



Evaluación del comportamiento de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) con aplicación localizada con diferentes niveles de estiércol semi-descompuesto

Evaluation of the behavior of the quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) with localized application with different levels of semi-decomposition stretcher

Ana Cinthia Monica Medrano Poma y Alejandro Bonifacio Flores.

RESUMEN:

El objetivo fue evaluar el comportamiento del cultivo de la quinua frente a diferentes dosis de estiércol semi-descompuesto. Las variables fueron altura de planta, diámetro y longitud de panoja, profundidad y amplitud de raíz, severidad del mildiu, índice de cosecha, rendimiento de grano, tamaño de grano y porcentaje de germinación. La investigación fue establecida bajo el diseño bloques completamente al azar con cuatro repeticiones y se utilizó la prueba de medias Tukey. Se evaluó T1 (testigo), T2, T3, T4 Y T5 con 2, 4, 6 y 8 t/ha de estiércol semi-descompuesto. Los resultados mostraron diferencias para las variables. El T4 presentó el mayor tamaño de altura con 105.67 cm, diámetro de panoja de 4.39 cm y longitud de panoja de 24.31 cm. Para la profundidad de raíz los tratamientos T5, T4, T3 y T2 tuvieron una buena profundidad de 26.75 a 27.98 cm y a la vez obtuvieron una amplitud de raíz de 28.98 a 29.94 cm. La severidad del mildiu afectó más al T1 (testigo) con un valor de 33.47 % fue el más susceptible. El mayor índice de cosecha obtuvo el T4 de 0.54 que se le incorporó 6 t/ha. Para el rendimiento de grano el T4 obtuvo 3744.15 kg/ha seguidamente se encuentran los tratamientos T3, T2 Y T5 con valores de 2946.78, 2870.33 y 2578.3 kg/ha. En calidad de grano, los tratamientos mostraron predominancia en grano de categoría grande con 25.73, 24.80 y 24.43 % en peso en los tratamientos T4, T3 y T2. Donde se incorporó el estiércol semi-descompuesto los tratamientos T2, T3, T4 y T5 el porcentaje de germinación de grano grande son similares. El T4 con 6 t/ha de estiércol semi-descompuesto obtuvo el mayor beneficio/costo de 4.24 Bs. El estiércol semi-descompuesto favoreció a las expresiones de las variables agronómicas.

PALABRAS CLAVE:

Calidad de grano, estiércol semi-descompuesto y rendimiento.

ABSTRACT:

The objective was to evaluate the behaviour of the cultivation of the quinoa with different doses of semi-descompuesto manure. The variables were plant height, diameter and length of panicle depth, and breadth of root, severity of downy mildew, harvest index, grain yield, grain size and percentage of germination. The research was established under the design completely randomized with four replicates blocks, and used the Tukey mean test. Assessed (witness) T1, T2, T3, T4 and T5 with 2, 4, 6 and 8 t/ha manure semi-descompuesto. The results showed differences for the variables. The T4 showed the greater size of height with 105.67 cm, diameter of panicle of 4.39 cm and 24.31 panicle length cm. For root depth T5, T4, T3 and T2, treatments had a good depth of 26.75 to 27.98 cm and these obtained an amplitude of 28.98 to 29.94 cm root. These severity of the downy mildew affection most to T1 (witness), with a value of 33.47% was the most susceptible. The highest rate of harvest obtained the T4 of 0.54 who joined 6 t/ha. The T4 got 3744.15 to grain yield kg/ha then the treatments T3, T2 and T5 are values of 2946.78, 2870.33 and 2578.3 kg/ha. In grain quality, the treatments showed predominance in grain of big category with 25.73, 24.80, and 24.43% by weight in the T4, T3 and T2 treatments. Where, joined semi-descompuesto manure treatments T2, T3, T4 and T5 large grain germination percentage are similar. The T4 with 6 t/ha manure semi-descompuesto obtained the highest benefit/cost of 4.24 Bs. Semi-descompuesto manure favored the expressions of agronomic variables.

