

## EFFECTO DEL ESTIÉRCOL DE LLAMA (*Lama glama*) MEJORADO EN LA CALIDAD DE GRANO DE QUINUA (*Chenopodium quinua Willd*)

Isaac Iván Mamani<sup>1</sup> y Alejandro Bonifacio<sup>2, 1</sup> Egr. Fac. Agr. UMSA. <sup>2</sup> Fundación PROINPA [a.bonifacio@proinpa.org](mailto:a.bonifacio@proinpa.org); [alejandrobbonifacio@gmail.com](mailto:alejandrobbonifacio@gmail.com)

### Resumen

En la Estación Experimental de Quipaquipani, Viacha, se ha elaborado el estiércol tratado de llama y la incorporación en diferentes dosis (0, 5 y 10 t ha<sup>-1</sup>) para evaluar la respuesta de la quinua variedad Jacha Grano. El trabajo ha mostrado que es posible obtener estiércol tratado de llama en un periodo de 45 días en el sistema fosa y adición de activadores de descomposición. Por otra parte, los resultados de la aplicación en quinua muestran que las dosis empleados han tenido respuesta favorable con diferencias estadísticamente significativas en altura de planta y rendimiento, obteniéndose 3592.5 y 3447.5 kg ha<sup>-1</sup> con dosis de estiércol tratado frente a 2617.5 kg ha<sup>-1</sup> del testigo. De la misma forma la altura de planta fue favorecida con aplicación de estiércol tratado, alcanzando entre 86.540 y 83.583 cm frente 76.980 del testigo sin aplicación. El efecto del estiércol también se ha reflejado en diferencias en la calidad del grano y la germinación de la semilla. El 48% de grano grande se ha obtenido para la dosis de 5 t ha<sup>-1</sup> de estiércol tratado de llama, 51% de grano grande para la dosis de 10 t ha<sup>-1</sup> de estiércol y el 47% de la muestra de categoría grande para el testigo (0 t ha<sup>-1</sup>). El porcentaje de germinación en las primeras 6 horas de prueba, ha mostrado el efecto favorable para los tratamientos con estiércol, aunque las diferencias no fueron evidentes a las 24 horas de prueba.

**Palabras clave:** Estiércol de llama, rendimiento, calidad de grano.

### Introducción

La materia orgánica tiene beneficios múltiples para el suelo, los micro organismos y para la planta. La producción orgánica es una alternativa para enfrentar los efectos del cambio climático se constituye en el pilar fundamental de la sostenibilidad de la producción y la subsistencia de la humanidad. Es por ello que se siguen buscando estrategias que ayuden a preservar la productividad de nuestro recurso suelo. Entre los componentes de la estrategia de conservar la productividad, se encuentran los métodos de añadir fertilidad a los suelos tanto desde el punto de vista edáfico así como de los cultivos biológicos tratando de dar alguna manera solución a la álgida situación de la degradación de los suelos.

Con el cultivo de la quinua, se ha realizado pruebas de incorporación de estiércol u otras fuentes de materia orgánica en variadas dosis, diversos estados de descomposición, profundidades, etc..., y se sigue buscado alternativas en ese intento de aumentar la fertilidad de los suelos altiplánicos.

Últimamente, la mayor demanda externa es por la quinua orgánica, esto es, quinua producida sin la intervención de fertilizantes químicos o inorgánicos, ni el uso de agroquímicos en la protección contra enfermedades e insectos dañinos. Amplios sectores de productores de quinua están conscientes de las ventajas de la producción orgánica, por lo que desean alternativas tecnológicas de incorporación de abonos de procedencia netamente orgánica para producir quinua para la exportación.

Ante la ampliación de la superficie de siembra de quinua, es evidente la preocupación de productores y de instituciones ligadas al desarrollo rural, por la sostenibilidad de la producción orgánica de quinua viéndose con interés la incorporación de materia orgánica como un medio

para mantener o aumentar la productividad. El empleo del estiércol de llama es de particular interés para la producción de quinua, puesto que la quinua y la llama forman un sistema complementario de producción en la mayor parte de las zonas productoras del altiplano. A pesar de la importancia del estiércol de llama para producir quinua, no se tiene mucha información sobre el tratamiento del estiércol así como los efectos del estiércol tratado de llama sobre el crecimiento de la quinua, el rendimiento y la calidad del grano de quinua.

