

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**INFLUENCIA DE CINCO NIVELES DE ESTIÉRCOL EN EL
RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE QUINUA
(*Chenopodium quinoa willd*) REAL BOLIVIANA Y
PANDELA DE LA LOCALIDAD LA YARADA**

TESIS

Presentada por:

Bach. ROBERTO VARGAS ROMERO

Para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA—PERÚ

2008

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

FACULTAD DE CIENCIA AGRÍCOLAS

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**INFLUENCIA DE CINCO NIVELES DE ESTIÉRCOL EN EL
RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE QUINUA
(*Chenopodium quinoa* Willd.) REAL BOLIVIANA
Y PANDELA EN LA LOCALIDAD LA YARADA**

**TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 14 DE JULIO DEL 2006;
ESTANDO EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:**

PRESIDENTE:


Mgr. Virgilio Vildoso Gonzáles

SECRETARIO:


Ing. Mario Gálvez Briceño

VOCAL:


Msc. Magno Robles Tello

ASESOR:


Msc. Nivardo Núñez Torreblanca

UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROHMANN" DE TACNA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
TITULO PROFESIONAL

Temo: 02

Folio N° 354

El Decano de la Facultad, CERTIFICA:

Que el Bachiller: Vargas Romero
Roberto

ha sustentado el presente Trabajo de Tesis y ha sido **APROBADO**
por Mayoría, con el calificativo Regular

Tacna, 10 octubre 2008



[Signature]
DECANO FCAG

DEDICATORIA

A mis padres queridos padres:

Don Marcial Vargas (+)

Narcisca Romero vda de Vargas, Quienes

supieron orientarme para alcanzar mi mas

anhelada meta: ser profesional

A mi esposa e hijos

Gladys Mamani, Alex, Fiorella y Pamela:

Quienes supieron darme amor y cariño

durante la ejecución de mi presente tesis.

A mis suegros: Fermín Mamani (+)

y esposa, que gracias a sus sabios consejos

y constante apoyo, se hizo realidad mi sueño:

ser buen profesional.

AGRADECIMIENTOS

- Agradecimiento especial a mi asesor Msc. Nivardo Núñez Torreblanca por su orientación y apoyo.
- A mis profesores: Alcido Escobar, Arístides Choquehuanca, Hermógenes Chávez, Rene Chávez y Rodi Alférez por su valiosos consejos y orientación durante la ejecución del presente trabajo de tesis
- A mi hermano Cesar Vargas por su apoyo incondicional durante la ejecución en campo de la presente tesis.
- Al Decano Dr. Oscar Fernández, Mgr. Virgilio Vildoso, M.V. Daniel Gandarillas por su apoyo y orientación
- A mis amigos: Henry Coahila, Carlos Quispe.

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	01
II.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	04
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	50
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	72
V.	CONCLUSIONES	98
VI.	RECOMENDACIONES	100
VII.	BIBLIOGRAFÍA	101
VIII.	ANEXOS	106

RESUMEN

El presente trabajo experimental, se ejecutó en el CEA II la Yarada de la facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna, con el objeto de estudiar la influencia de cinco niveles de estiércol en el rendimiento de dos variedades de quinua.

Con respecto a los resultados de rendimiento, se encontró un óptimo de rendimiento de grano de 1849,86 con un nivel de estiércol de 19,47 t/ha para la variedad Real Boliviana, asimismo para la variedad Pandela se encontró un óptimo de rendimiento de grano de 2180,34 kg/ha, con un óptimo de 20,3 t/ha de estiércol respectivamente

A partir de los resultados, se concluye que el estiércol influyo en la altura de la planta de las variedades siguiendo una tendencia lineal; el nivel óptimo de estiércol para área foliar de las variedades Real Boliviana y Pandela fue de 18,7 t/ha.

Con respecto a la longitud de raíz la variedad Real Boliviana muestra una respuesta de tipo lineal con respecto a los niveles de estiércol, en cambio la variedad Pandela no expresa una respuesta clara; 22,72 t/ha de estiércol es el óptimo para la variedad Real Boliviana para peso seco de raíz, en cambio la variedad Pandela muestra una respuesta de tipo lineal.

I. INTRODUCCIÓN

La sostenibilidad agrícola, es un concepto de plena vigencia, que se asocia al desarrollo sostenible como medio para evitar que las actividades humanas, dañen los recursos naturales y el medio ambiente; la actividad humana de mayor trascendencia es la agricultura, pero la intensificación de la producción agrícola ha generado paralelamente el uso de grandes cantidades de agroquímicos, que en muchos casos influye negativamente degradando el suelo y contaminando suelo y agua

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), es una especie cultivada con capacidad de tolerancia al frío, sequía y salinidad; además de considerarla una planta rústica, investigaciones realizadas en condiciones del valle de Tacna demuestran que esta especie puede prosperar sin mayores inconvenientes en zonas áridas que por sus atributos nutritivos como su alto contenido protéico y su facilidad de manejo, debe ser considerada en los sistemas de rotación de cultivos en cualquier época del año.

La temperatura media adecuada para el cultivo de la quinua está a rededor de 15-20 °C sin embargo, se ha observado que con temperaturas

medias y altas de hasta 25 °C prospera adecuadamente. Al respecto, se ha determinado que esta planta también posee mecanismos de escape y tolerancia a bajas temperaturas pudiendo soportar hasta menos de 8°C en determinadas etapas fenológicas, siendo más tolerante la ramificación y la más susceptible, la floración y llenado de grano.

Respecto a las temperaturas extremas altas, se ha observado que temperaturas por encima de los 38°C produce aborto de flores y muerte de estigmas y estambres, imposibilitando la formación de polen y por lo tanto, impidiendo la formación de grano

Una de las estrategias para implementar la sostenibilidad agrícola está referida al manejo del suelo para conservarlo y mejorar su calidad, entre las prácticas más importantes para proteger y mejorar la productividad del suelo figura:

a) Reducción y eliminación del laboreo, b) manejo del riego, c) mantenimiento de cubiertas vegetales de cultivos o restos de cultivos, d) adición de materia orgánica como compost, estiércol o abonos verdes. En consecuencia el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) con cantidades apropiadas de estiércol puede contribuir de manera

significativa a mejorar las condiciones del suelo y a la obtención de un alimento de alta calidad.

Por las consideraciones señaladas, la presente investigación se plantea estudiar la influencia de cinco niveles de estiércol en la productividad biológica de dos variedades de quinua.

- **OBJETIVO GENERAL**

Determinar la influencia de cinco niveles de estiércol en el rendimiento de grano de dos variedades de quinua, Real Boliviana y Pandela.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1.1. ORIGEN, GENÉTICA Y DISTRIBUCIÓN DE LA QUINUA

Bravo (1975), Al realizar una investigación bibliográfica sobre la quinua, arribó a las siguientes conclusiones:

- Basándose en el principio de Vavilov, la quinua es originaria de la altiplanicie peruana- boliviana
- El color de las plantas de quinua es un carácter de herencia simple; en cambio el color de los granos es por la acción de agentes complementarios, siendo el color blanco un carácter recesivo.
- El tipo de inflorescencia puede ser amarantiforme o glomerulada, siendo esta ultima dominante sobre la primera
- El contenido de saponina es heredable, siendo recesivo el carácter dulce.

- Las flores tienen gran variación sexual, pudiendo existir flores hermafroditas, femeninas o androestériles; sin embargo en quinua predominan las flores femeninas.
- La quinua presenta un considerable porcentaje de auto polinización; pero no lo suficiente como para considerarlas autogámas
- La quinua tiene distribuciones geográficas amplia, desde Mariño en Colombia hasta Tucumán en Argentina y las islas de Chiloé en Chile, antiguamente se le cultivo en México por Aztecas y Mayas, utilizándole solamente como verdura de inflorescencia; en los últimos años su distribución se ha ampliado a Norteamérica y Canadá. Europa, Asia y el África **(13)**

2.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LA QUINUA

- La quinua es una planta anual dicotiledónea, tiene una raíz pivotante que crece en función a la altura de planta. A partir del cuello de la planta nacen otras ramificaciones que constituyen

raíces secundarias y terciarias, de las cuales salen otras raicillas que son muy activas en la absorción de nutrientes **(7)**

La raíz presenta buena diferenciación de la cofia, cilindro central y cubo criboso; en la estructura primaria se diferencia una capa pilífera, un endodermo, un vaso leñoso y los radios medulares. En la estructura secundaria se diferencia la capa generatriz externa, xilema y la médula. Las raíces secundarias o ramificaciones se inician en un haz leñoso que empieza en el periciclo, endodermo, atravesando la corteza y la capa suberosa **(1)**

El tallo es cilíndrico a la altura del cuello de la planta y anguloso a partir de las ramificaciones, la coloración del tallo varía desde el verde al rojo; el grosor es mayor en la base que en el ápice, el diámetro es variable en función del distanciamiento de siembra, fertilización, condiciones de cultivo y genotipos. El tallo presenta epidermis cutinizada, corteza firme, compacta con membranas celulósicas, interiormente contiene una médula que a la madurez desaparece, quedando seca esponjosa y vacía **(13)**

Las hojas se disponen en forma alterna y están formadas por el pecíolo y lámina. La lámina presenta varias formas en la misma planta, las

hojas inferiores pueden ser romboidales o triangulares y las superiores lanceoladas o triangulares, plana u ondulada, algo gruesa, carnosas y tiernas; cubiertas por cristales de oxalato de calcio, que son higroscópicos, captando la humedad atmosférica nocturna, controlan la excesiva transpiración por humedecimiento de las células guarda de los estomas, así como reflejan los rayos luminosos disminuyendo la radiación directa sobre las hojas, evitando el sobrecalentamiento. Los bordes de las hojas pueden ser dentados, aserrados o lisos, el tamaño de las hojas en la parte inferior mayor que en la superior **(13)**

La inflorescencia es una panoja típica, constituida por un eje central, secundarios, terciarios y pedicelos que sostienen a los glomérulos así como por la disposición de las flores y porque el eje principal está más desarrollado que los secundarios; la inflorescencia puede ser laxa (amarantiforme) o compacta (glomerulada), existiendo formas intermedias entre ambas **(13)**

Las flores son pequeñas, incompletas, pudiendo ser hermafroditas, pistiladas (femeninas) y androestériles, lo que indica que podría tener hábito autógamo como alógamo, faltando determinar con precisión el

porcentaje de alogamia. Las flores hermafroditas, en el glomérulo son apicales y sobre sale a las pistiladas. **(17)**

El fruto es un aquenio, esta constituido por el perigónio que envuelve a la semilla por completo y contiene una sola semilla de coloración variable; el perigónio tiene una apariencia membranosa, con estructura alveolar, con un estrato de células de forma poligonal globosa y de paredes finas y lisas. El fruto es seco e indehiscente en la mayoría de los genotipos cultivados, dejando caer las semillas a la madurez en los silvestres; el color del fruto esta dado por el del perigonio. **(17)**

CUADRO 1: VALOR NUTRICIONAL DE LA QUINUA

PROTEÍNAS	g	13,50
GRASA	g	4,80
HIDRATOS DE CARBONO	g	70,90
TIAMINA B₁	mg	0,40
RIBOFLAVINA B₂	Mg	0,30
NIACINA	mg	1,00
VITAMINA C	mg	8,00
CALCIO	mg	100,00
HIERRO	mg	9,10
FÓSFORO	mg	448,00
CALORIAS	kcal	370,00

Fuente: Mújica, A. (2000)

Desde el punto de vista nutricional y alimentario la quinua es la fuente natural de proteína vegetal económica y de alto valor nutritivo por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales.

Proteína de calidad: Alta proporción de aminoácidos - Alto contenido de lisina - Mayor proporción de embrión.

