909.01562500	41.86	0.0001	**
VAR*EST	9	23327562.89062500	2591951.43229167	10.27	0.2361	NS
Error	36	9085043.81250001	252362.32812500			
Total	63					
		C.V. 14.95				

Cuadro 14. Análisis de varianza para rendimiento en grano por unidad experimental.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F	
BLOQUE	3	201355.54687500	67118.51562500	6.67	0.3011	NS
VARIEDAD	3	253290.79687500	84430.26562500	8.39	0.0002	**
BLOQUE*VARIEDAD	9	174992.26562500	19443.58506944	1.93	0.0785	NS
NIVEL ESTIERCOL	3	969539.67187500	323179.89062500	32.10	0.0001	**
VAR*EST	9	94587.64062500	10509.73784722	1.04	0.4258	NS
Error	36					
Total	63					
		C.V. 7.74				

ANEXO 4

Cuadro 1. Análisis físico-químico de abono (Estiércol ovino).

IBTEN

MINISTERIO DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES NUCLEARES
DIVISION DE QUIMICA

ANALISIS FISICO-QUIMICO DE ABONOS

INTERESADO : *SEVERO VICTOR OSCO LIMACHI*
PROCEDENCIA : *Dpto LA PAZ, Pvcia. INGAVI, Loc. TIAHUANACU, Com. CORPA*

Nº SOLICITUD: *093 / 2007*
FECHA DE RECEPCION : *2 / julio / 2007*
FECHA DE ENTREGA : *13 / julio / 2007*

Nº Lab	CODIGO	Nitrógeno % N	Fósforo % P	Potasio % K	pH en agua 1:5	C.E. mS/cm 1:5	Humedad %
261 /2007	Muestra de guano de ovino	1,15	0,24	0,575	7,99	4,63	3,06

OBSERVACIONES

C. E. : Conductividad eléctrica en miliSiemens por centimetro.

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR La Paz-Bolivia

RESPONSABLE DE LABORATORIO
JORGE CHUNGARA

Of. Av. 6 de Agosto 2905 . Telf.: 2433481 - 2430009 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433083 , La Paz - Bolivia
Casilla 4821 , Telf.-2600085 CIN-Viacha . E-mail: ibten@entelnet.bo

Cuadro 2. Análisis físico-químico de suelos (Comunidad corpa - Tiahuanacu).

MINISTERIO DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES NUCLEARES
DIVISION DE QUIMICA

ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO : *SEVERO VICTOR OSCO LIMACHI*
PROCEDENCIA : *Dpto. LA PAZ, Pvcia INGAVI TIAHUANACO*

N° SOLICITUD: 083 / 2007
FECHA DE RECEPCION : *20 / junio / 2007*
FECHA DE ENTREGA : *6 / julio / 2007*

N° Lab	CODIGO	ARENA %	ARCILLA %	LIMO %	CLASE TEXTURA	GRAVA %	CARBONATOS LIBRES	pH en agua 1:5	pH en KCl 1N 1:5	C.E. mS/cm 1:5	CATIONES DE CAMBIO (meq / 100 gr suelo) Al + H	Ca	Mg	Na	K	T.B.I.	C.I.C.	SAT BAS %	M. O. %	N TOTAL %	P Asim ppm
241 /2007	Muestra Loc Tiahuanaco	45	24	31	F	5,97	A	6,36	6,21	0,061	0,09	3,75	0,69	0,11	0,15	4,67	4,72	98,9	0,36	0,02	12,47

OBSERVACIONES.-
* Cationes de Cambio extraidos con acetato de amonio 1N.
** Fosforo Asimilable (P Asimil) analizado con el método de Bray Kurtz
C.E. Conductividad eléctrica en miliSiemens por centimetro.
C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.
T.B.I. Total de Bases de Intercambio.
M.O. Materia Orgánica

CARBONATOS LIBRES
A *Ausente*
P *Presente*
PP *Presente en gran cantidad*

CLASE TEXTURAL
F : *Franco*
L : *Limoso*
A : *Arenoso*
Y : *Arcilloso*
YA : *Arcilloso Arenoso*
FYA : *Franco Arcilloso Arenoso*
FA : *Franco Arenoso*
AF : *Arenoso Franco*
FY : *Franco Arcilloso*
YL : *Arcilloso Limoso*
FYL : *Franco Arcilloso Limoso*
FL : *Franco Limoso*

RESPONSABLE DE LABORATORIO
JORGE CHUNGARA

ANEXO 5

Variable economica calculos

Calculo del precio de la semilla

Para todos los niveles de fertilización	8 kg/ha * 8 Bs/ kg = 64 Bs/ha

Calculo del costo del abono (Estiércol ovino), por niveles de fertilización

Nivel bajo	4 tn/ha	x	200 Bs/ha =	800 Bs/ha
Nivel Medio	8 tn/ha	x	200 Bs/ha =	1600 Bs/ha
Nivel Alto	12 tn/ha	x	200 Bs/ha =	2400 Bs/ha

Calculo de la mano de obra para aplicar el estiércol ovino

Nivel bajo	4 tn/ha	x	Dia/1 tn	35 Bs/dia =	140 Bs/ha
Nivel Medio	8 tn/ha	x	Dia/1 tn	35 Bs/dia =	280 Bs/ha
Nivel Alto	12 tn/ha	x	Dia/1 tn	35 Bs/dia =	420 Bs/ha

Calculo de la mano de obra para deshierbe

Dia/2500 m2	x	10000 m2/1 ha	x	35 Bs/dia =	140 Bs/ha

Calculo de la mano de obra para cosecha

Dia/300 m2	x	10000 m2/1 ha	x	35 Bs/dia =	1666,7 Bs/ha

Calculo de la mano de obra para cosecha

Dia/300 m2	x	10000 m2/1 ha	x	35 Bs/dia =	1666,7 Bs/ha

Calculo de la mano de obra para venteado

Dia/460 kg	x	35 Bs/dia	x	1660kg/ha =	129 Bs/ha
Dia/460 kg	x	35 Bs/dia	x	2017 kg/ha =	153 Bs/ha
Dia/460 kg	x	35 Bs/dia	x	2299 kg/ha =	174 Bs/ha
Dia/460 kg	x	35 Bs/dia	x	2309 Kg/ha =	175 Bs/ha

Costo de tractor agrícola para remoción del suelo y rastrado

Remoción del Suelo	1,5 Horas/2500 m2	x	70 Bs/1 Hora	x	10000 m2/ha =	420 Bs/ha
Rastrado	1 Horas/2500 m2	x	70 Bs/1 Hora	x	10000 m2/ha =	280 Bs/ha

Tasa de retorno marginal

De Pasar del testigo a 4 tn/ha	$\frac{8384,6 - 6924,4}{5331 - 4367}$	=	$\frac{1460,16}{964}$	=	1,51	=151%
De Pasar de 4 tn/ha a 8 tn/ha	$\frac{9345 - 8384}{6292 - 5331}$	=	$\frac{961}{951}$	=	1	=100%

ANEXO 6

Foto 1. Emergencia de plántulas de quinua.

Foto 2. Pluviómetro digital y barreno de cilindro.

Foto 3. Cosecha del cultivo quinua.

Foto 4. Emparvado individual por niveles de fertilización y por variedades.

Foto 5. Variedad Huganda seleccionado por su mejor rendimiento en la comunidad corpa - Tiwanacu.