### **Objetivos**

Obtener el estiércol tratado de llama para la producción de quinua.

Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de la quinua, bajo el efecto del abonamiento del suelo con dos niveles estiércol mejorado de llama y un testigo.

Evaluar el efecto del estiércol tratado sobre el tamaño de grano y su influencia en el porcentaje de germinación.

### **Materiales y métodos**

La investigación se llevó a cabo en los predios del centro experimental de Quipaquipani dependiente de la Fundación PROINPA, que se encuentra ubicado en las proximidades de la ciudad de Viacha, provincia Ingavi, en el Departamento de La Paz, geográficamente se halla situada a 16° 40' 30" de latitud sur y 68° 17' 68" de longitud oeste encontrándose a una altura de 3880 msnm.

Quipaquipani presenta una precipitación media anual de 625 mm, de esta el 60 % corresponde a los meses de diciembre a marzo, el 40 % de abril a noviembre. La temperatura promedio anual tiende a variar de 10 a 11° C en verano, con promedio mínimo anual de 5.6° C en invierno. Las heladas se presentan con mayor frecuencia en la época de invierno.

La zona de estudio corresponde al paisaje planicie, no anegadizo con una pendiente suave de 0.56 % de micro relieve, ondulación muy ligera, con un drenaje externo moderado y con drenaje interno moderadamente lento. Los suelos de la zona son de origen aluvial reciente con deposiciones finas, presenta una profundidad efectiva de 25 a 32 cm ofreciendo bastante facilidad de laboreo y que responde adecuadamente a la incorporación del material orgánico e inorgánico.

El estiércol empleado en el estudio proviene del módulo de cría de llamas del Centro Quipaquipani. Este estiércol fue sometido a tratamiento de compostaje mediante la metodología sugerida por (Chilón, 2011), la cual consiste en una serie de pasos que se describen a continuación:

Se preparó el activador de descomposición consistente en un litro de yogurt casero y dilución de este en cuatro litros de agua, formando cinco litros de solución. Esta solución se utilizó como fuente inoculante de microorganismos para ser incorporados al estiércol fresco y acelerar su descomposición.

Para el tratamiento del estiércol primeramente se preparó una fosa superficial en el suelo con dimensiones de 2.5m x 1 m x 0.5 m. Debemos mencionar que se optó por la fosa, para reducir el efecto adverso de las bajas temperaturas, puesto que el trabajo se llevó a cabo a finales de la época seca (inicio de la estación de invierno). Posteriormente se procedió a la conformación de la pila colocando una capa de 20 cm de estiércol fresco dentro la fosa cavada, luego se espolvoreó con ceniza sobre la capa de estiércol. La finalidad de la ceniza fue por su función reguladora de

pH y además como fuente de minerales principalmente fósforo y potasio (Valiño, 2000). Una vez espolvoreada la ceniza sobre el estiércol se procedió a la inoculación del mismo con la solución de yogurt casero previamente preparado. La inoculación se realizó por una sola vez durante todo el proceso. Los pasos se repitieron varias veces hasta formar una pila con una altura aproximada de 1.2 m. Una vez formada la pila se procedió a la instalación de los respectivos respiraderos ya que esta metodología responde a un proceso aeróbico. La pila formada fue cubierta por agrofílm para evitar pérdidas en el proceso de descomposición además de proteger de las inclemencias del tiempo.

La pila de descomposición fue regada según necesidad durante el proceso. Se observó un mayor requerimiento de agua durante los primeros días por las altas temperaturas que alcanzó el material en proceso de descomposición, por consiguiente se aplicó riego cada dos días y a medida que el proceso avanzaba los requerimientos de agua disminuyeron, alargándose así cada vez más los intervalos de riego.