El valor calórico es mayor que otras cereales, tanto en grano y en harina alcanza a 350 Cal/100 g. que lo caracteriza como un alimento apropiado para zonas y épocas frías. a composición de aminoácidos esenciales, le confiere un valor biológico comparable solo con la leche, el huevo y la menestra, constituyéndose por lo tanto en uno de los principales alimentos de nuestro país

2.3. CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS Y FENOLÓGICAS

La quinua se clasifica como planta del tipo "C₃", basándose en la conformación anatómica de la hoja, fundamentalmente por la ausencia de la vaina de los haces vasculares y la presencia bien definida del parénquima clorofiliano de empalizada; en consecuencia se admite que

su capacidad de fijación de CO₂ es inferior a las plantas de tipo metabólico C₄ **(5)**

La quinua presenta doce fases fenológicas (Mújica y Canahua, 1989): Emergencia, dos hojas verdaderas, ramificación, inicio de panojamiento, inicio de floración, grano lechoso, grano pastoso y madurez fisiológica. **(5)**

Bajo condiciones de sequía la quinua desarrolla bajos potenciales osmóticos, lo que puede constituirse en un mecanismo de tolerancia a la sequía, por cuanto contribuye al mantenimiento de la turgencia; pero de otro lado la quinua muestra bajos niveles de ajuste osmótico. **(17)**

2.4. REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

2.4.1. SUELOS

La quinua se ha adaptado a un muy variado tipo de suelos, desde franco arcilloso y franco arenosos. Existen quinuas que se adaptan a suelos ligeramente ácidos, como las quinuas que se cultivan en el norte del Perú, por ejemplo la variedad Chaucha de Cajamarca, hasta aquellas que soportan suelos de con pH superiores a 8, como las quinuas de los

salares. Se considera además que la quinua es antagónica al desarrollo de las micorrizas. **(17)**

2.4.2. CLIMA

Se considera que la quinua es una especie adaptada a climas fríos y tolerante a sequía, sin embargo las numerosas variedades nativas y seleccionadas no tienen el mismo comportamiento fenológico en los diferentes ecosistemas andinos. **(13)**

La quinua es una de las especies con mayor plasticidad genética, lo que ha permitido producir quinua desde el nivel del mar, como monocultivo, asociado a maíz en las zonas quechua (2500-3500 m.s.n.m.) o como cultivo de rotación a la papa en la zona en la Suni (3600-3800 m.s.n.m.), como cultivo solo en las partes más altas de los andes en el propio altiplano a 3900 m.s.n.m. y en los salares del sur de Bolivia **(17)**

Las precipitaciones a que están sometidos los diferentes grupos de quinua varía entre aquellas adaptadas a las condiciones más secas en los

salares de Bolivia con menos de 250 mm de precipitaciones y las quinuas de las Yungas que soportan mas de 2000 mm de precipitación o las que crecen en condiciones del sur de Chile donde las precipitaciones superan los 2000 mm anuales. **(13)**

En cuanto a la humedad relativa prospera sin mayores restricciones desde el 40% en el altiplano, hasta el 100% de humedad relativa en la costa **(17)**

2.4.3. FACTORES ABIÓTICOS ADVERSOS DEL CULTIVO DE QUINUA

Los factores abióticos adversos revisten gran importancia en el proceso productivo de la quinua, puesto que en muchos casos son determinantes para la obtención de buenas cosechas, por ello su estudio, identificación de sus mecanismos y mejoramiento para obtener resistencia son fundamentales. **(3)**

Las características agro climáticas 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. **(13)**

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. **(17)**

Los suelos son de muy baja fertilidad natural, por su bajo contenido de materia orgánica y presencia de sales, altamente susceptibles a un rápido deterioro en condiciones de manejo inadecuado. **(18)**

La salinidad es otro factor limitante de la producción de la quinua, la cual causa disminución de la producción debido a una reducción del área foliar, como consecuencia de la inhibición de la división y crecimiento celular, disminución del crecimiento de los tejidos, raíces, tallos, y hojas. Finalmente ocasiona muerte de la planta, por imposibilidad de absorción del agua, perjudicando la nutrición y metabolismo de la misma, y por intoxicación. **(18)**

La salinidad causa imposibilidad de cultivar algunos genotipos en muchas zonas áridas y semiáridas ya existentes, sin embargo el problema de salinización secundaria es más seria, puesto que en el mundo va aumentando a una tasa de 400 km² por año. debido al mal manejo del agua y el suelo. **(11)**

Se han encontrado plantas de la familia de las Chenopodiaceas que pueden producir buenos rendimientos en presencia de altas concentraciones de sal como *Atriplex vesicaria* (700 mM de NaCl), debido a que las células presentan un ajuste osmótico en respuesta a la sal, así como acumulación de estos iones en sus células **(9)**

Se ha observado que semillas de la variedad de quinua "Kcancolla" con concentraciones de 57 mS cm⁻¹, producen una germinación del 75% a los siete días de la siembra **(5)**

En México se ha observado que la reducción del área foliar, tamaño de la planta y disminución del rendimiento de grano e incluso muerte de la planta, es la reacción más notoria del efecto de las sales en quinua (Perez et al., 1990). Las principales sales que se encuentran en exceso en

suelos salinos son: cloro, sulfato, bicarbonato, sodio, calcio, magnesio, siendo menos frecuentes el potasio y nitratos **(5)**

El calor excesivo y altas temperaturas también son factores abióticos que afectan a la quinua, sobre todo cuando ésta es demasiado elevada, produciendo aborto de flores y muerte del polen. Se ha observado este fenómeno cuando se cultiva en los desiertos y zonas calurosas, llegando incluso a anular por completo la producción de grano, o en su defecto producir grano vano por falta de polinización. **(13)**

En dichas condiciones extremas (sequía, heladas, salinidad, granizadas, nevadas, exceso de agua, vientos y calor), la quinua se siembra en grandes extensiones, y no existe otro cultivo que resista esta combinación de factores adversos. **(13)**

El agroecosistema de la quinua es sumamente interesante, puesto que se dispone de una tecnología ancestral propia y eficiente para el manejo del cultivo en las condiciones sumamente hostiles para el hombre y para la producción de cultivos. **(8)**

2.5. IMPORTANCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA

2.5.1. MATERIA ORGÁNICA Y CALIDAD DEL SUELO

Los agricultores pueden diferenciar entre un suelo muy bueno y otro de propiedades más pobres. Aquellos suelos que poseen mayor calidad natural, tales como los suelos aluviales profundos, ubicados en los valles de un río, tienden a tener mejor capacidad de retención de agua y fertilidad que los suelos que lo rodean. La salud, o calidad de un suelo se refiere a las condiciones de una amplia gama de propiedades de este. Un suelo de buena calidad es aquel del que se pueden obtener cultivos, sanos y de alto rendimiento, con un mínimo de impactos negativos sobre el medio ambiente y que brinda condiciones estables al crecimiento y salud de los cultivos **(10)**

Un suelo de calidad superior debe ser flexible y resistir el deterioro, la fertilidad es una condición que determina la calidad del suelo; sin embargo otras propiedades como la profundidad, el pH, la capacidad de intercambio de cationes, el nitrógeno mineralizable, la biomasa microbiana y otras también son importantes en la calidad del suelo **(10)**

Entre las prácticas de manejo del suelo, para mejorar la calidad del mismo se recomienda el suministro regular de materia orgánica por sus efectos benéficos de naturaleza física, química y biológica **(4)**

La materia orgánica influye en casi todas las propiedades importantes que contribuyen a la calidad del suelo. De esta manera resulta decisivo comprender y acentuar la importancia clave del manejo de los cultivos y los suelos para mantener e incrementar los contenidos de materia orgánica con el propósito de desarrollar tierras de buena calidad **(3)**

2.6. MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO

El suelo cultivado esta formado por materia orgánica y minerales. La materia orgánica aparece en el suelo natural como consecuencia de la actividad de los seres vivos y esta constituida, en el sentido mas amplio, por la mezcla de microorganismos y residuos de vegetales y animales superiores **(19)**

La materia orgánica del suelo se define en los términos siguientes: "fracción orgánica del suelo que incluye residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición, tejidos y células de organismos que viven en el suelo y sustancias producidas por los habitantes del suelo, esta fracción se determina en general en suelos que pasan por un tamiz con malla de 2,0 mm" **(6)**

La materia orgánica del suelo es químicamente tan compleja como los minerales arcillosos. Las plantas superiores sirven como fuente original de materia orgánica y los aportes al suelo incluyen desechos y residuos de las partes aéreas de las plantas, que se depositan en la superficie, y de los órganos subterráneos, principalmente de las raíces **(9)**

La fuente orgánica de materia orgánica del suelo es el tejido vegetal; en condiciones naturales las partes aéreas y subterráneas de los vegetales aportan anualmente grandes cantidades de residuos orgánicos al suelo. En los suelos cultivados una parte importante de las plantas son extraídas pero parte de sus tallos y hojas así como de sus raíces permanecen en el suelo **(16)**

Los animales son corrientemente considerados como fuente secundaria de materia orgánica. Una gran parte de la materia vegetal extraída con las cosechas pasa a los animales y posteriormente es incorporada al suelo desde estos por sus propios cuerpos. Algunas formas de vida animal juegan un importante papel en la distribución de residuos vegetales del suelo. **(16)**

Todas las sustancias orgánicas presentes en el suelo, vivas o muertas, frescas o descompuestas, son parte de la materia orgánica del suelo. Esto incluye raíces de plantas, animales pequeños, residuos de plantas y animales, humus y microorganismos. La materia orgánica no viviente puede clasificarse en dos categorías humus y restos vegetales **(8)**

La materia orgánica del suelo esta formada por una serie de componentes que van desde los tejidos vegetales y animales pocos alterados (y productos efimeras procedentes de su descomposición), hasta un material de color pardo o negro, bastante estable, que no presenta semejanza alguna con las estructuras anatómicas de las que procede y al que se denomina humus. **(5)**

La materia orgánica del suelo incluye también a lo organismos edáficos, aunque estos no llegan a representar normalmente mas de un 5% de la materia orgánica del suelo **(16)**

La materia orgánica del suelo comprende todos los residuos vegetales y animales presentes en el suelo, que pueden encontrarse en cualquier estado de transformación:

- a) Los residuos que han tenido poca transformación se les denomina materia orgánica fresca
- b) Los residuos que han experimentado alguna transformación en el proceso de la humidificación se las llama humus joven

- c) Los residuos que han experimentado una transformación muy intensa en el proceso de humidificación constituyen el humus maduro **(14)**

Magdoff (1998), señala que existen tres diferentes tipos de materia orgánica presentes en el suelo:

- a) Los organismos vivos, la materia orgánica viva del suelo se compone de un variado grupo de organismos, que incluyen virus, bacterias, hongos y protozoos, artrópodos de tamaño mediano y pequeño, lombrices y otros. Por lo general, a medida que aumenta el tamaño de los organismos disminuye la densidad de la población; la enorme cantidad de grupos de organismos del suelo se alimentan de los cultivos, de residuos orgánicos o de otros organismos del suelo. Sus actividades ayudan a reciclar los nutrientes, a mantener baja las poblaciones de plagas, a producir sustancias que ayudan a la formación de agregados del suelo y a producir sustancias humitas. **(10)**

El manejo del suelo y de los cultivos puede afectar las dinámicas de población de los organismos del suelo. Estaciones complejas con varios cultivos diferentes, grandes cantidades de residuos de distintos tipos de

cultivos y abonos, cultivos de cobertura y reducción de labranza, son prácticas que ayudan a aumentar una población biológicamente diversa de organismos del suelo. **(8)**

b) La materia orgánica muerta activa, la fracción activa del material muerto se compone de residuos frescos, así como también de residuos levemente descompuestos. Estos residuos se presentan en el suelo como raíces y otros materiales que se incorporan al suelo y están disponibles para que los organismos los descompongan con relativa facilidad. **(8)**

La parte más activa de la materia orgánica parece presentarse como partículas que no están fuertemente asociadas con minerales inorgánicos

La materia orgánica asociada con minerales del tamaño de la arena también se descompone fácilmente, existiendo algún tipo de indicio de que parte de la materia asociada con arcilla se mineraliza de manera relativamente fácil y es una fuente importante del nitrógeno disponible. **(11)**

c) Los materiales descompuestos (humificados) relativamente estables, esta fuertemente ligado con las fracciones de arcilla y limo y

permanece en el suelo por largos periodos de tiempo, con una presencia media del orden de cientos o miles de años; la materia orgánica asociada con partículas minerales del tamaño del limo parece ser mas estable cuando se asocia con las arcillas. **(11)**

La materia orgánica del suelo se puede dividir en varias fracciones: biomasa microbiana, residuos vegetales, compuestos bioquímicos (azúcares, taninos, proteínas y aminoácidos) recientemente liberados del material en descomposición y humus **(9)**

2.7. EVOLUCIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA

Los restos de plantas y animales que llegan al suelo son descompuestos por organismos del suelo que obtienen de ellos energía y nutrientes. Los componentes de estos residuos ofrecen diferente grado de resistencia a la descomposición: desde los fácilmente descomponibles como azúcares, almidón y proteínas semillas, a los materiales más resistentes como ligninas, taninos, resinas; pasando por materiales de resistencia intermedia como proteínas propias, hemicelulosa, grasas, ceras, celulosas **(16)**

La materia orgánica fresca, poco a nada descompuesta sufre una primera evolución que la transforma en humus para en una segunda etapa, continuar descomponiéndose hasta convertirse en elementos minerales. La primera etapa se denomina humificación y la segunda, mineralización. Debe tomarse en cuenta, que en todo momento, coexisten en el suelo los dos procesos: humificación y mineralización. La resultante determinará el equilibrio humito del suelo **(19)**

Concordantemente con lo señalado, Plaster (2000), refiere que la descomposición de la materia orgánica o cierre en dos etapas básicas. En la primera, la flora del suelo digiere rápidamente los materiales orgánicos, y libera dióxido de carbono y carbohidratos, se consumen primero; largas cadenas de carbono se dividen en otras mas cortas **(15)**

Los hongos y bacterias hacen el grueso trabajo, pero están acompañados y sirven de alimento a una forma variada que incluye a los protozoos; los invertebrados sirven como mezcladores mecánicos (en el suelo). Rompen el material vegetal, exponen las superficies orgánicas a los microorganismos, mueven los fragmentos arriba y abajo y funcionan como homogenizadores del suelo. Todo los tipos de animales, desde las lombrices de tierra a los protozoos están sometidos a depredación y sus

residuos ofrecen nuevas combinaciones químicas y nuevas oportunidades para el ataque de bacterias y hongos **(9)**