KEYWORDS:

Grain quality, semi-decomposed manure and yield.

AUTORES:

Ana Cinthia Monica Medrano Poma: Carrera de Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. e.umsa.aa@gmail.com

Alejandro Bonifacio Flores: Proinpa; Docente, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. bonifloresflores@gmail.com

Recibido: 15/05/2018. **Aprobado:** 31/07/2018.



INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*), es un cultivo andino cuyo grano es uno de los alimentos más completos para la nutrición humana por su alto valor nutricional en proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales. El rendimiento de la quinua es

influenciado por la variedad que se utiliza, época de siembra y por nutrientes presentes en el suelo. También influyen los factores climáticos como ser la helada, sequía, granizo, vientos y otros que no son favorables para el rendimiento de grano de quinua.

La producción de la quinua orgánica depende del insumo fuente de materia orgánica, siendo el estiércol

una de las fuentes más comunes en la producción de quinua. Con relación al uso de estiércol en el cultivo de quinua, se realizaron distintos trabajos de investigación en diferentes localidades; sin embargo, en la aplicación localizada de estiércol semi-descompuesto no se tiene experiencias.

Según la sugerencia técnica, el estiércol debe ser aplicado una vez descompuesto, sin embargo, el compostaje presenta limitaciones en el campo por la disponibilidad de agua y la mano de obra requerida. La aplicación de estiércol semi-descompuesto ofrece una alternativa para los productores, pero no se tiene información sobre la respuesta de la quinua a la aplicación de estiércol semi-descompuesto y mucho menos sobre las dosis de estiércol semi-descompuesto aplicados en forma localizada.

La calidad comercial de la quinua está dada por varios criterios, siendo el tamaño de grano uno de los más importantes. En la categorización del grano de la quinua en plantas procesadoras, se evidenció que el tamaño del grano está reduciéndose en los últimos años, siendo en la mayor parte de las variedades ausente el tamaño extra-grande. Apreciaciones preliminares llevan a deducir sobre la influencia de la baja fertilidad del suelo en la calidad del grano. Por otra parte, el tamaño del grano ejerce influencia sobre la germinación de la semilla. La aplicación de estiércol semi-descompuesto podría contribuir a mejorar el tamaño de grano al tener actividad enzimática y microbiana favorable para el desarrollo de las plantas.

OBJETIVOS

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de la quinua frente a diferentes dosis de estiércol semi-descompuesto.
- Evaluar la severidad del mildiu.
- Evaluar el rendimiento del grano del cultivo de la quinua.
- Determinar las características del cultivo de la quinua la calidad de grano según calibre y la viabilidad de semilla clasificada según calibre.

- Evaluar el costo preliminar del cultivo de quinua.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se realizó en el centro de investigación Kiphakiphani dependiente de la Fundación PROINPA ubicado en el Municipio de Viacha, Provincia Ingavi del departamento de La Paz, está ubicada a 16°40'30" S (latitud Sur) y 68°17'58" W (longitud Oeste), altitud 3.880 metros sobre el nivel del mar.

El material vegetal que se utilizó fue la línea Nino 1 y estiércol semi-descompuesto. Los materiales de campo que se utilizaron fueron sembradora manual, pala, picota, rastrillo, cinta métrica, estacas, azadón cámara fotográfica digital y cuaderno de dato. En laboratorio se utilizó balanza analítica, termómetro, vernier, tamices, caja Petri, papel secante y piseta.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar. Se tuvo cuatro bloques y cinco tratamientos, utilizando cinco niveles de abonamiento con estiércol semi-descompuesto.