Es importante indicar que la humedad es una de las condiciones para el buen desarrollo de la actividad y reproducción microbiológica durante el proceso de la fermentación, puesto que tanto la falta como el exceso de humedad son perjudiciales para la obtención final de un abono de calidad. La humedad óptima, para lograr la mayor eficiencia del proceso de fermentación del abono, oscila entre un 50 a 60 % del peso (Sánchez, 1995).

La remoción del estiércol en la pila de descomposición se realizó manualmente a intervalos de siete días con regularidad hasta finalizar el proceso de descomposición, el objetivo de la remoción fue proporcionar la oxigenación necesaria para el proceso de descomposición. Cabe destacar que la presencia de oxígeno dentro de la mezcla es necesaria para la fermentación aeróbica del abono. Se calcula que dentro de la mezcla debe existir una concentración de 6 a 10% de oxígeno, en caso de exceso de humedad los micro poros presentan un estado anaeróbico, se perjudica la aeración y consecuentemente se obtiene un producto de mala calidad (Sánchez, 1995). Al terminar el proceso, el abono mostró sus principales características como es la retención de humedad. Una vez obtenido el estiércol tratado, se procedió a preparar las dosis previstas que son de 0, 5 y 10 toneladas por hectárea. El material de abono dosificado para cada tratamiento fue calculado considerando la materia seca como referencia.

La preparación del terreno se realizó con arado de disco, además del pase con rastra, y una vez efectuada la nivelación se procedió al delimitado del área experimental, incluyendo los bloques hasta sus respectivas unidades experimentales empleando cinta métrica, lienzo y estacas.

La demarcación de las parcelas se realizó días antes de la siembra, también se delimitó el tamaño de los bloques, unidades experimentales y pasillos empleando estacas de madera y uniendo los puntos con trazos sobre la parcela experimental.

Para el presente trabajo de investigación se utilizó la variedad de quinua Jach'a Grano que presenta las siguientes características morfológicas y agronómicas (Proinpa, 2002):

Color de planta verde, 5 días a la germinación, hábito de crecimiento simple, tipo de panoja glomerulada, 90 a 120 cm de altura, 45 días a panojamiento, 145 días a madurez, ciclo precoz.

La siembra se la realizó en la primera quincena del mes de noviembre (15 de noviembre) durante la campaña agrícola 2010 – 2011. Para la siembra se procedió a abrir surcos en número y longitud prevista en el diseño y el croquis de campo. El estiércol tratado y dosificado fue distribuido en la base del surco, posteriormente fue ligeramente mezclado con el suelo. La

siembra se realizó por el método en hileras y distribuyendo la semilla a chorro continuo en las distintas unidades experimentales que estaban abonadas con distintas dosis de estiércol tratado, luego se procedió al tapado de la semilla con tierra adyacente al surco. El distanciamiento entre surcos fue 0.50 m y una densidad de 8 kg/ha

Entre el material de campo se utilizó herramientas de trabajo, vernier, termómetro, cinta métrica, cámara fotográfica digital, estacas y letreros, regla metálica. Entre los material de Laboratorio se emplearon tubos de ensayo, cajas Petri, embudos, balanza y tamices de 2.5, 2, y 1.5 mm.

Para la evaluación, se marcaron al azar seis plantas de quinua después de una semana de la emergencia, para ello se empleó marbetes preparados de cartulina.

La investigación se realizó bajo el diseño experimental de bloques al azar. (Padrón, 1996).

Factor de estudio Factor: Niveles de abonamiento de estiércol mejorado de llama (*Lama glama*)

T1 = 5 t ha<sup>-1</sup> estiércol tratado de llama                      T0 = Testigo

T2 = 10 t ha<sup>-1</sup> estiércol tratado de llama

Modelo aditivo lineal

Se aplicó el siguiente modelo lineal aditivo basado en (Padrón, 1996)

Donde: Y<sub>ijk</sub> = Una observación cualquiera

$\mu$  = Media general

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo  
bloque

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental

Las variables evaluadas fueron altura de planta medida empleando una regla metálica graduada en mm. Se ha medido las alturas de plantas marcadas a partir del nivel del suelo hasta donde termina la panoja, registrándose este dato en centímetros. Para determinar el rendimiento en grano se cosechó de cada unidad experimental una muestra representativa, dejando al descarte dos surcos laterales de bordura a cada lado y un metro de efecto de cabecera, evaluándose tres surcos principales procediendo posteriormente a la trilla y el venteado para obtener el rendimiento de la quinua de cada unidad experimental en g m<sup>-2</sup>, luego este valor se convirtió a kg ha<sup>-1</sup>.