En general, los residuos vegetales con elevados contenidos de lignina y polifenoles (Taninos), son más resistentes a la descomposición. La lignina es un polímero formado por grupos fenilpropano que derivan básicamente de los alcoholes coniferol, sinapol y cumarol. Pocos microorganismos producen las ligninas capaces de degradar la lignina, y los que lo hacen actúan exclusivamente en condiciones aerobias. No solo resulta difícil la descomposición de la lignina sino que, a la vez, la celulosa y la hemicelulosa incrustadas de lignina se degradan muy lentamente **(19)**

La cantidad de materia orgánica presente en el suelo refleja el balance anterior entre las tasas de formación y pérdida de humus. La pérdida ocurre porque el humus se oxida lentamente cuando es expuesto al aire o atacado por los microorganismos. El nitrógeno y otros elementos se liberan en formas minerales y el proceso se denomina mineralización. La mineralización es un proceso de primer orden, ósea, su tasa es proporcional a la cantidad de humus presente. En cambio la tasa de

formación de humus depende principalmente del aporte anual de residuos
(9)

2.7.1. EL HUMUS

Es el producto final de la descomposición; consiste mayoritariamente en polímeros condensados de largas cadenas de fenoles aromáticos, azúcares y compuestos de nitrógeno. **(5)**

Estos polímero tienen muchos grupos $-OH$ libres que son importantes en las propiedades del suelo. Estos polímeros son químicamente estables y resistentes a un ataque adicional, particularmente cuando están físicamente estabilizados por adsorción en las arcillas o atrapados por las partículas del suelo. **(2)**

El humus es un conjunto de compuestos complejos, contiene muchos elementos diferentes, incluso muchos nutrientes de la planta. Cerca del 50% del humus es carbón, el 5% es nitrógeno y un 0.5% es fósforo. El humus es de color oscuro y está formado por partículas diminutas del tamaño de la arcilla **(15)**

El humus también se conceptúa como un conjunto de sustancias orgánicas de color pardo y negruzco que resultan de la descomposición de materias de origen vegetal y animal y de la que resultan productos muy polimerizados. De estructura amorfa y propiedades coloidales e hidrofílicas. Suelen distinguirse las siguientes fracciones constituyentes del humus:

- a) Humina, fracción insoluble obtenida a partir del tratamiento de la muestra con pirofosfato sódico. Representa una fracción de poco interés por el bajo contenido del humus en humina.
- b) Ácidos húmicos. por su importancia cuantitativa, representan la fracción más interesante del humus del suelo ya que puede suponer hasta el 80%. Se combinan con elementos metálicos formando húmatos que pueden precipitar (húmatos de calcio, magnesio, hierro y otros) o permanecer en dispersión coloidal (húmatos de sodio, potasio, amonio).
- c) Ácidos fúlvicos, fracción que permanecen en solución en medio ácido tras tratamiento con pirofosfato. Están compuesta polisacáridos, ácidos urónicos, aminoácidos compuestos fenólicos.

Se originan en casos en que la humificación se realiza con poca actividad biológica **(19)**

2.7.2. FACTORES QUE CONDICIONAN EL PROCESO DE HUMIFICACIÓN

Urbano (1999), el Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación (1999), coinciden en señalar, que los factores que condicionan el proceso de humificación son los siguientes:

- ***Naturaleza de los residuos orgánicos:***

Algunas sustancias de los residuos se descomponen con rapidez y otras son de difícil degradación (taninos, ligninas, resinas, quitina, queratina). Cuanto más lignificados estén los residuos que se aporten al suelo, tanto más lenta y difícil será su humificación.

- ***La humedad***

La multiplicación microbiana exige la presencia de agua que debe encontrarse en el propio residuo o en el suelo. En condiciones de sequía o aridez, los residuos con bajo contenido en humedad permanecen en el

suelo sin humificarse, sin embargo la humedad excesiva es poco favorable para el desarrollo microbiano. En suelos bajo clima húmedo se acumula mayor cantidad de materia orgánica que en regiones áridas.

- **Aireación:**

La flora microbiana aerobia es la que presenta mayor actividad. La humificación es incompleta y muy lenta en condiciones de anaerobiosis, cuando los suelos se humedecen hasta el límite en que los macro poros se encuentran llenos de agua, la posibilidad de humificación está limitada por la velocidad con la que el oxígeno puede difundirse hasta los puntos de actividad microbiana. **(19)**

En estas condiciones la lignina no es atacada y los residuos orgánicos que van formándose (turbas) pueden acumularse indefinidamente. Las condiciones que favorecen la aireación del suelo (laboreo, drenaje) estimulan la actividad de los microorganismos. **(19)**

- **Temperatura:**

A partir de 5 °C, la actividad de los microorganismos aumenta y la humificación de los residuos orgánicos es más intensa al elevarse la temperatura. De acuerdo a la ley de Van't HOFF., la velocidad de las reacciones se duplica o triplica por cada diez grados centígrados la temperatura media anual de la zona, es aproximadamente válida para relacionar las velocidades de humificación en el suelo, para un intervalo de temperaturas comprendido entre 5 y 40°C. cuando se superan temperaturas de 35 – 40 °C, la oxidación de los compuestos carbonados y la pérdida de nitrógeno es tan intensa que se reduce el valor fertilizante del humus que se forma a esas temperaturas. Si se superan los 70°C, las pérdidas vuelven a ser pequeñas la actividad microbiana se reduce a la actuación de la microflora termófila. **(19)**

- **Contenido en elementos minerales**

La multiplicación microbiana exige la utilización de elementos minerales; nitrógeno, fósforo, azufre, calcio, y otros. De todos ello, el nitrógeno es el que juega un rol más importante en el proceso de humificación de los residuos orgánicos. Los residuos ricos en nitrógeno,

se decomponen con mayor rapidez que aquellos otros con menor contenido, debido a que los microorganismos necesitan de este elemento; en caso que los restos no contengan la suficiente cantidad de nitrógeno la humificación se interrumpe, a menos que los microorganismos encuentren en el suelo nitrógeno fácilmente asimilable.

- ***pH y salinidad:***

La materia orgánica evoluciona favorablemente en un rango de pH de 6 a 7,2. las condiciones son sensiblemente más desfavorables si el pH baja a 5,5 o se eleva 7,8; si el pH va alejándose hacia los extremos, la acción microbiana se debilita enormemente y queda reducida a la actuación de las microfloras acidófila o basófila, según sea el caso.

2.7.3 RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO C/N

La relación carbono nitrógeno, expresa el cociente entre el carbono orgánico y el nitrógeno total contenidos en las materias orgánicas o en las muestras del suelo. Las materias orgánicas frescas presentan relaciones C/N variables según sea su constitución; cuando se aportan estas

materias al suelo son objeto del ataque por parte de los microorganismos que van a obtener de ellas energía y, entre otros elementos minerales nitrógeno para formar sus proteínas. La oxidación de las cadenas carbonadas proporciona energía y desprende CO_2 que pasa a la atmósfera; este desprendimiento hace descender la relación C/N. **(19)**

Cuando los residuos orgánicos se incorporan al suelo, los microorganismos, por consiguiente, incrementan la necesidad de carbono tanto para la elaboración de las estructuras orgánicas de sus cuerpos y como fuente de energía y del N para la proteína de sus cuerpos. Durante la descomposición, la mineralización e inmovilización de nutrientes se presentan simultáneamente. Cuando la inmovilización del nitrógeno excede a la mineralización los microorganismos compiten con los cultivos por el nitrógeno disponible, bien sea de los residuos o del suelo, y esto sucede cuando se incorpora residuos con relación C/N elevada, por lo tanto al inicio de la incorporación y durante cierto tiempo hay competencia hasta 10 a 1 **(20)**

Al incorporar residuos orgánicos pueden ocurrir tres casos:

- a) Si la relación C/N es mayor a 30, la inmovilización es mayor que la mineralización.

Si la relación C/N esta entre 15 a 30, la inmovilización es igual a la mineralización aproximadamente

b) Si la relación C/N es menor a 15, la mineralización es mayor que la inmovilización **(20)**

En suma la rapidez con que proliferan los microorganismos desintegradores, y por lo tanto, la rapidez con que se descompone la materia orgánica, dependen de la relación C/N. la materia orgánica con una relación C/N muy alta suministra mucha energía y poco nitrógeno, mientras que con una relación C/N muy baja suministra poca energía mucho nitrógeno. En ambos casos los microorganismos desintegradores son poco activos; en cambio, los residuos vegetales con una relación C/N equilibrada favorecen la proliferación de los microorganismos **(14)**

2.8. INFLUENCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA HUMIFICADA SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO

La materia orgánica humificada influye sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo

- Sobre las propiedades físicas la acción del humus repercute en los siguientes aspectos:
 - a) Por su color oscuro, aumenta la fracción de radiación solar incidente que es adsorbida. Por tanto, los suelos ricos en humus se calientan más y mantienen un régimen térmico más estable.
 - b) Por su cohesión, inferior a la de las arcillas y muy superior a la de las arenas, hace más ligeros a los suelos arcillosos y compactos los arenosos. Los suelos arenosos con niveles más altos de materia orgánica tienen una mayor cantidad de pequeños poros para almacenar el agua disponible para las plantas y son menos propensos a la sequía.
 - c) Por su naturaleza coloidal, contribuye a aumentar la estabilidad de los agregados del suelo. Conviene recordar que los ácidos húmicos en este aspecto tienen una eficacia diez veces superior a las arcillas.
 - d) La mayor estabilidad estructural se refleja en mejor permeabilidad para el agua y aire.

- e) En suelos pesados la mejora de la permeabilidad, permite que se simplifiquen las posibles aplicaciones de drenaje y saneamiento.
- f) Reduce los riesgos de disgregación de las partículas del suelo y con ello, los daños por erosión hídrica y eólica son menores.
- g) Se incrementan la capacidad del suelo para retener agua.

- Sobre las propiedades químicas

- a) Debido a su naturaleza ácida débil, se incrementa el poder tampón del suelo y, en consecuencia cambios bruscos del pH.
- b) Aporta elementos nutritivos.
- c) Por su alta capacidad de intercambio catiónico (CIC), mejora la capacidad de absorción e intercambio iónico del suelo. La capacidad de retener cationes (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , Fe^{3+} , NH_4 , y otros) aumenta, con un efecto favorable sobre la fertilidad del suelo.
- d) Los aniones fosfatos pueden unirse a los ácidos humitos formando fosfohumatos y favorecen la asimilación del fósforo.

- e) Las propiedades quelantes de los coloides húmicos permiten formar quelatos con algunos cationes (los de hierro pueden ser los más interesantes) favoreciendo la fertilidad del suelo.

 - f) Las reservas de nitrógeno del suelo están constituidas exclusivamente por nitrógeno orgánico.
- Sobre las propiedades biológicas del suelo:
 - a) Reduce los riesgos de encharcamiento con lo que se favorece la respiración radicular, la germinación de semillas y el estado sanitario de los órganos subterráneos de las plantas.

 - b) Favorece la proliferación de microorganismos, puesto que les proporciona energía y nutriente.

 - c) El desprendimiento de CO_2 consecuencia de la actividad microbiana y respiración radicular, acidifica las soluciones del suelo favoreciendo la solubilización de compuestos minerales de baja solubilidad.

- d) La difusión de gases entre la atmósfera del suelo y la atmósfera exterior favorece la actividad de toda la población microbiana aerobia del suelo. Procesos como la humificación y mineralización de la materia orgánica, nitrificación, fijación del nitrógeno atmosférico, evolución biológica del azufre y fósforo, se ven, favorecidos. **(10)**

2.8.1. LA FERTILIZACIÓN

El propósito principal de la fertilización es mantener o incrementar la fertilidad de los suelos y su actividad biológica, dándole primacía a la fertilización orgánica. **(6)**

La fertilización no consiste simplemente en proporcionar a las plantas los nutrientes necesarios, sino constituye una acción global que permite responder a una serie de necesidades. En consecuencia, la fertilización tiene como objetivo simultáneos, mantener o mejorar la fertilidad del suelo y garantizar la nutrición y sanidad de las plantas. Lo que requiere:

- a) Una buena gestión de rotaciones
- b) Un abonado orgánico de base
- c) Aportes complementarios de elementos minerales preferentemente naturales **(20)**

Este tipo de abonado respeta mas la fisiología de las plantas que la fertilización clásica a base de fertilizantes minerales químicos, en la que se considera mas el rendimiento y la cantidad de producción que su calidad. **(18)**

2.8.2. NECESIDADES NUTRICIONALES DE LAS PLANTAS

La planta esta constituida por un 90% de agua y un 10% de materia; necesita de elementos minerales. El suministro y absorción de elementos químicos requeridos para el crecimiento y metabolismo puede ser definidos como nutrición. **(11)**

Los elementos químicos requeridos por un organismo se denominan nutrientes **(11)**

Los nutrientes esenciales requeridos por las plantas superiores son de naturaleza exclusivamente inorgánica. Para que un elemento sea considerado esencial debe de cumplir tres requisitos:

- La planta no puede completar su ciclo normal de vida en ausencia del elemento mineral
- Las funciones del elemento mineral no pueden ser sustituidas por otro elemento
- El elemento debe estar directamente involucrado en el metabolismo de la planta, como por ejemplo ser constituyente de una enzima **(12)**

Entre los elementos esenciales más importantes para las plantas superiores figuran:

- a) Macronutrientes, S, P, Mg, Ca, K, N, O, C, H,
- b) Micronutrientes, Mo, Cu, Zn, Mn, Fe, Bo, Cl **(12)**

2.8.3. LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA

La fertilización orgánica, protege y desarrolla la vida de los microorganismos, tiende a aumentar el contenido en humus del suelo y mejorar sus características físicas, químicas y biológicas. Esta práctica permite completar un ciclo: el suelo alimenta las plantas, estas a los animales y al hombre y este al suelo **(3)**

Entre los abonos orgánicos mas difundidos se mencionan a los estiércoles, guano de isla, abonos verdes, compost, rastrojos, humus de lombriz, follaje de árboles, musgo o turba, aguas residuales y materias fecales, bio-abonos, y mulch **(1)**

De acuerdo a Silguy (1994) los abonos orgánicos pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- a) De evolución lenta; estiércoles, compost, que proporcionan un humus estable, mejorar la estructura del suelo y que en general no liberan mas de la mitad de su nitrógeno el primer año.
- b) De evolucionar más rápida: orines, púrrines, abonos verdes.