T1 = 0 t/ha testigo

T2 = 2 t/ha de estiércol semi-descompuesto

T3 = 4 t/ha de estiércol semi-descompuesto

T4 = 6 t/ha de estiércol semi-descompuesto

T5 = 8 t/ha de estiércol semi-descompuesto

La preparación del terreno consistió con el roturado del suelo empleando tractor agrícola, seguidamente se realizó el rastrado y nivelado. La parcela experimental presentó las siguientes características, área total de la parcela experimental de 180 m², área de cada unidad experimental 9 m², número de unidades experimentales 20 u y distancia entre surcos 0.5 m.

La siembra se realizó el 22 de octubre de 2016, el método de siembra fue en hileras con una sembradora manual con dos salidas, la distancia de siembra entre hileras fue de 0.50 m y el largo de las hileras fue a 3 m. La profundidad de siembra fue de 3 a 5 cm y la cantidad de semilla utilizada fue en la relación de 8 kg/ha.

La elaboración del estiércol semi-descompuesto se realizó después de la siembra el 17 de noviembre de 2016. Primero se preparó los activadores, antes de iniciar el proceso, se pesó 2 kg de quinua y se puso en un bañador se añadió agua tibia hasta cubrir toda la quinua luego se licuó en la licuadora con 3 litros de agua y esta preparación se mezcló con 10 litros de agua donde se obtuvo 13 litros de solución. En segundo lugar la levadura seca de 0.5 kg se diluyó en 4 litros de agua. Por último, el yogurt de 2 litros se diluyó en 8 litros de agua donde se obtuvo 10 litros de solución y en total de todos los activadores preparados se obtuvo 27 litros de solución.

Para el tratamiento del estiércol se preparó una fosa superficial en el suelo con dimensiones de 2 m de largo 1 m de ancho. Se recolectó el estiércol del corral de llamas del centro Kiphakiphani para el armado de pila se pesó 180 kg de estiércol. Posteriormente se procedió a la formación de la pila colocando una capa de 20 cm de estiércol, luego se añadió la solución de yogurt, levadura y la quinua germinada. Los pasos se repitieron hasta formar una pila de 0.9 m.

El proceso del compostaje fue interrumpido cuando la temperatura descendió del pico alto alcanzado. Para el proceso de semi compostaje se necesita de temperaturas adecuadas, para lo cual se utilizó nylon corriente para la protección contra cambios de temperatura y humedad en el ambiente pero por sobre todo de las lluvias y de la acción directa de los rayos del sol, puesto que se quiere minimizar al máximo la pérdida de humedad y calor.

El primer volteó se realizó luego de 4 días, cada volteó se desarrolló de la siguiente manera: la parte superior se introdujo en la parte de abajo así sucesivamente, cada 4 días durante el proceso de semi compostaje se volteó el estiércol para que los microorganismos ataquen mejor y el riego se realizó en cada volteó con 10 litros de agua. El estiércol semi-descompuesto tardó 20 días en descomponerse luego fue determinado su contenido de materia seca para incorporar las dosis previstas en cada tratamiento en tipo aporque.

Para realizar el marbeteado de plantas, se identificaron al azar seis plantas para cada unidad experimental, tomando en cuenta solo de la parcela útil.

Las labores culturales como raleo, purificación, desmalezado, aporque y control fitosanitario se realizó para que el cultivo tenga las condiciones óptimas para su desarrollado.

La cosecha se realizó cuando el cultivo llegó a la madurez fisiológica. El trillado fue en forma manual utilizando lonas sobre la cual se pisoteo las plantas para desprender el grano de la inflorescencia y del perigonio. El limpiado de grano se realizó con la finalidad de separar el grano de la broza y por último se procedió con el embolsado de los granos.

Las variables evaluadas fueron altura de planta fue medida a intervalos de tiempo durante el ciclo vegetativo y reproductivo a las seis plantas marbeteadas de cada unidad experimental se midió con la ayuda de una regla metálica desde la base del suelo hasta el ápice de la planta.