Para la variable peso de 100 semillas, se las contó 100 granos con un contador electrónico y el peso fue registrado con una balanza electrónica de 0.01 g precisión.

La calidad del grano fue posible mediante la clasificación del grano empleando un juego de tamices calibrado para separar la muestra en 3 categorías. Para este propósito, una muestra de grano por cada tratamiento fue sometida al tamizado en calibrador de grano. Las diferentes categorías de grano fueron registradas en su peso para luego llevar a porcentaje de cada categoría en la muestras.

El estiércol tratado se obtuvo a los 45 días de procesamiento, obteniéndose un producto homogéneo en color, humedad, granulación, etc.

## **Resultados y discusiones.**

### **Cuadro 1. Propiedades químicas del suelo (Análisis físico – químicos de suelos)**

Parámetros	Unidades	Tratamientos		
		T0	T1(5 t ha <sup>-1</sup> )	T2(10 t ha <sup>-1</sup> )
Phacuoso		6.8	7.8	8.1
Fosforodisponible	P / mg*kg <sup>-1</sup>	14	67	150
Nitrógeno total	%	0.069	0.082	0.10
Potasiointercambiable	Cmolc/kg	0.52	2.8	2.5
Clase textural		Franco arenoso	Franco renoso	Franco arenoso

Fuente: Laboratorio de calidad ambiental (UMSA)

En el cuadro 1 se observa que el pH del suelo es de 6.8 para el testigo, 7.8 para el tratamiento de 5 t ha<sup>-1</sup> y 8.1 en la unidad con dosis de 10 t ha<sup>-1</sup>. El fósforo disponible en la parcela testigo fue de 14 P / mg\*kg<sup>-1</sup> y el fósforo disponible con dosis de estiércol mejorado ha llegado a presentar niveles que superan al testigo con incremento de fósforo creciente para las dosis de 5 y 10 t ha<sup>-1</sup> alcanzando valores de 67 y 150 P / mg\*kg<sup>-1</sup> respectivamente. Lo que demuestra la eficiencia de la aplicación de abonos al suelo para incrementar el fósforo disponible.

El potasio intercambiable para el testigo fue de 0.52 Cmolc/kg, 2.8 para el tratamiento con 5 t ha<sup>-1</sup> y 2.5 para el tratamiento con 10 t ha<sup>-1</sup>. La clase textural del suelo no es afectada por la adición de abonos. Estos resultados pueden ser atribuidos a la capacidad tamponadora o amortiguadora de la materia orgánica humificada sobre el pH del suelo. El potasio intercambiable, es uno de los nutrientes esenciales que se relaciona con la calidad del cultivo (Chilón, 1997).

El nitrógeno total, en los distintos tratamientos presentó contenidos ascendentes para los tratamientos, el testigo presentó 0.069%, el estiércol tratado de llama con 5 t ha<sup>-1</sup> registró 0.082 % que son considerados bajos, sin embargo el tratamiento con estiércol mejorado de llama en la dosis de 10 t ha<sup>-1</sup>, presentó 0.10 %, parámetros considerado como alto contenido de nitrógeno (Chilón, 1997).

### **Cuadro 3. Análisis de varianza para altura de planta por efecto del abonamiento con estiércol tratado de llama.**

Fuentes de variación	GL	SC	CM	FC	Pr>F	Significancia
Bloque	3	104.53	34.8426	0.52	0.6737	NS
Tratamiento	2	1376.293	229.3823	3.43	0.0196	*
Error	6	1205.07832	66.9587			
CV	9.47					

El análisis de varianza para la altura de planta (cuadro 3) muestra que existen diferencias significativas en la altura de planta para los niveles de estiércol tratado, lo que refleja el efecto diferenciado de la aplicación de estiércol sobre la altura de plantas. Las diferencias entre bloques no son significativas, deduciéndose que el suelo y otros factores ambientales fueron más o menos

similares. El análisis de varianza reporta un coeficiente de variación del 9.47 % lo que demuestra la confiabilidad de los datos.