- c) De complemento: fertilizantes orgánicos de mineralización rápida como el guano de islas, el 90% del nitrógeno puede mineralizarse en dos meses. La mineralización es mas lenta cuando se trata de excrementos de aves de corral, de la harina de pescado, de pluma o de carne, la sangre en polvo que demoran 3 ó 4 meses. **(2)**

El fósforo es un elemento químico de vital importancia en la nutrición vegetal, desempeñando un papel fundamental en un gran número de reacciones enzimáticas. **(8)**

El fósforo que existe en el suelo es tomado por las plantas en su mayor parte en forma de ión monovalente, ortofosfato ($H_2 PO_4^-$) y se encuentra en gran cantidad en la materia orgánica **(2)**

2.8.4. LOS ESTIÉRCOLES

Se da esta denominación, a los excrementos de los animales, que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen y que generalmente están mezclados con restos de alimentos y cama de los dormideros. **(5)**

Representan un recurso valioso en el manejo de la fertilidad del suelo, como una alternativa para reducir drásticamente el empleo de fertilizantes químicos sintéticos y mejorar el ciclo de los nutrientes **(3)**

El valor del estiércol en el mantenimiento de la materia orgánica del suelo, ha sido ampliamente utilizado desde el pasado. Es una práctica que se usa frecuentemente en la sierra del Perú, su empleo también se ha difundido a nivel de la costa **(20)**

El estiércol puede contribuir en forma significativa a suplir las necesidades de nitrógeno, fósforo, potasio y otros nutrientes. La disponibilidad total, sin embargo dependerá del tamaño y tipo de explotación animal y los métodos utilizados para guardar y esparcir el estiércol **(3)**

De acuerdo con el estado de descomposición que presentan sus constituyentes, se consideran los siguientes tipos:

- a) Estiércoles frescos, aquellos en que la fermentación no ha hecho más que empezar y aún pueden identificarse en él las camas y las deyecciones

- b) Estiércoles semihechos, presentan un estado intermedio de descomposición y, aunque aún es posible distinguir sus componentes, ya se encuentran porciones en que esta identificación no puede hacerse con facilidad.
- c) Estiércoles maduros, muy fermentados, las camas no pueden identificarse, debido a que se han descompuestos totalmente

(19)

2.8.4.1 CALIDAD DEL ESTIÉRCOL

La calidad del estiércol de corral depende de varios factores siendo los más importantes:

- Producto empleado para las camas. El producto más empleado es la paja de cereales, pero también se emplean otros (Serrín), estos productos deben presentar buena capacidad para absorber líquidos.

- La especie de ganado alojado. La especie animal y su régimen de alimentación influyen en la calidad del estiércol, una alimentación a base de forrajes da lugar a unas deyecciones ricas en nitrógeno.
- Las pérdidas producidas durante la elaboración. Durante el proceso de transformación se pueden producir pérdidas importantes de nitrógeno, que pasa a la atmósfera en forma de amoníaco. Para reducir estas pérdidas en el dormitorio se extiende sobre la cama superfosfato de calcio, a razón de 5 a 8 % del peso de la cama; de esta forma, además de reducir las pérdidas, el estiércol queda enriquecido en fósforo. **(9)**

También se producen pérdidas cuando los elementos nutritivos son arrastrados por los líquidos que escurren del dormitorio y del estercolero. Estos líquidos se deben utilizar para regar el montón de estiércol, que conviene se mantenga húmedo. **(9)**

Para estimar la cantidad de estiércol que produce un animal, se debe aplicar la siguiente relación **(11)**

CUADRO 2: Composición química de estiércoles de diferentes clases de animales.

Ganado	Materia seca %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C ₂ O %	MgO %	SO ₄ %
En las deyecciones sólidas							
Vacuno	16	0,29	0,17	0,10	0,35	0,13	0,04
Caballos	24	0,44	0,35	0,35	0,15	0,12	0,06
Ovejas	35	0,55	0,31	0,15	0,46	0,15	0,14
Cerdos	18	0,60	0,41	0,26	0,09	0,10	0,04
En las deyecciones líquidas							
Vacuno	6	0,58	0,01	0,49	0,01	0,04	0,13
Caballos	10	1,55	0,01	1,50	0,45	0,24	0,06
Ovejas	13	1,95	0,01	2,26	1,16	0,34	0,30
Cerdos	3	0,43	0,07	0,83	0,01	0,08	0,08

Fuente: Figueroa (1983)

2.9. EXPORTACIONES DE QUINUA

CUADRO 3: EXPORTACIONES DE QUINUA 1997 – 2008

AÑOS	Valor FOB (miles US\$)	Peso neto (TM)	Peso bruto (TM)
1997	3,2	2,0	2,0
1998	184,5	132,4	136,5
1999	274,3	193,0	198,5
2000	329,4	260,5	264,6
2001	191,1	148,2	150,3
2002	287,9	235,7	240,0
2003	380,7	321,0	328,0
2004	386,0	287,5	294,7
2005	677,5	562,0	573,6
2006	1 550,1	1 259,7	1 278,7
2007	2 037,9	1 551,8	1 577,7
2008*	344,0	254,8	259,2

Fuente: Aduanas. (web aduanet)

*hasta el 12 de marzo del 2008

En el cuadro 3, se observa que las exportaciones de quinua ha ido en forma ascendente durante los dos últimos años, siendo muy positiva para su cultivo en nuestro país.

CUADRO 4: PAÍSES IMPORTADORES DE QUINUA

País Destino	Valor FOB (Dólares)	Peso neto (Kilos)	Peso bruto (Kilos)	Porcentaje FOB
US:UNITED STATES	171 503,63	125 095,57	128 049,76	49,86
SE:SWEDEN	71 679,26	48 400,00	48 863,33	20,84
JP:JAPAN	51 400,00	40 000,00	40 470,00	14,94
NL:NETHERLANDS	28 871,50	23 930,00	24 030,00	8,39
CA:CANADA	8 179,92	6 492,00	6 564,25	2,38
UY:URUGUAY	6 445,31	5 000,00	5 060,37	1,87
ES:SPAIN	2 915,29	2 317,04	2 361,81	0,85
IT:ITALY	2 610,04	1 437,28	1 621,96	0,76
CL:CHILE	339,20	2 120,00	2 145,00	0,10
CH:SWITZERLAND	25,00	10,00	10,38	0,01
AN:NETHERLANDS ANTILLES	0,60	1,00	1,75	0,00
LOS DEMÁS	0,00	0,00	0,00	
TOTAL	343 969,75	254 802,89	259 178,62	100,00

Fuente: Aduanas. (web aduanet)

*hasta el 12 de marzo del 2008

En el cuadro 4, se observa los países importadores de quinua siendo los países que más importan los Estados Unidos y Suiza respectivamente a nivel mundial y en Sudamérica destacan Uruguay y Chile respectivamente

2.10. ANTECEDENTES

Estudio el efecto del estiércol y tres formulaciones de fertilización en tres cultivares de quinua, a 3850 m.s.n.m., arribando a las siguientes conclusiones. **(5)**

- Los niveles de 10 y 20 toneladas por hectáreas de estiércol, se comportan de modo similar, sin diferencias estadísticas significativas para el rendimiento de grano, su influencia fue mayor en los rendimientos de biomasa aérea total, broza y altura de planta.
- La interacción formulaciones de fertilización por niveles de estiércol, al deducir los efectos simples se establecen según las variables de respuesta, los mayores rendimientos de grano con la formulación 80-40-00 de N, P₂O₅ y K₂O con 20 toneladas de estiércol por hectáreas; esta misma combinación permite el mayor rendimiento de biomasa área total y altura de planta.

Un estudio realizado en condiciones de Tacna a una altitud de 550 m.s.n.m., en un suelo de textura arena franca, bajo riego por goteo, demostró que el nivel óptimo de estiércol de corral para cultivo de brócoli fue de 28,7 tonelada por hectárea **(5)**

Al investigar la influencia de tres fuentes de materia orgánica sobre las propiedades del suelo bajo cultivo de melón, en la zona agro ecológica "Costa templada cálida" a 558 m.s.n.m. Encontró que el estiércol de vacuno lleva la capacidad de campo, la capacidad de intercambio de cationes, así como el contenido de N, P y K del suelo; y consecuentemente el rendimiento de melón fue de 33,85 toneladas por hectárea. **(5)**

En un experimento en el que se comparó el efecto de varios abonos orgánicos sobre el rendimiento de papa, el estiércol de vacuno permitió una cosecha de 43,3 toneladas de papa en un suelo cultivado previamente con leguminosas **(4)**

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

3.1.1. UBICACIÓN

El presente estudio se realizó en el Centro Experimental Agrícola la Yarada (CEA II), dependiente de la facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna. Cuya ubicación geográfica es la siguiente:

* Departamento	Tacna
* Provincia	Tacna
* Distrito	Tacna
* Altitud	58 m.s.n.m.
* Latitud sur	18°13'
* Longitud oeste	70°31'

3.1.2. HISTORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL

1996 – 1997	Descanso
1997 – 1998	Melón
1998 – 1999	Sandía
1999 – 2000	Páprika
2001 – 2002	Descanso

3.1.3. SUELO EXPERIMENTAL

Los análisis de caracterización del suelo experimental le efectuaron en el laboratorio de aguas y suelos del Instituto Nacional de investigación Agraria (INIA) Estación Experimental Illpa – Puno.

Los resultados indican que el suelo experimental es de textura franco arenosa con buen drenaje, permeabilidad y aireación apropiadas para el cultivo de la quinua. El contenido de materia orgánica es muy bajo ; el pH de 7,39 expresa que el suelo tiene una reacción ligeramente alcalina y concordantemente el contenido de calcáreo total es muy bajo la conductividad eléctrica del extracto de saturación es de 10 dS/m valor que

corresponde a un suelo salino. El fósforo disponible se encuentra en un nivel medio y el contenido de potasio en un nivel alto.

La capacidad de intercambio de cationes es de 11,70 que se califica como medio, lo que indica que el suelo ofrece ciertas condiciones para retener y poner a disponibilidad de las plantas nutrientes.

CUADRO 5: Análisis de caracterización del suelo

ANÁLISIS FÍSICO	RESULTADOS
Arena	55,76%
Arcilla	3,68%
Limo	40,56%
Textura	Franco arenoso (FA)
Análisis químicos	RESULTADOS
pH	7,39
CE	10,ds/m
Calcáreo total	0,44%
Materia orgánica	0,64"
Nitrógeno	0,06"
Fósforo	8 ppm
Potasio	100 ppm
Cationes cambiables	
Calcio	4,58 me/100 g
Magnesio	2,00 me/100 g
Sodio	0,58 me/100 g
Potasio	4,58 me/100 g
CIC	11,70 me/100 g

Fuente: laboratorio de aguas y suelos INIA – Puno

3.1.4. AGUA DE RIEGO

El agua de riego utilizada es de fuente subterránea; de acuerdo al método clásico de clasificación de agua para fines de riego corresponde a la clase C₃ y S₁, es que implica que su uso para el riego representa escasa probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable al nivel del suelo.