El diámetro de panoja y longitud de panoja se midieron en la fase de panojamiento hasta la fase de madurez fisiológica las mediciones se realizaron con un vernier y una regla metálica en cm. La profundidad y amplitud de la raíz fue evaluada después de la cosecha para tal propósito se ha excavado el suelo donde estaban las plantas marbeteadas para extraer la raíz. Después de extraer la raíz se midió con una regla metálica la profundidad de raíz y amplitud de la raíz.

La severidad del mildiu (*Peronospora variabilis*) fue evaluada cuando apareció la enfermedad en el cultivo de la quinua, presentándose en la fase de grano lechoso. En las hojas aparecieron manchas pequeñas de color amarillento típico de la infección por el mildiu. La evaluación del mildiu fue con la escala porcentual.

Para el índice de cosecha se tomó en cuenta el peso seco de las plantas de la parcela útil y el peso de los granos de la parcela útil de cada tratamiento. El rendimiento en grano se obtuvo por peso de grano

obtenido de la parcela útil de cada unidad experimental en primera instancia se expresó en gramos/parcela, posteriormente transformada a kilogramos/hectárea.

Para la calidad de grano se pesó en una balanza analítica una muestra de 100 g de grano limpio de cada tratamiento, luego la muestra fue introducida a un calibrador de grano integrado por un juego de tamices graduados en el que se separó los granos grandes, granos medianos y granos pequeños. El valor registrado fue llevado a porcentaje de peso de grano.

La viabilidad de semilla se evaluó en diferentes categorías de grano, mediante la prueba de germinación se realizó en laboratorio donde se prepararon las cajas Petri con papel secante, se introdujo 50 semillas por tratamiento con 4 repeticiones que fueron distribuidas en las cajas Petri, luego se procedió a humedecer uniformemente las semillas con una piseta.

Para los costos preliminares de la quinua se realizó siguiendo el método de costos marginales para la estimación de estos costos comparativos, metodología utilizada en la evaluación económica en los campos de agricultura (Perrin *et al.*, 1988), por lo que se tiene el siguiente desglose: Ingreso bruto, ingreso neto y beneficio/costo.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

El análisis de varianza para la variable altura de planta a la madurez (tabla 1), muestra que el efecto entre bloques es no significativo. Sin embargo, las diferencias observadas para los tratamientos, muestran diferencias estadísticas (0.05), lo que quiere decir que los tratamientos, han tenido efecto significativo sobre la altura de planta. El coeficiente de variación es 4,17 % lo cual quiere decir que hubo un buen manejo de unidad experimental.

Tabla 1. Análisis de la varianza para altura de planta a la madurez.

F.V.	SC	GL	CM	F	P Significación
BLOQUES	59.66	3	19.89	1.12	0.3780 NS
TRATAMIENTO	536.73	4	134.18	7.59	0.0027 *
ERROR	212.25	12	17.69		
TOTAL	808.64	19			
CV = 4.17 %					

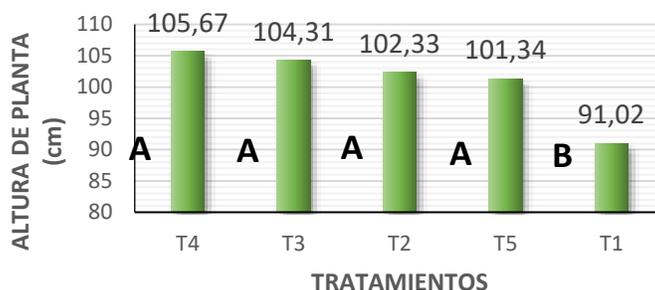


Figura 1. Prueba de Tukey al 5% para altura de planta a la madurez.

Los resultados de la prueba de Tukey al 5% de probabilidad (figura 1), nos muestra dos grupos de medias similares. En el primer grupo están los

tratamientos T4, T3, T2 y T5 cuyas alturas de planta se encuentran entre 105.67 y 101.34 cm. El otro grupo está integrado únicamente por el T1 que es el testigo

Evaluación del comportamiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) con aplicación localizada con diferentes niveles de estiércol semi-descompuesto.

donde la altura de planta alcanzada fue de 91.02 cm siendo significativamente menor al de los demás tratamientos.