**Cuadro 4. Prueba de Duncan (5%) para la altura de planta con niveles de abonamiento**

Dosis de abono	Altura de planta (cm)
T2 (10 t ha <sup>-1</sup> )	<b>86.540 A</b>
T1 (5 t ha <sup>-1</sup> )	<b>83.583 B</b>
T0 (0 t ha <sup>-1</sup> )	<b>76.980 C</b>

La prueba de Duncan para la altura de planta (cuadro 4), refleja la formación de tres grupos que corresponden a cada uno de los tratamientos, siendo la mayor altura promedio para el tratamiento con 10 t ha<sup>-1</sup> (86.5 cm), le sigue la altura alcanzada con el tratamiento de 5 t ha<sup>-1</sup> (83.5 cm) y finalmente el testigo con 76.9 cm. Estas diferencias en altura de planta se atribuyen a los efectos positivos de la aplicación de las distintas dosis de abono, que mejoró las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, provocando un incremento en altura de planta. Algunos autores sostienen que los abonos influyen positivamente, incrementando la productividad del cultivo (Camacho, 2006 y Chilón, 2011). Por otra parte, estas diferencias podrían atribuirse también a la asimilación de nutrientes de nitrógeno en mayor proporción (Chilón, 1997).

**Cuadro 5. Análisis de varianza para el rendimiento en grano por efecto de los niveles de abono en el suelo.**

Fuentes de variación	GL	SC	CM	FC	Pr>F	Significancia
Bloque	3	2781446.4286	927148.8095	4.11	0.0219	*
Tratamiento	2	4323948.2143	720658.0357	3.20	0.0257	*
Error	6	4056316.0714	225350.8929			
CV	16.0					

El análisis de varianza para el rendimiento en grano (cuadro 5), muestra diferencias estadísticas significativas para los bloques, lo que significa que el rendimiento fue influenciado por la heterogeneidad del suelo y que fue detectada por el análisis de varianza. Las diferencias entre tratamientos fueron significativas para el rendimiento en grano, mostrando que al menos uno de los tratamientos es diferente a los otros. El coeficiente de variación es del 16.00 % lo que demuestra la confiabilidad de los datos.

**Cuadro 6. Prueba de Duncan (5%), para el rendimiento en grano**

Tipos de abono	Altura de planta
1 T2 (10 t ha <sup>-1</sup> )	3592.5 A
2 T1 (5 t ha <sup>-1</sup> )	3447.5 A
3 T0 (Testigo)	2617.5 B

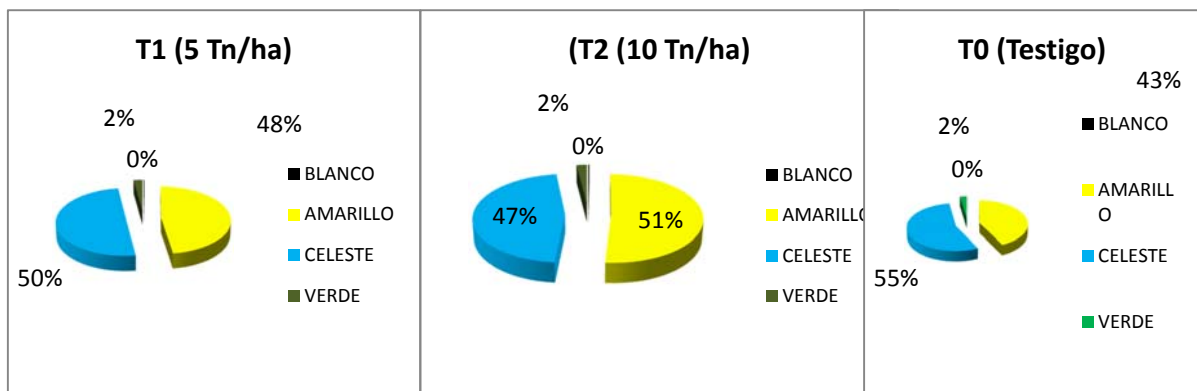
La prueba de Duncan para el rendimiento en grano, refleja la formación de dos grupos; uno formado por el rendimiento correspondiente a las dos dosis de abono y el otro formado por el testigo. Esto muestra claramente el efecto favorable de la incorporación de abono tratado sobre el rendimiento de grano donde la aplicación de estiércol mejorado de llama ( $5 \text{ t ha}^{-1}$  y  $10 \text{ t ha}^{-1}$ ), reporta rendimientos entre  $3592.5$  y  $3447.5 \text{ kg ha}^{-1}$  respectivamente, mientras que el testigo registró  $2617.5 \text{ kg ha}^{-1}$ .