CUADRO 6: Análisis del agua de riego

pH	7,5
CE	1,7 mmhos/cm
Ca	13,8 meq/l
Mg	6,6 meq/l
Na	6,47 meq/l
K	5,69 meq/l
Suma de cationes	32,56
CO ₃	0,0 meq/l
HCO ₃	0,16 meq/l
Cl	0,06 meq/l
SO ₄	7,5 meq/l
NO ₃	0,8 meq/l
Suma de aniones	8,52
RAS	2,02
Clasificación	C ₃ S ₁

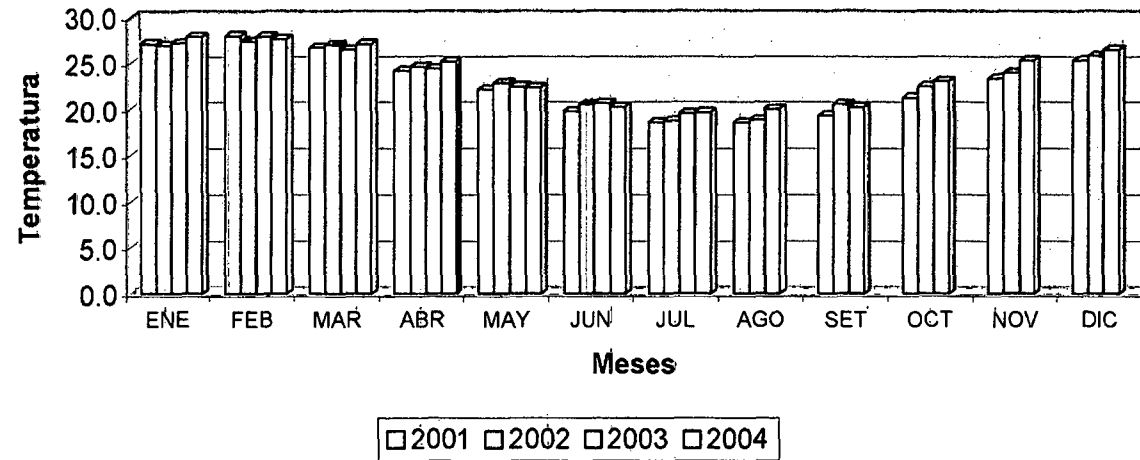
Fuente: Laboratorio de agua y suelo INIA –Puno

3.1.5. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Las temperaturas máxima media durante el periodo de ejecución del experimento varió entre 20,3° C en setiembre del año 2003 a 27,9 ° C en enero del 2004; con un promedio de 24,5 ° C en el otro extremo la temperatura mínima media mensual fluctúa entre 14,5 en setiembre del año 2003 a 18,3 °C en enero del 2004, con un promedio para el periodo de 16,8°C. mientras que la temperatura media mensual estuvo entre 17,4° C en setiembre del 2003 y 23, °C en enero del 2004; el promedio para el periodo considerado fue de 20,7°C.

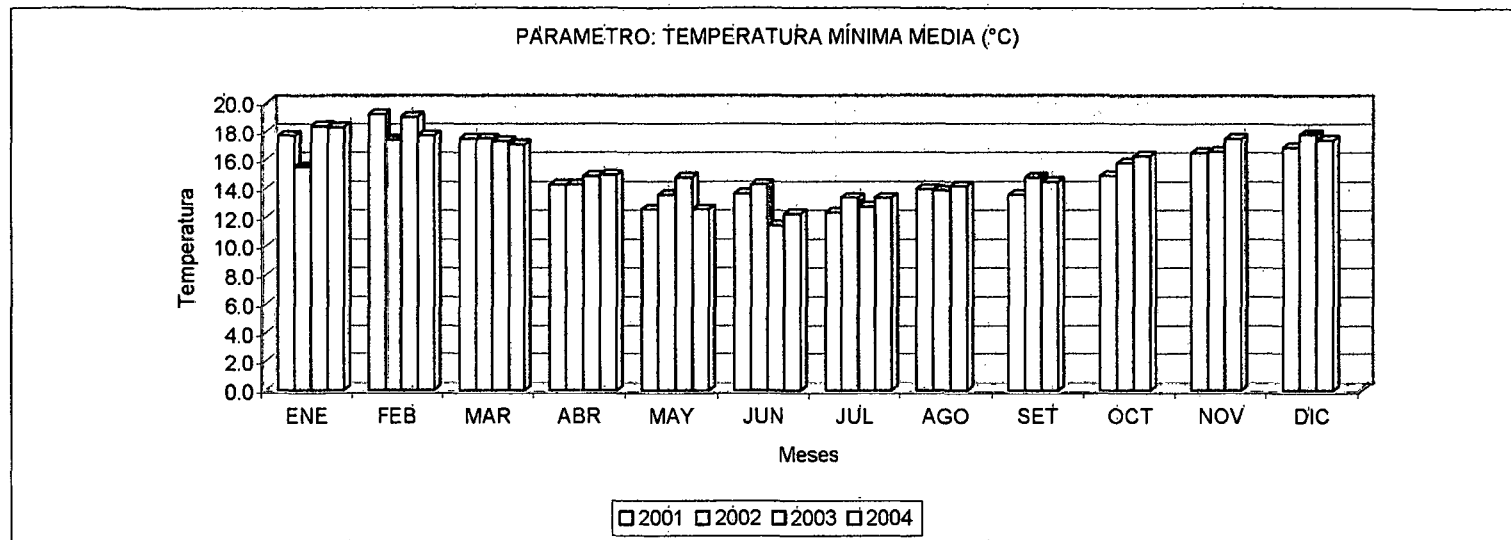
Estos valores se encuentran dentro del rango que puede de soportar la quinua para complementar su periodo vegetativo sin mayores inconvenientes.

PARAMETRO: TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA (°C)



AÑOS	ENE E	FEB B	MAR R	ABR R	MAY Y	JUN N	JUL L	AGO O	SET T	OCT T	NOV V	DIC
2001	27,1	28,0	26,7	24,2	22,2	19,8	18,6	18,6	19,4	21,3	23,4	25,3
2002	26,9	27,4	27,0	24,6	22,9	20,6	18,8	18,9	20,6	22,5	24,0	25,8
2003	27,2	27,9	26,5	24,4	22,5	20,7	19,6	20,1	20,3	23,1	25,3	26,5
2004	27,9	27,6	27,1	25,2	22,4	20,3	19,7					

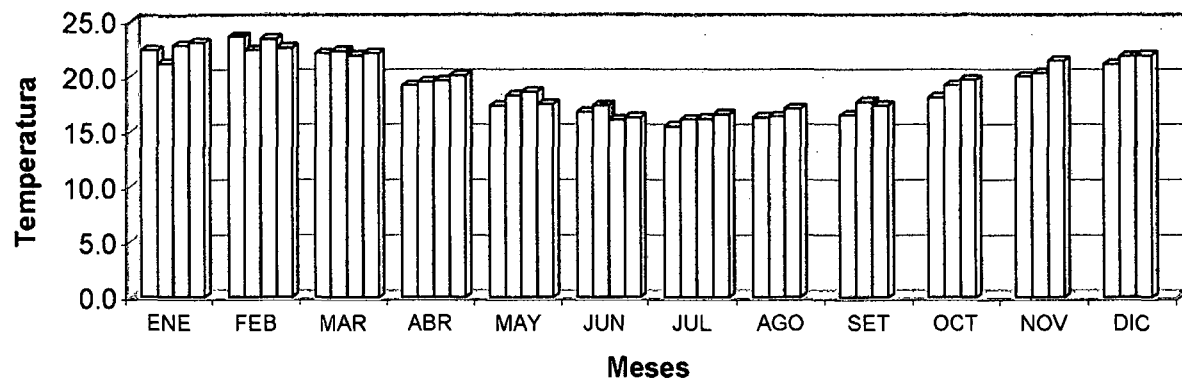
Fuente: SENAMHI. Dirección Regional Tacna – Moquegua. CP. La Yarada



AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
	E	B	R	R	Y	N	L	O	T	T	V	
2001	17,7	19,2	17,5	14,3	12,6	13,7	12,4	14,0	13,6	14,9	16,5	16,9
2002	15,5	17,4	17,5	14,3	13,6	14,3	13,4	13,9	14,8	15,8	16,6	17,8
2003	18,4	19,0	17,3	14,9	14,8	11,5	12,8	14,2	14,5	16,3	17,5	17,4
2004	18,3	17,7	17,1	15,0	12,6	12,3	13,4					

Fuente: SENAMHI. Dirección Regional Tacna – Moquegua. CP. La Yarada

PARAMETRO: TEMPERATURA MEDIA (°C)



□ 2001 □ 2002 □ 2003 □ 2004

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
E	B	R	R	Y	N	L	O	T	T	V	
22,4	23,6	22,1	19,2	17,4	16,8	15,5	16,3	16,5	18,1	20,0	21,1
21,2	22,4	22,3	19,5	18,3	17,4	16,1	16,4	17,7	19,2	20,3	21,8
22,8	23,4	21,9	19,6	18,6	16,1	16,2	17,1	17,4	19,7	21,4	21,9
23,1	22,6	22,1	20,1	17,5	16,3	16,6					

Fuente: SENAMHI. Dirección Regional Tacna – Moquegua. C.P. La Yarada

La humedad relativa durante el periodo de ejecución del trabajo varió entre 92% que se registró en el mes de noviembre del 2003 y 96% en enero del 2004, el valor promedio entre setiembre (2003) y enero (2004) fue de 75,8% de acuerdo a los antecedentes del cultivo, la quinua puede crecer sin mayores inconvenientes entre 40% y el 100% de humedad relativa; en consecuencia esta variable climático no fue desfavorable para la quinua.

Con respecto a las precipitaciones solamente en el mes de setiembre (2003) se registra 0,7 mm, la que carece de importancia por ser muy ínfima.

La mayor demanda evaporativa se registró en diciembre (2003) con 4,0 mm y en enero con 4,2 m. en función del incremento de las temperaturas.

3.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

El material genético empleado en el trabajo de investigación, estuvo constituido por dos variedades de quinua: Real Boliviana y Pandela, provenientes del banco de germoplasma de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, que presentan las siguientes características:

a) Real Boliviana:

- Originario del altiplano boliviano
- Se caracteriza por su tamaño de grano grande y de color blanco
- El color de la planta es marfil claro
- Período vegetativo semi precoz
- Rendimientos elevados
- En condiciones de la Yarada rinde un promedio de 2000 kg/ha.

b) Pandela:

- Procedente de Bolivia
- Presenta buen tamaño de grano
- La altura de la planta fluctúa 70 a 1,20 cm
- Rendimiento de grano entre 1500 a 3300 kg/ha

- En condiciones de la Yarada expresa rendimientos muy próximos a los 2,000 kg/ha

Otro componente utilizado en el trabajo de investigación es el estiércol de vacuno, cuyas características se aprecian a continuación:

CUADRO 7: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ESTIÉRCOL DE VACUNO

N %	P %	K%	pH	CE. ds/m
1,62	1,28	0,58	7,25	4,11

Fuente: INIA Servicio Nacional de Laboratorios Puno.

En términos de P_2O_5 el estiércol tiene una riqueza de 2,94%, y 0,69% de K_2O . Se puede considerar de un nivel de riqueza aceptable.

El pH es neutro y la conductividad eléctrica no representa peligro real para el suelo ni la planta.

3.3. METODOLOGÍA.

3.3.1. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la realización del experimento, se empleó el diseño de bloques completos al azar (D. B. C. A.) con un arreglo factorial de tratamientos de 2 x 5, con diez tratamientos y cuatro repeticiones.

Los factores en estudio fueron:

Factor A: Variedades

a_1	:	Real Boliviana
a_2	:	Pandela

Factor B: Niveles de estiércol

b_1	:	0 t/ha
b_2	:	10 t/ha
b_3	:	20 t/ha
b_4	:	30 t/ha
b_5	:	40 t/ha

La combinación de los factores, dio por resultado los siguientes tratamientos:

T_1	:	$a_1 b_1$
T_2	:	$a_1 b_2$
T_3	:	$a_1 b_3$
T_4	:	$a_1 b_4$
T_5	:	$a_1 b_5$
T_6	:	$a_2 b_1$
T_7	:	$a_2 b_2$
T_8	:	$a_2 b_3$
T_9	:	$a_2 b_4$
T_{10}	:	$a_2 b_5$

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico, se efectuó aplicando la técnica de análisis de varianza, prueba de significación de Duncan, técnica de polinomios octagonales para determinar la función de respuesta.

El análisis de variancia se realizó bajo el modelo aditivo lineal siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_i + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

CUADRO 8: Modelo del análisis de variancia

Fuentes de variabilidad	GL
Bloques	3
Factor A	1
Factor B	4
Interacción AB	4
Error	27
Total	39

3.5. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

1. Largo de la unidad experimental: 5,0 m
2. Ancho de la unidad experimental: 3,2 m
3. Área de la unidad: 16,0 m²
4. Largo de bloque: 32,0 m
5. Ancho de bloque: 5,0 m
6. Área de bloque: 160,0 m²

7. Distancia entre bloque:	1,0 m
8. Ancho del campo experimental:	28,0 m
9. Largo del campo experimental:	23,0 m
10. Área del campo experimental:	644,0 m ²

3.6 VARIABLES EVALUADAS

3.6.1 ALTURA DE LA PLANTA

La altura de la planta promedio de la planta se obtuvo, al finalizar la fase de llenado de grano; la medición se efectuó desde la base del tallo de la planta, hasta el ápice de la panoja principal y se expresó en centímetros consideraron 10 plantas al azar de cada unidad experimental.

3.6.2. BIOMASA FRESCA AÉREA

Se tomaron 10 plantas al azar, de los surcos centrales de la parcela útil para la cual se procedió a separar las hojas, tallos, panoja principal y panojas secundarias para registrar sus pesos por separado y en forma total.