Lo anterior nos muestra que cuando se incorpora el

estiércol semi-descompuesto al suelo tienen mayor altura ya que las distintas dosis de abono mejoraron las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, favoreciendo un incremento de altura de la planta.

Tabla 2. Análisis de la varianza de diámetro de panoja a la madurez.

F.V.	SC	GL	CM	F	P Significación
BLOQUES	0.08	3	0.03	2.01	0.1657 NS
TRATAMIENTO	1.77	4	0.44	33.68	0.0001 **
ERROR	0.16	12	0.01		
TOTAL	2.00	19			
CV = 2.81 %					

El análisis estadístico para el diámetro de panoja (tabla 2), determina que no hay diferencia entre bloques lo cual nos indica que el suelo es homogéneo, por otra parte se observa que entre tratamientos las

diferencias observadas son altamente significativas. El coeficiente de variación es de 2.81 %, lo cual refleja el grado de precisión del manejo del experimento.

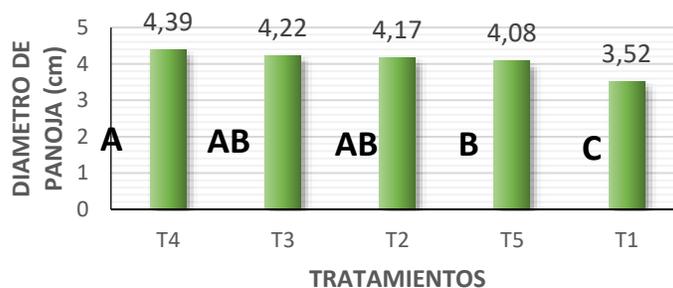


Figura 2. Prueba de Tukey al 5% para diámetro de panoja.

Los resultados de la prueba de Tukey al 5% de probabilidad estadística se muestran en la (figura 2), donde en el primer grupo está el tratamiento T4 (6 t/ha de estiércol semi-descompuesto) sobresale con el valor más alto en el diámetro de panoja (4.39 cm) que además comparte medias similares con los

tratamientos T3 y T2 (4 t/ha y 2 t/ha de estiércol) y tienen valores de 4.22 y 4.17 cm. En el segundo grupo de medias similares se encuentran los tratamientos T3, T2 y T5. Finalmente tenemos al T1 que representa al testigo que es el tratamiento con menor diámetro de panoja con 3.52 cm.

Tabla 3. Análisis de la varianza longitud de panoja.

F.V.	SC	GL	CM	F	P Significación
BLOQUES	2.20	3	0.73	0.71	0.5620 NS
TRATAMIENTO	63.82	4	15.96	15.53	0.0001 **
ERROR	12.33	12	1.03		
TOTAL	78.35	19			
CV = 4.58 %					

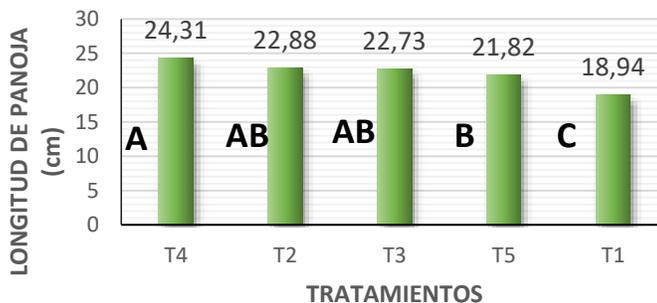


Figura 3. Prueba de Tukey al 5% para longitud de panoja.

El análisis de varianza (tabla 3) señala que no existen diferencias significativas entre bloques, pero que si existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos sobre la longitud de panoja. También se puede observar que el coeficiente de variación es de 4.58 % el cual nos indica que hubo un buen manejo de unidades experimentales.

La prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para la variable longitud de panoja se muestra en la figura 3,

donde se observa el T4, T2 y T3 conforman un grupo de medias similares con longitudes de panoja con 24.31, 22.88 y 22.73 cm respectivamente, aunque los tratamientos T2 y T3 comparten medias similares con el T5 que alcanzó una longitud de panoja de 21.82 cm. El T1 (testigo) tuvo menor longitud de panoja alcanzando 18.94 cm. Lo que podría interpretarse que a mayor dosis que se incorporó generó la competencia por capturar agua, oxígeno y CO₂ lo que podría traducirse en menor crecimiento de la panoja.

Tabla 4. Análisis de la varianza profundidad de raíz.

F.V.	SC	GL	CM	F	P Significación
BLOQUES	0.02	3	0.01	0.13	0.9398 NS
TRATAMIENTO	79.89	4	19.97	321.40	<0.0001 **
ERROR	0.75	12	0.06		
TOTAL	80.66	19			
CV = 0.95 %					

El análisis de varianza (tabla 4) presenta que no existen diferencias significativas entre los bloques, en cambio en los tratamientos es altamente significativa.

El coeficiente de variación es de 0.95 % este valor nos dice que hubo un buen manejo de las unidades experimentales.



Figura 4. Prueba de Tukey al 5% para profundidad de raíz.

Los resultados de la prueba de Tukey al 5% de probabilidad (figura 4), nos muestra que en primer lugar está el tratamiento T4 que obtuvo la mayor profundidad de raíz con 27.98 cm, en segundo lugar

está el T3 con un valor de 27.36 cm, luego está el T2 con un valor de 27.07 cm, en penúltimo lugar está el T5 con 26.75 cm y por último se encuentra en testigo que es el T1 con 22.40 cm de profundidad de raíz.

Tabla 5. Análisis de la varianza para la amplitud de raíz.

F.V.	SC	GL	CM	F	P Significación
BLOQUES	0.57	3	0.19	1.09	0.3909 NS
TRATAMIENTO	168.88	4	42.22	242.98	0.0001 **
ERROR	2.09	12	0.17		
TOTAL	171.53	19			
CV= 1.49 %					

El análisis de varianza para la variable amplitud de raíz (tabla 5), nos muestra que el efecto entre bloques es no significativo. Entre los tratamientos los resultados estadísticos señalan que hay diferencias

altamente significativas para la amplitud de raíz. El coeficiente de variación es 1.49 % lo cual quiere decir que hubo un buen manejo de unidad experimental.

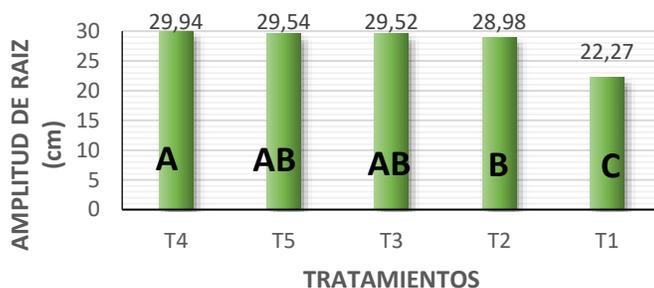


Figura 5. Prueba de Tukey al 5% para amplitud de raíz.

Los resultados de la prueba de Tukey al 5% de probabilidad que se muestra en la figura 5, permite observar que donde se aplicó el estiércol semi-descompuesto que fueron los tratamientos T2, T3, T4 y T5 con una dosis de 2, 4, 6 y 8 t/ha obtuvieron mayor amplitud de raíz, pudiendo deducirse que los microorganismos del estiércol ayudaron al

crecimiento y desarrollo de las raíces hasta alcanzar entre 28.98 y 29.94 cm. En cambio el tratamiento T1 donde no se aplicó el estiércol semi-descompuesto tuvo el menor valor de raíz, siendo 22.27 cm. La longitud de las raíces es variable, de 0.8 a 1.5 m su desarrollo y crecimiento está determinado por, tipo de suelos, nutrición y humedad entre otros factores (Gómez y Aguilar 2016).