**Cuadro 7. Análisis de varianza para el peso de 100 semillas**

Fuentes de variación	GL	SC	CM	FC	Pr>F	Significancia
Bloque	3	0.0008598	0.0002867	0.59	0.6285	NS
Tratamiento	6	0.0044500	0.0007417	1.53	0.2245	NS
Error	18	0.008721	0.0004845			
CV	3.6159					

El análisis de varianza para la variable peso de 100 semillas no presenta diferencias estadísticas significativas para los tratamientos con abono tratado de llama, lo que quiere decir que sus efectos del tratamiento no incluyen significativamente o no fueron detectadas.

El análisis de varianza para el peso de 100 semillas, proporciona un coeficiente de variación del  $3.6159 \%$  lo que demuestra la confiabilidad de los datos.



Tamiz blanco 2.5 mm ,Tamiz amarillo 2 mm, Tamiz celeste 1.5 mm y Tamiz verde < 1.5 mm

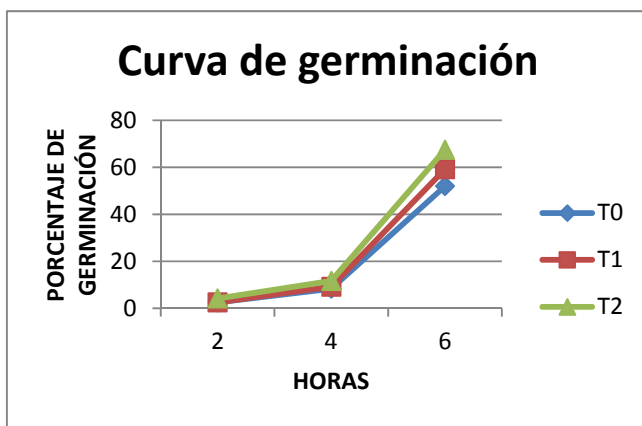
**Figura 1. Porcentajes de tamaño de grano clasificado por tamizado (2.5, 2.0 y 1.5 mm)**

En la figura 1 se aprecia que la aplicación de estiércol tratado tiene influencia sobre el tamaño de grano. Esto fue posible detectar mediante la técnica del tamizado de 200 g de muestra de grano. Para la dosis de  $5 \text{ t ha}^{-1}$  se alcanzó 48% de grano entre los diámetros de 2.4 y 2 mm que corresponde a la categoría de grano grande (TA). El 50% de la muestra presentó el tamaño entre 1.9 y 1.5 mm correspondiendo a la categoría mediana (TC). El 2% del grano fue registrado para el tamaño de grano menor a 1.4 mm, categorizándose como grano pequeño y algunas impurezas

(TV). Cabe hacer notar que no se ha encontrado granos de tamaño superior a 2.4 mm o categoría extra.

Los porcentajes de tamaño de grano obtenido con la dosis de 10 t ha<sup>-1</sup> de estiércol tratado de llama registró 51 % de grano entre los diámetros de 2.4 y 2 mm correspondiente a la categoría de grano grande (TA). El 47% de la muestra se encontraba en la categoría de grano mediano con tamaño entre 1.9 y 1.5 mm (TC). El 2% del grano se encuentra con tamaño menor a 1.4 mm (TV) categorizándolo como grano pequeño y con impurezas.