3.6.3 BIOMASA SECA AÉREA

Se determinó utilizando las mismas muestras de biomasa fresca, los que fueron sometidos a secado en una estufa a 85°C por 24 horas hasta obtener un peso constante.

3.6.4.PESO FRESCO DE RAÍZ

Esta variable se determinó inmediatamente de la cosecha de las mismas plantas utilizadas para determinar la biomasa fresca y seca. La raíz se extrajo del suelo tratando de obtener la mayor cantidad posible de raicillas.

3.6.5. PESO SECO DE RAÍZ

La muestra de raíz fresca luego de ser pesadas, se sometieron a estufa a una temperatura de 85°C hasta obtener un peso constante.

3.6.6. LONGITUD DE RAÍZ

Se midió la raíz principal desde el cuello hasta la punta, se tomaron diez plantas por unidad experimental.

3.6.7. RENDIMIENTO DE GRANO

Esta variable se determino pesando el grano seco y limpio que se obtuvo de la parcela útil, luego se expresó en kilogramo por hectárea.

3.6.8. ÍNDICE DE COSECHA

Se cálculo mediante la siguiente relación :

$$IC = (\text{Rendimiento de grano/ peso de biomasa aérea}) 100$$

3.7. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

3.7.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO

La roturación del terreno se hizo con un arado de discos; se prestó especial atención al mullido de los terrones en razón de que la semilla de quinua es pequeña, por lo que se procedió al desterroneo con una rastra de puntas que se pasó en forma cruzada; el nivelado se realizó considerando que la quinua es susceptible al encharcamiento. Posteriormente se procedió al marcado del campo experimental.

3.7.2. INCORPORACIÓN DEL ESTIÉRCOL

El estiércol de vacuno se aplicó en forma localizada, enterrando hasta una profundidad de 20 cm a chorro continuo considerando el ancho de humedecimiento de la cinta de riego concordante con la zona de crecimiento radicular las plantas. La incorporación se hizo 45 días antes de la siembra manteniendo la humedad del suelo favorecer la descomposición del estiércol y la disponibilidad de nutrientes.

3.7.3. SIEMBRA

La siembra se realizó en forma manual, cada 10 cm por golpe se depositó 4 a 5 semillas de quinua al fondo del surco a una profundidad promedio de 1,5 cm. Solo a un lado de la cinta de riego y el tapado fue superficial. La semilla se desinfectó antes de la siembra para proteger a las plantas de posible ataque de enfermedades fungosas.

3.7.4. DEPURACIÓN

La depuración se realizó con el propósito de eliminar plantas diferentes a las variedades empleadas en el campo experimental.

3.7.5. DESHIERBO

Con el propósito, que las plántulas queden debidamente establecidas en campo, libre de la competencia de malezas, se realizaron deshierbos sucesivos. El primero se realizó cuando las plántulas tuvieron en promedio una altura de 10 cm. Posteriormente se realizarón dos deshierbos más; Junto con el segundo deshierbo se realizó un aporque bajo para evitar el acame.

Las malezas fueron:

- | | | |
|-----------------|---|--------------------------------|
| 1. Papilla | : | <i>Castelia cuneato. ovata</i> |
| 2. Yuyo | : | <i>Amaranthus sp.</i> |
| 3. Malva | : | <i>Malva parviflora</i> |
| 4. Grama dulce: | | <i>Cynodon dactylon</i> |

3.7.6. RIEGOS

El agua se abasteció al cultivo, mediante el sistema de riego por goteo, los riegos se aplicaron con una frecuencia aproximada de 48 hrs. Tratando de mantener la humedad del suelo próxima a la capacidad de campo. Se tomo en consideración, que la producción de grano puede

afectarse seriamente si se presenta problemas de sequía en la fase fenológica de floración, por lo que el manejo del agua se realizó con propiedad.

6.7.7. CONTROL FITOSANITARIO

La evaluación de las condiciones de sanidad del experimento se realizó en forma permanente. Las plagas que se presentaron con mayor incidencia fueron el pulgón (*Aphis gossypii*), mosca blanca (*Aleurothrixus floccosus*), mosca minadora (*Lyriomiza hiudobrensis*), Gusano de tierra (*Prodenia sp.*), gusano de hoja (*Prodenia eridania*), las cuales se controlaron con el empleo de productos químicos comerciales por lo que los daños no fueron significativos.

Respecto a las enfermedades en los primeros estadios del cultivo se observó plántulas con chupadera fungosa (*Rhizoctoniasis*), sin embargo su incidencia fue leve, sin mayores consecuencias para la población de plantas.

6.7. 8. COSECHA

La cosecha se realizó cuando las plantas alcanzaron la madurez fisiológica lo cual ocurrió a los 102 días de la siembra. Se cosecharon los dos surcos centrales mediante siega manual, dejando 50 cm. A cada extremo y los surcos laterales para evitar el efecto de borde.

Las plantas segadas se etiquetaron por unidad experimental para el secado y trilla posterior; la trilla se realizó en forma manual. Finalmente se separó la broza del grano mediante el venteado, de una vez obtenido el grano se pesó para determinar el rendimiento por parcela.

IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. ALTURA DE PLANTA

Los datos originales registrados para altura de planta se presentan en el anexo 1, los que se utilizaron para los análisis respectivos.

CUADRO 9: ANÁLISIS DE VARIANZA DE PLANTA (cm) DEL CULTIVO DE QUINUA

F de V	GL	SC	CM	FC
BLOQUES	3	234,428	78,143	2,55 n.s.
VARIETADES	1	798,521	798,521	
ESTIÉRCOL	4	886,211	221,553	26,08 **
LINEAL	1	842,906		14,45 **
CUADRÁTICA	1	1,927		0,03 n.s.
VAR. X EST.	4	257,49	64,375	2,10 n.s.
ERROR EXP.	27	826,545	30,613	
TOTAL	39			

C.V.= 4,88%

El análisis de varianza de altura de planta, se presenta en el cuadro 9, en el que se observa que no hay diferencias estadísticas entre bloques; en cambio se encontró evidencia estadística, que indican que en cuanto altura de planta las variedades difieren entre si. De otra parte el mismo análisis muestra que el factor estiércol resulto altamente significativo y la interacción de variedades por estiércol es no significativa, es que implica que existe independencia entre ambos factores para el efecto de altura de planta.

La alta significancia encontrada para el factor estiércol indica que este factor influyó sobre la altura de planta, sin embargo al realizar la descomposición de la suma de cuadrados en el componente lineal y cuadrático, se determinó que el componente lineal fue altamente significativo y el componente cuadrático resulto estadísticamente no significativo. Lo que permite señalar que a dosis crecientes de estiércol se incrementa la altura de planta, pero se hace necesario puntualizar que esta condición no se cumple de manera matemática, es probable a dosis mayores de estiércol se observen efectos negativos sobre la altura de planta, o simplemente se detenga el crecimiento.

La alta significancia estadística encontrada para el factor variedades, y con el propósito de conocer las diferencias entre estas se realizó la prueba de significación de Duncan:

CUADRO 10: PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN DE ALTURA E PLANTA

ORDEN DE MÉRITO	VARIEDAD	PROMEDIO (cm)	SIGNIFICANCÍA
1	Pandela	117,75	a
2	Real Boliviana	108,81	b

La prueba de significancia de Duncan, para altura de planta, muestra que la variedad Pandela con 117,75 cm. Fue superior en altura, a la variedad Real Boliviana que alcanzó 108,81 cm. Estos resultados demuestran que en condiciones de la costa sur las variedades estadísticas tienen mayor crecimiento en altura que en condiciones del altiplano. De otro lado los resultados del presente experimento muestran que tanto la variedad Pandela, como la Real Boliviana expresaron alturas de planta mayores a las que reporta Alfaro (2001), quien realizó un comparativo de rendimiento incluyendo ambas variedades, aplicando fertilización química. Las diferencias podrían obedecer a la fertilización orgánica utilizada en el presente trabajo y a las condiciones climáticas,

Alfaro experimento en otoño invierno, en tanto que esta investigación se hizo en primavera y verano.

4.2. ÁREA FOLIAR

Los datos originales, correspondientes al área foliar se encuentran en el anexo 2.

**CUADRO 11: ANÁLISIS DE VARIANZA DE ÁREA FOLIAR(m²/planta)
DEL CULTIVO DE QUINUA**

F de V	GL	SC	CM	FC
BLOQUES	3	169 369,075	563 789,692	16,17 **
VARIEDADES	1	621 754,225	621 754,225	17,84 **
ESTIÉRCOL	4	885 669,850	221 417,462	6,35 **
VAR X EST.	4	253 621,150	63 405,288	1,82 n.s
ERROR EXP.	27	941 130,675	34 856,962	
TOTAL	39	4 393 544,975		

CV: 21,41%

El análisis de varianza de área foliar, se presenta en el cuadro 11, la lectura del mismo, indica que para el efecto bloques existen diferencias

estadísticas altamente significativas, de manera que establecer bloques permitió controlar el error experimental; del mismo modo se observan diferencias estadísticas altamente significativas para el factor variedades, altamente interpretándose que las variedades desarrollaron áreas foliares diferentes.

En lo que respecta al factor estiércol, se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas, lo que demuestra que el estiércol influyó en la expresión del área foliar de las variedades. De otro lado no se encontraron diferencias estadísticas significativas para el efecto de interacción variedades por distanciamiento, lo que implica que existe independencia entre ambos factores en el desarrollo del área foliar de las variedades Real Boliviana y Pandela.

La alta significancia estadística encontrada para el factor estiércol, condujo a la descomposición de la suma de cuadrados, resultando altamente significativo el componente cuadrático, por lo que se pasó a determinar la función de respuesta respectiva. La ecuación encontrada es la sgte:

$$\hat{Y} = 750,425 + 30,765X - 0,8225X^2$$

Al aplicar la derivada parcial con respecto a los niveles de estiércol, se determinó que, el nivel óptimo de estiércol fue de 18,7 t/ha para un desarrollo de área foliar promedio para ambas variedades de 1 038,11 cm²/planta.

En consecuencia, se infiere que bajo las condiciones del presente experimento, ambas variedades muestran una tendencia creciente de desarrollo de área foliar conforme se incrementa la cantidad de estiércol aplicado al suelo hasta las 18,7 t/ha, a partir de la cual tiende a descender.

Los valores de área foliar determinados en el presente estudio se encuentran dentro de los rangos reportados en otros trabajos de investigación en condiciones de costa sur.

4.3. LONGITUD DE RAÍZ PRINCIPAL

Los datos originales para longitud de raíz, expresado en centímetros se presenta en el anexo 3; los que se utilizarón para los análisis correspondientes.

CUADRO 12: ANÁLISIS DE VARIANZA DE PLANTA DE LONGITUD DE RAÍZ (cm) DEL CULTIVO DE QUINUA

F de V	GL	SC	CM	FC
BLOQUES	3	2,092	0,697	0,95 n.s
VARIEDADES	1	6,202	6,202	8,43 **
ESTIÉRCOL	4	17,866	4,465	6,07 **
VAR X EST.	4	23,603	5,900	8,02 **
ERROR EXP.	27	19,861	0,736	
TOTAL	39	69,624		

CV: 6,83%

El análisis de varianza de longitud de raíz, permite establecer que existen diferencias estadísticas altamente significativas para el factor variedades, interpretándose que la longitud de raíz expresado en centímetros fue diferente entre ambas variedades. Para el factor estiércol, se encontraron diferencias estadísticas altamente significativos, lo que implica que los niveles de estiércol influyen en le crecimiento longitudinal de la raíz de las variedades de quinua. El análisis de varianza de longitud de raíz también muestra que para la interacción variedades por niveles de

estiércol, existe diferencias estadísticas altamente significativa, lo que demuestra que estos factores no son independientes, anulando los efectos principales, por lo que se debe analizar las respuestas individualizando las variedades con respecto a los niveles de estiércol.

CUADRO 13: ANÁLISIS DE REGRESIÓN LONGITUD DE LA RAÍZ DE PLANTA (cm) DE LA VARIEDAD REAL BOLIVIANA.

F de V	GL	SC	CM	FC
REGRESIÓN	2	18,024	9,012	7,05 **
ESTIÉRCOL				
LINEAL	1	17,889		13,99 **
CUADRÁTICO	1	0,135		0,11 **
ERROR EXP.	17	21,738	1,278	
TOTAL	19	39,763		

CV: 9,29% R² : 61,27%

El análisis de regresión de longitud de raíz de la variedad Real Boliviana se presentó en el cuadro 13, la cual muestra que existe alta significación para la regresión, lo que indica que el modelo aplicado es apropiado, así mismo se observa alta para el componente lineal,

resultando no significativo estadísticamente el componente cuadrático. Esta respuesta muestra que hay evidencia estadística que la longitud de raíz de la variedad Real Boliviana se incrementa conforme se eleva los niveles de estiércol aplicados al suelo.

El coeficiente de variabilidad se encuentra dentro de los niveles de aceptación para trabajos de campo y el coeficiente R^2 indica que el 61,27% de la respuesta se explica debido a los tratamientos utilizados el resto obedece a factores no precisados en el presente estudio.