Tabla 6. Análisis de la varianza severidad de mildiu.

F.V.	SC	GL	CM	F	P Significación
BLOQUES	0.70	3	0.23	0.95	0.4478 NS
TRATAMIENTO	5.42	4	1.35	5.49	0.0095 **
ERROR	2.96	12	0.25		
TOTAL	9.08	19			
CV = 1.52 %					

Según los resultados de análisis de varianza (Tabla

6), se observa que entre bloques las diferencias

observadas no son significativos en cambio entre tratamientos es altamente significativo. Esto se debe a que la enfermedad de mildiu afecto al cultivo de la quinua en forma diferenciada cuando se aplicaron los

tratamientos. El coeficiente de variación es de 1.52 % el cual nos refleja la confiabilidad de los datos registrados que se obtuvieron.

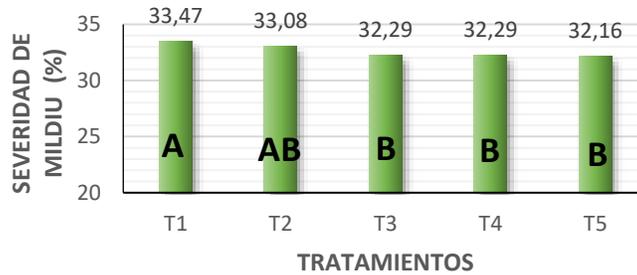


Figura 6. Prueba de Tukey al 5% para severidad de mildiu.

En los resultados de la prueba de medias Tukey al 5 % de la probabilidad estadística (figura 6), podemos observar que en el primer grupo esta es tratamiento T1 (testigo) con un valor de 33.47 % de severidad que es el valor más alto siendo el más susceptible ya que a este tratamiento no se aplicó estiércol semi-descompuesto, aunque el T2 presenta media similar al testigo. En el segundo grupo tenemos a los tratamientos T3, T4 y T5 con valores de 32.29 %, 32.29 % y 32.16 % aunque el T2 con 33.08 % de severidad comparte medias con este grupo.

De lo anterior se consta que los tratamientos con estiércol fueron los menos afectados por la enfermedad del mildiu (*Peronospora variabilis*), deduciéndose que el estiércol semi-descompuesto ha contribuido al vigor de la planta haciéndolos más resistentes a la enfermedad. La reacción de la planta ante el ataque de *Peronospora variabilis*, es influenciada por el genotipo de la planta, por el genotipo del patógeno y por las condiciones del medio ambiente. (Danielsen y Ames, 2002).

Tabla 7. Análisis de la varianza de índice de cosecha.

F.V.	SC	GL	CM	F	P Significación
BLOQUES	0.01	3	1.8E-03	1.75	0.2110 NS
TRATAMIENTO	0.03	4	0.01	6.13	0.0063 *
ERROR	0.01	12	1.0E-03		
TOTAL	0.04	19			
CV = 6.49 %					

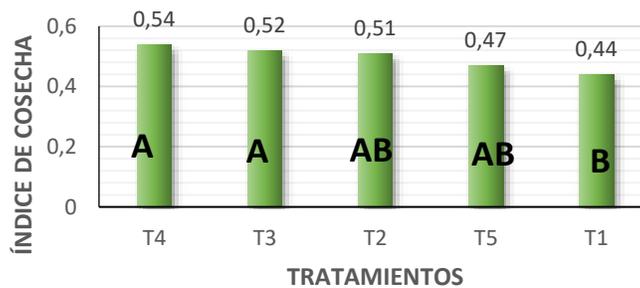


Figura 7. Prueba de Tukey al 5 % para índice de cosecha.

El análisis de varianza para índice de cosecha se presenta en la tabla 7, donde se puede constatar la ausencia de significación estadística para bloques y presenta de alta significación estadística para las fuentes de variación correspondiente a los niveles de estiércol. Según el coeficiente de variación nos indica que hubo un buen manejo ya que es de 6.49 %.