El tratamiento testigo ha reportado 43% de la muestra con tamaño de grano entre 2.4 y 2 mm (TA) cuya categoría corresponde a grano grande. El 55% de grano corresponde a la categoría de mediano (TC) con diámetros entre 1.9 y 1.5 mm. Finalmente, el 2% de grano de diámetro menor a 1.4 mm categorizándolo como grano pequeño y con impurezas.



La curva de germinación (grano grande), muestra que a 6 horas donde el tratamiento con estiércol mejorado de llama de 10 t ha<sup>-1</sup> alcanzó el 67% de germinación, el tratamiento con 5 t ha<sup>-1</sup> alcanzó 59% y el testigo alcanzó 52 % de germinación. Cabe mencionar que al cabo de 24 horas la semilla de todos los tratamientos alcanzó el 100 % de germinación. Lo anterior podría interpretarse sobre la base de que el estiércol tratado proporciona mayor vigor relativo a la semilla para germinar en menor tiempo.

### Conclusiones.

Bajo las condiciones del altiplano (Quipaquipani, Viacha), es posible tratar el estiércol de llama con la inoculación de activadores de descomposición, obteniéndose estiércol descompuesto en un periodo de 45 días.

La aplicación del estiércol tratado de llama al cultivo de quinua tiene efectos favorables que se expresan en mayor altura de planta y mayor rendimiento en grano, mostrando diferencias estadísticas entre los tratamientos, obteniéndose 3592.5 y 3447.5 kg ha<sup>-1</sup> con dosis de estiércol tratado y 2617.5 kg ha<sup>-1</sup> con el testigo que no ha tenido estiércol.

La altura de planta alcanzado con aplicación de estiércol tratado fue entre 86.540 cm para la dosis de 10 t ha<sup>-1</sup>, 83.583 cm para la dosis de 5 t ha<sup>-1</sup> y 76.980cm del testigo sin aplicación.

La aplicación de estiércol tratado tiene influencia sobre el tamaño de grano, encontrándose 48% de grano grande para la dosis de 5 t ha<sup>-1</sup>, 51% de grano grande para la dosis de 10 t ha<sup>-1</sup> de estiércol y el 47% de la muestra de categoría grande.

El porcentaje de germinación en las primeras 6 horas de prueba, ha mostrado el efecto favorable para los tratamientos con estiércol, aunque las diferencias no fueron evidentes a las 24 horas de prueba.



## Literatura citada

- Camacho, N. 2006. Manual de buenas prácticas de manejo de cuencas hidrográficas. s.n.t. pp 45-55.
- Chilón, E. 1997. Fertilidad de suelos y nutrición de plantas. Prácticas de campo, invernadero y laboratorio /. Editor: CIDAT. 250 p.
- Chilón, E. 1996. Manual de edafología: prácticas de campo y laboratorio. La Paz, Bolivia, Ed. CIDAT. 290 p.
- Chilón, E. 2009. Tecnologías ancestrales y reducción de riesgos del cambio climático: Terrazas precolombinas Taqanas Quillas y Wachus. 1ra ed. La Paz, Bolivia, Ed. Arte Imagen. 323 p.
- Chilón, E. 2011. Compostaje alto andino, seguridad alimentaria y cambio climático (En línea). *CienciAgro* 2(2):261-268.
- Padrón, E. 1996. Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y ganadería. México, Ed. Trillas. 215p.
- Proinpa, 2002. *Variedad de quinua Jacha grano*, <http://www.proinpa.org/tic/index.php/home/quinua/variedades-de-quinua/91-variedad-de-quinua-jacha-grano>.(Consultado, 7 de abril 2013).
- Valiño, R. 2000. Alternativa para el mejoramiento de los suelos pardos con carbonatos, con el uso de minerales naturales y abonos orgánicos. s.l. Ed. UCLV. s.p.
- Sánchez, J. 1995. No más desiertos verdes!: Una experiencia en agricultura orgánica. 1ra ed. San José, Costa Rica, Ed. CODÉESE. 195 p.