CUADRO 14: ANÁLISIS DE REGRESIÓN LONGITUD DE LA RAÍZ DE PLANTA (cm) DE LA VARIEDAD PANDELA.

F de V	GL	SC	CM	FC
REGRESIÓN	2	1,404	0,702	0,54 n.s.
ESTIÉRCOL				
LINEAL	1	1,314		1,00 n.s.
CUADRÁTICO	1	0,090		0,07 n.s.*
ERROR EXP.	17	22,255	1,309	
TOTAL	19	32,659		

CV 8,83% $R^2= 5,9\%$

En el cuadro 14, se observa el análisis de regresión de longitud de raíz de la variedad Pandela, en el cual se observa no existen diferencias estadísticas significativas para la regresión ni para el componente lineal ni cuadrático. Del mismo modo el coeficiente R^2 indica que solamente el 5,9% de la variación de la longitud de raíz fue producto de los tratamientos; el crecimiento longitudinal de la raíz de la variedad Pandela pudo estar determinado por las características de la variedad cuyo sistema radical es probable que se adapta a ciertas condiciones de suelo sin experimentar cambios significativos en su longitud.

4.4. PESO SECO DE RAÍZ

Los valores originales, correspondientes a la variable peso seco de raíz, expresado en gramos por planta, se encuentra en anexo 4.

CUADRO 15: ANÁLISIS DE VARIANZA DE PESO SECO DE RAÍZ (g/planta) DEL CULTIVO DE QUINUA.

F de V	GL	SC	CM	FC
BLOQUES	3	0,293	0,097	0,76 n.s.
VARIEDAD	1	4,499	4,499	34,89 **
ESTIÉRCOL	4	16,091	4,023	31,19 **
VAR X EST.	4	20,867	5,217	40,46 **
ERROR EXP.	27	3,482	0,129	
TOTAL	39	45,234		

CV 6.73%

El análisis de varianza de peso seco raíz se presenta en el cuadro 15, el cual pone en evidencia que no existen diferencias estadísticas significativas entre bloques, de otra parte se encontraron diferencias estadísticas significativas para el factor variedades, así como para el

factor niveles de estiércol y para la interacción de variedades por niveles de estiércol, lo que demuestra que estos factores no son independientes anualmente los efectos principales, por lo que la respuesta se deben analizar en forma independiente para cada variedad. El coeficiente de variabilidad indica que los resultados son confiables.

CUADRO 16 : ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE PESO SECO DE LA RAÍZ (g/planta) DE LA VARIEDAD REAL BOLIVIANA.

F de V	GL	SC	CM	FC
REGRESIÓN	2	6,921	3,460	11,12 **
ESTIÉRCOL:				
LINEAL	1	1,204		3,87 n.s.
CUADRÁTICO	1	5,716		18,37 **
ERROR EXP.	17	5,289	0,311	
TOTAL	19	12,211		

CV: 11,15 R²: 60,2%

El análisis de regresión de peso seco de raíz de la variedad Real Boliviana, muestra que existen diferencias estadísticas, significativas par

la regresión y el componente cuadrático, lo que indica que el modelo elegido es apropiado para encontrar la respuesta, que se ajusta a una función de respuesta cuadrática, de tal manera que la materia seca acumulada en las raíces se incrementa en función de los niveles de estiércol, hasta alcanzar un valor óptimo. La ecuación encontrada es la siguiente:

$$\hat{Y} = 4,0127 + 0,14515 X - 0,003195 X^2$$

Al aplicar la derivada parcial con respecto a los niveles de estiércol, se determinó que el valor máximo acumulado de materia seca de la raíz para la variedad Real Boliviana fue de 5,66 g/planta con un nivel de 22,72 t/ha de estiércol por hectárea.

**CUADRO 17: ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE PESO SECO DE RAÍZ
(g/planta) DE LA VARIEDAD PANDELA.**

F de V	GL	SC	CM	FC
REGRESIÓN	2	13,991	6,996	8,28 **
ESTIÉRCOL:				
LINEAL	1	13,499		15,99 **
CUADRÁTICO	1	0,491		0,58 n.s.
ERROR EXP.	37	31,243	0,844	
TOTAL	39	45,234		

CV: 17,22% R² : 31%

El análisis de regresión de peso seco de raíz indica alta significancia estadística para la regresión y el componente lineal lo que demuestra que el modelo es útil para entender la naturaleza de la respuesta, al resultar significativo el componente lineal y no significativo el componente cuadrático, se infiere que las raíces de la variedad Pandela acumulan materia seca de manera creciente en forma paralela a los niveles de estiércol aplicados al suelo, sin embargo debe existir un nivel superior a 40 t/ha al cual ya no acumulan más materia seca. La ecuación encontrada es la siguiente:

$$\hat{Y} = 4,380017857 + 0,067575179 X$$

4.5. RENDIMIENTO DE BIOMASA AÉREA SECA

Los valores originales registrados para rendimiento de biomasa aérea seca, se encuentra en el anexo 5, con los que se realizaron los análisis respectivos.

CUADRO 18: ANÁLISIS DE VARIANZA DE PLANTA (cm) DE BIOMASA SECA AÉREA (g/planta) DEL CULTIVO DE QUINUA

F de V	GL	SC	CM	FC
BLOQUES	3	113,323	37,775	2,64 n.s.
VARIEDAD	1	6 810,845	6 810,845	475,70 **
ESTIÉRCOL	4	8 981,415	2 245,354	156,83 **
VAR X EST.	4	474,343	118,586	8,28 **
ERROR EXP.	27	386,573	14,317	
TOTAL	39	16 766,499		

CV: 8,41%

El análisis de varianza de rendimiento de biomasa seca aérea, muestra que existe diferencias estadísticas altamente significativas para

el factor variedades, de manera que las variedades acumulan materia seca en la parte aérea en cantidades diferentes; también se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas para el factor estiércol lo que implica que los niveles de estiércol aplicados al suelo influyen en la acumulación de biomasa seca aérea. Igualmente, con respecto a la interacción variedades por estiércol, se encontraron evidencias estadísticas, que estos factores no son independientes; por lo que es necesario analizar las respuestas de cada una de las variedades con respecto a los niveles de estiércol utilizados en el estudio.

CUADRO 19: ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE BIOMASA AÉREA SECA (g/planta) DE LA VARIEDAD REAL BOLIVIANA.

F de V	GL	SC	CM	FC
REGRESIÓN	2	3 437,708	1718,854	31,09 **
ESTIÉRCOL:				
LINEAL	1	485,008		8,77 **
CUADRÁTICO	1	2 952,700		53,41 **
ERROR EXP.	17	939,839	55,284	
TOTAL	19	4 377,548		

CV= 7,61% R²= 78,53%

En el cuadro 19, se presenta en análisis de regresión de rendimiento de biomasa aérea seca de la variedad Real Boliviana, el cual demuestra que existe alta significancia para la regresión, lo que significa que el modelo utilizado es apropiado para conocer la respuesta; la alta significancia estadística encontrada para el componente cuadrático quiere decir que la materia seca acumulada se incrementa en función de los niveles de estiércol hasta alcanzar un nivel máximo, y la naturaleza de la

respuesta se ajusta a una función de respuesta cuadrática, dando como resultado la siguiente ecuación:

$$\hat{Y} = 90,09952714 + 2,55631607 X - 0,07261321X^2$$

Aplicando la derivada parcial con respecto a los niveles de estiércol se determinó que la máxima acumulación de 112,6 granos de materia seca se logro con un nivel de 17,6 toneladas de estiércol por hectárea.

CUADRO 20: ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE RENDIMIENTO DE BIOMASA AÉREA SECA (g/planta) DE LA VARIEDAD PANDELA

F de V	GL	SC	CM	FC
REGRESIÓN	2	613,557	3 356,778	12,35 **
ESTIÉRCOL:				
LINEAL	1	816,636		3,01 n.s.
CUADRÁTICO	1	5 896,921		21,70 **
ERROR EXP.	37	10 052,942	271,701	
TOTAL	39	16 766,499		

CV : 14,88% R² : 40,5%

El análisis de regresión de rendimiento de biomasa aérea seca de la variedad Pandela se presenta en el cuadro 20, este análisis muestra una alta significativa para la regresión indicando que el modelo es apropiado; del mismo modo se encontraron diferencias altamente significativas para el componente cuadrático del factor estiércol, lo que demuestra que la variedad Pandela acumuló materia seca en forma creciente en función de los niveles de estiércol aplicados al suelo hasta

alcanzar un nivel máximo, la naturaleza de la respuesta, se ajusta a una función de respuesta cuadrática, dando como resultado la siguiente ecuación.

$$\hat{Y} = 102,5844825 + 2,5829436 X - 0,0725611 X^2$$

Aplicando la derivada parcial con respecto a niveles de estiércol se determinó que para la variedad Pandela la máxima acumulación de 125,57 granos de materia seca por planta se logró con un nivel de 17,8 toneladas de estiércol por hectárea.

De los resultados obtenidos se infiere que la variedad Pandela acumuló 12,97 granos mas de materia seca que la variedad Real Boliviana, pero sin embargo esta diferencia se manifiesta al requerir 0,2 toneladas de estiércol por hectárea mas que la variedad Real Boliviana; considerando que esta diferencia no es muy grande, se postula que la variedad Pandela fue mas eficiente que la variedad Real Boliviana para acumular biomasa seca aérea en condiciones de fertilización orgánica.

Los resultados del presente experimento corroboran los hallazgos de Bertero (2001) quien al estudiar la generación de biomasa en quinua encontró que la planta con mayor biomasa fueron aquellos con mayores

valores de área foliar entre otros caracteres; en el presente estudio el mayor promedio general de área foliar por planta corresponde a la variedad Pandela que es superior a la variedad Real Boliviana en 247 cm².

4.6. RENDIMIENTO DE GRANO POR HECTÁREA

Los valores originales. Para la variable rendimiento de grano por hectárea, se encuentran en el anexo 6, con los cuales se realizaron los análisis correspondientes.

CUADRO 21: ANÁLISIS DE VARIANZA DE RENDIMIENTO DE GRANO (kg/ha) DEL CULTIVO DE QUINUA

F de V	GL	SC	CM	FC
BLOQUES	3	94 648,67	31 549,60	1,06 n.s.
VARIEDAD	1	702 575,99	702 575,99	23,56 **
ESTIÉRCOL	4	10 503 349,01	2 625 837,25	88,06 **
VAR X EST.	4	485 334,59	121 333,65	4,07 *
ERROR EXP.	27	805 077,83	29 817,60	
TOTAL	39	12 590 986,09		

CV= 11,4%

El análisis de varianza de rendimiento de grano por hectárea se presenta en el cuadro 21, el que demuestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas por el factor variedad lo que indica que las variedades dieron rendimientos de grano diferentes, el factor niveles de estiércol también resulto ser altamente significativos, lo que quiere decir que los niveles de estiércol aplicados al suelo influyeron diferencialmente en el rendimiento de grano. De otro lado la interacción variedades por niveles de estiércol indica que estos factores no son independientes, por lo que es necesario analizar las respuestas de cada una de las variedades con respecto a los niveles de estiércol utilizados en el estudio.

El análisis de regresión de rendimiento de grano de la variedad Real Boliviana se presenta en el cuadro 22, en el que se observa que existe alta significancia estadística para la regresión lo que indica que el modelo de análisis es adecuado. También se aprecia que el componente cuadrático del factor niveles de estiércol es altamente significativo lo que implica que la variedad Real Boliviana expresa un rendimiento de grano en forma creciente en función de los niveles de estiércol aplicados al suelo hasta alcanzar un nivel máximo, en consecuencia la respuesta se

ajusta a una función de respuesta cuadrática, dando como resultado la siguiente ecuación.

$$\hat{Y} = 957,0323571 + 92,4303536 X - 2.3736982 X^2$$

Aplicando la derivada parcial con respuesta a los niveles de estiércol se determinó que la variedad Real Boliviana alcanza un máximo rendimiento de grano limpio de 1849,86 kg./ha con un nivel de 19,47 t/ha de estiércol.

CUADRO 22 : ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE RENDIMIENTO E GRANO (kg/ha) DE LA VARIEDAD PANDELA.

F de V	GL	SC	CM	FC
REGRESIÓN	2	3 996 963,558	1 998 481,779	13,56 **
ESTIÉRCOL:				
LINEAL	1	10 411,270		0,07 n.s.
CUADRÁTICO	1	3 986 552,288		27,05 **
ERROR EXP.	17	2 505 458,117	29 817,70	
TOTAL	19	6 502 421,647		

CV: 23,31%

R² : 66%

El análisis de regresión de rendimiento de grano de la variedad Pandela se puede observar en el cuadro 22, en el que se aprecia que existe alta significancia estadística para la regresión lo que indica que el modelo elegido para el análisis es adecuado; también se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas para el componente cuadrático del factor niveles de estiércol, lo que implica que la variedad Pandela expresa un rendimiento de grano en forma creciente en función de los niveles de estiércol aplicados al suelo hasta alcanzar un rendimiento máximo; en consecuencia la respuesta se ajusta a una función de respuesta cuadrática, dando como resultado la siguiente ecuación.

$$\hat{Y} = 1080.592286 + 108.337968 X - 2.668116 X^2$$

Aplicando la derivada parcial con respecto a los niveles de estiércol se determinó que la variedad Pandela alcanza un máximo de rendimiento de grano limpio de 2180,34 kg/ha con un nivel de 20,3 t/ha de estiércol.

Los resultados del presente estudio permite establecer que existe una diferencia de rendimiento de grano de 330,48 kg/ha a favor de la

variedad Pandela sobre la variedad Real Boliviana, sin embargo también requiere de un nivel mayor de estiércol en 0,83 toneladas por hectárea.

Los resultados también demuestran que la producción de quinua con fertilización orgánica es técnicamente posible; para obtener los mayores beneficios se requiere determinar la inclusión del cultivo de quinua dentro de un sistema de rotación de cultivos.

De la misma manera se infiere que la variedad Pandela es más exigente en nutrientes que la variedad Boliviana.

La variedad Pandela al tener mayor área foliar que la variedad Real Boliviana, habría tenido también una mayor tasa de fotosíntesis y asimilación de nutrientes disponibles en el suelo, que junto a los factores ambientales favorables determinaron una mayor producción de grano. **(5)**

Los rendimientos de grano expresado por ambas variedades de quinua son comparables con aquellos obtenidos bajo condiciones de fertilización química sintética, con la ventaja de los beneficios de la fertilización orgánica sobre la calidad del producto y las características del suelo **(15)**

Los resultados del presente experimento pueden aceptarse a partir de las conclusiones de Vargas (2005) quien al investigar tres fuentes de materia orgánica sobre las propiedades del suelo, encontró que el estiércol de vacuno eleva entre otras propiedades, eleva el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, así como la población de microorganismos, situación que habría ocurrido en el presente experimento favoreciendo la producción de quinua.

V. CONCLUSIONES

A partir del análisis de los resultados se concluye.

1. El nivel óptimo de estiércol para rendimiento de grano de la variedad Real Boliviana fue de 19,47 t/ha con lo que produjo 1 849,86 kg/ha de grano limpio. El nivel óptimo de estiércol par el rendimiento de grano de la variedad de Pandela fue de 20,3 t/ha con lo que produjo 2 180,34 kg/ha de grano limpio.
2. Que los niveles de estiércol influyen en la altura de planta de quinua la variedad Pandela desarrolló una altura de planta de 117,75 cm, resultando ser superior a la variedad Real Boliviana que alcanzo 108,81 cm.
3. El área foliar de las variedades de quinua Pandela y Real Boliviana muestran un comportamiento que se ajusta a una función de respuesta cuadrática con respecto a los niveles de estiércol; desarrollando un área foliar promedio de 1 083,11 cm²/planta con un nivel optimo de 18,7 t/ha de estiércol.

4. La variable longitud de raíz para la variedad Real Boliviana muestra una función de respuesta de tipo lineal, incrementándose con los niveles de estiércol alcanzando el mayor valor de 14,06 cm con 30 t/ha de estiércol. En cambio la variedad Pandela muestra una longitud próxima a los 12 cm. En todo los niveles de estiércol.
5. El nivel óptimo de estiércol para peso seco de raíz para la variedad Real Boliviana fue de 22,72 t/ha con lo que el peso seco máximo de raíz fue de 5,66 g /planta. La variedad Pandela muestra una respuesta de tipo lineal incrementándose el peso seco de raíz en función de los niveles de estiércol, alcanzando el mayor peso seco de raíz de 7,56 g/planta con 40 t/ha de estiércol.
6. La variedad Real Boliviana muestra la máxima acumulación de biomasa aérea seca de 112,6 g/planta con un nivel de 17,6 t/ha de estiércol. La mayor acumulación de biomasa aérea seca de 125,57 g /planta de la variedad Pandela ocurrió con 17,8 t/ha de estiércol.
7. La producción de quinua con fertilización orgánica en la costa sur peruana es técnicamente posible.

VI RECOMENDACIONES

1. Se recomienda en forma genérica para fines prácticos utilizar 20 t/ha para cultivo de quinua como fertilizante orgánico.
2. Se recomienda realizar otras investigaciones probando complementar el estiércol con otros fertilizantes orgánicos como Biol, a fin de reducir los niveles de estiércol a niveles más manejables en los sistemas de producción.
3. Se recomienda estudiar los efectos residuales del estiércol después del cultivo de quinua, para beneficio de otros cultivos.
4. Hacer lo mejor posible la descomposición de materia orgánica (estiércol) para evitar la germinación de malas hierbas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bravo, R 1975. Análisis bibliográfico de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y cañihua (*Chenopodium pallidicaulle* Aellen). En: Resúmenes de investigaciones en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de la Universidad Nacional del Altiplano 1962 – 1999. Puno, Perú. 105 pp.
2. Crovetto, C. 1999. Agricultura de conservación. Editorial Eumedica. Madrid, España. 200 pp.
3. Clades. 1998. Manual de producción orgánica. Univesidad Catolica de Temuco – Chile. 142 pp.
4. Felipe, C.1996. Concepción y manejo del Suelo en la agro ecología. En Manejo ecológico del suelo. Clades. Lima, Perú. 117 pp.

5. Figueroa, H. 1983. Efectos del estiércol y formulaciones de fertilización en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). En Resúmenes de investigaciones en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de la Universidad Nacional del Altiplano 1962 – 1999. Puno, Perú. 88 pp.
6. Fassbender, H. y Bornemisza, E. 1978. Química de Suelos con énfasis, Suelos de América Latina. IICA. San José, Costa Rica. 113 pp.
7. Gandarillas, H 1979. Botánica En: Cultivos andinos. Libros y materiales educativos C I I D – I I C A. Bogota, Colombia. 24pp.
8. Kohnke, H. y Franzmeir, D.P. 1995. Soil Science simplified. Waveland press, INC. Illinois, USA. 59 pp.
9. Loomis, R. Y Connor, D.J. 2003. Ecología de los Cultivos. Productividad y manejo en sistemas

agrarios. Ediciones Mundi Prensa. 212 p
p.

10. Magdoff, F. 1998. Calidad y manejo del Suelo. En Manejo Ecológico del Suelo. Clades. Lima, Perú. 178 pp.
11. Menguel, K. y Kirkby. E.A. 1978. Principles of plant nutrition. Editurs, Internacional Potash Institute. Swinterland. 129 pp.
12. Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Second edition. Academic Press conden. 181 pp
13. Mújica, A. Izquierdo. J. Marethee, J. P. 2000. Origen y descripción de quinua. En: Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Ancestral cultivo andino, alimento del presente y del futuro: FAO, UNA. Santiago Chile. 29 pp.

14. Ministerio de agricultura, Pesca y Alimentación. 1999. Manual practico de manejo del suelo y de los fertilizantes. Editorial prensa. Madrid, España. 160 pp.
15. Plaster, E.J. 2000. La Ciencia del suelo y su manejo. Editorial Paraninfo. Madrid, España. 145 pp.
16. Serrano, A. 1995. Apuntes sobre el suelo. Escuela de Capataces Agrícolas de Catarrosa. Valencia, España. 105 pp.
17. Tapia, M. E. 2001. Zonificación Agro ecológica del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) En: Primer taller internacional sobre quinua. La Molina, Perú. 27 pp.
18. Ticona, P.W. 2001. Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento del brócoli (*Brassica oleracea* Var. Itálica Plenck) C.V. Legacy, en

condiciones del valle de Tacna. Tesis Ing.
Agrónomo. 78 pp.

19. Urbano, P. 1999. Tratado de Fitotecnia general. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 409 pp.
20. Zavaleta, A. 1992. Edafología. El suelo en relación con la producción. CONCTEC. Lima, Perú. 141 pp.

ANEXOS

ANEXO 1
ALTURA DE PLANTA (cm)

Tratamiento	I	II	III	IV
T₁	103,73	102,55	104,75	102,75
T₂	104,25	102,75	120,00	112,50
T₃	109,50	105,50	103,50	106,25
T₄	112,50	112,50	116,75	114,25
T₅	112,50	110,75	105,00	114,00
T₆	99,50	105,75	123,00	109,00
T₇	110,00	114,00	120,25	104,25
T₈	119,00	116,50	130,75	104,50
T₉	120,75	120,50	122,50	124,00
T₁₀	127,25	127,75	128,25	127,50

ANEXO 2
ÁREA FOLIAR (cm²/planta)

Tratamiento	I	II	III	IV
T₁	727,00	419,00	478,00	591,00
T₂	1116,00	1218,00	504,00	461,00
T₃	1003,00	1289,00	803,00	837,00
T₄	786,00	826,00	616,00	641,00
T₅	854,00	793,00	363,08	626,00
T₆	1198,00	1318,00	843,00	634,00
T₇	1278,00	1308,00	825,00	501,00
T₈	1544,00	1507,00	930,00	940,00
T₉	1444,00	1596,00	711,00	695,00
T₁₀	657,00	668,00	670,00	671,00

ANEXO 3
LONGITUD DE LA RAÍZ (cm)

Tratamiento	I	II	III	IV
T₁	10,25	11,00	11,50	10,75
T₂	11,00	11,50	11,75	12,25
T₃	11,50	10,75	11,75	11,00
T₄	14,25	13,25	14,00	14,75
T₅	13,75	14,50	11,50	12,00
T₆	12,25	12,50	12,75	13,50
T₇	13,25	15,25	12,75	16,50
T₈	11,50	12,25	12,75	12,50
T₉	12,00	12,50	13,25	12,75
T₁₀	12,75	13,00	12,25	13,50

ANEXO 4
PESO SECO DE LA RAÍZ (g/planta)

Tratamiento	I	II	III	IV
T₁	4,053	4,223	4,336	4,335
T₂	5,100	4,653	4,885	4,656
T₃	5,295	4,963	5,263	5,507
T₄	6,217	5,295	6,679	6,461
T₅	4,478	4,088	4,202	4,655
T₆	4,155	4,999	5,092	5,081
T₇	4,412	4,580	4,359	4,078
T₈	6,631	6,387	6,807	6,056
T₉	5,146	5,189	5,707	5,456
T₁₀	7,436	7,788	7,492	7,538

ANEXO: 5
RENDIMIENTO DE BIOMASA SECA (g/planta)

Tratamiento	I	II	III	IV
T₁	83,7370	89,9007	83,0697	88,1490
T₂	118,8025	112,7283	124,9317	117,1375
T₃	102,1342	107,1577	114,5245	104,1725
T₄	94,8467	101,2067	99,9830	97,3620
T₅	85,8305	77,2500	74,4297	76,8045
T₆	106,2265	109,7495	112,2520	103,8990
T₇	145,5185	147,3530	153,5867	143,9940
T₈	140,7885	138,8055	143,0225	134,9317
T₉	113,6200	115,1905	114,2432	108,5200
T₁₀	107,6692	116,1485	109,4300	110,1615

ANEXO 6
RENDIMIENTO DE GRANO POR HECTÁREA (kg/ha)

Tratamiento	I	II	III	IV
T₁	761,28	912,30	598,88	790,55
T₂	2244,67	2134,24	1887,67	2045,10
T₃	1576,07	130,40	1618,77	1602,67
T₄	1279,96	1463,94	1630,25	1426,80
T₅	1320,88	989,23	709,91	874,84
T₆	847,19	916,40	692,64	948,26
T₇	2354,85	2249,30	2471,54	2325,37
T₈	2231,77	2092,15	2279,36	2187,16
T₉	1492,80	1235,48	1548,03	1535,62
T₁₀	1510,85	998,91	1488,36	1523,60

ANEXO 7

COSTO DE PRODUCCIÓN O PRESUPUESTO

PREPARACIÓN DEL TERRENO Rotulación 30,00/hr (3 horas x 30) Rastra 3,0/hr (1 hora)	90,00 <u>30,00</u> 210,00
SIEMBRA Surcado 2 hrs x 15,00 Trazado 1 jn x 15,00 Fertilización 1 jn x 15,00 Siembra 1 jnx 15,00	30,00 15,00 15,00 <u>15,00</u> 145,00
INSUMOS Fertilizantes Urea 50 kg Superfosfato triple 50 kg Insecticidas fungicidas	38,00 50,00 100,00 <u>17,00</u> 205,00
ANÁLISIS DEL SUELO Muestra de suelo	75,00
CONDUCCIÓN DEL CULTIVO Deshierbo 6 jon x 15,00 Raleo 1 jnx 15,00	90,00 <u>15,00</u> 105,00
COSECHA Trilla 6 jn x 15,00 Pesado 2 jnx 15,00	90,00 <u>30,00</u> 120,00
GASTOS OPERATIVOS <i>Tesista 5 meses por 50,00</i>	<u>250,00</u> 250,00

MATERIAL DE INVESTIGACIÓN	<u>50,00</u>
<i>Material de escritorio</i>	50,00
GASTOS DE PUBLICACIÓN	50,00
<i>Tipeado de computo</i>	100,00
	<u>50,00</u>
<i>Impresión</i>	200,00
<i>Encuadernación</i>	