Los resultados de la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad (figura 7), nos muestra claramente que en los tratamientos que se aplicaron el estiércol semi-descompuesto tienen mayor valor de índice de cosecha. El mayor valor de índice de cosecha que

obtuvieron los tratamientos T4 y T3 con valores de 0.54 y 0.52 que se aplicó el estiércol semi-descompuesto de 6 t/ha y 4 t/ha. Luego están los tratamientos T2 y T5 con 0.51 y 0.47 de índice de cosecha y también comparten medias similares con T4 y T3. El tratamiento T1 que es testigo tiene un valor menor de índice de cosecha de 0.44.

Espíndola (1981), indica que los factores como las heladas y mildiu afectan el índice de cosecha cuyo efecto es la baja producción, cuanto mayor el valor del índice de cosecha mayor la eficiencia de la planta al reportar mayor cantidad de producto por planta.

Tabla 8. Análisis de la varianza rendimiento de parcela útil.

F.V.	SC	GL	CM	F	P Significación
BLOQUES	365872.88	3	121957.63	2.85	0.0817 NS
TRATAMIENTO	7601067.39	4	1900266.85	44.47	<0.0001 **
ERROR	512722.64	12	42726.89		
TOTAL	8479662.92	19			
CV = 4.9 %					

El análisis estadístico (tabla 8), muestra que es altamente significativo diferencias en el rendimiento observadas entre tratamientos, pero entre bloques no hay significancia lo cual nos indica que la pendiente

que tuvo el terreno no afecto al cultivo de la quinua. El coeficiente de variación es de 4.9% hubo un buen manejo de unidades experimentales.

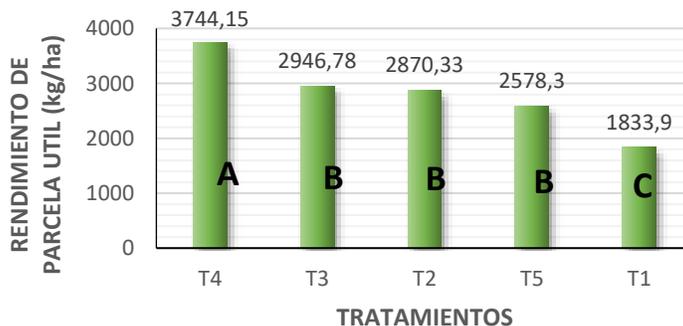


Figura 8. Prueba de Tukey al 5 % para rendimiento de parcela útil.

Los resultados de la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad en la figura 8, se observa que hay tres grupos de medias similares reflejando la influencia del nivel de abonamiento aplicada en el cultivo. En el primer grupo con mayor rendimiento es el T4 con 3744.15 kg/ha donde se aplicó 6 t/ha de estiércol semi-descompuesto. En el segundo grupo están los tratamientos T3, T2 y T5 con 2946.78, 2870.33 y

2578.3 kg/ha que tuvieron una dosis de 4, 2 y 8 t/ha que son similares entre los tres tratamientos. En el tercer grupo se encuentra en T1 (testigo) con 1833.9 kg/ha que obtuvo el menor rendimiento de grano.

Catari (2002), expresa que el estiércol de camélido por su dureza no debe ser usado, sino después de tenerlo en preparación durante un período de 3 a 4

meses. En el presente estudio se ha aplicado estiércol semi-descompuesto, puesto que el tiempo largo de

procedimiento no es apreciado por los agricultores.

Tabla 9. Análisis de la varianza para tamaño de grano grande.

F.V.	SC	GL	CM	F	P Significación
BLOQUES	2.45	3	0.82	1.27	0.3292 NS
TRATAMIENTO	460.37	4	115.09	178.83	<0.0001 **
ERROR	7.72	12	0.64		
TOTAL	470.55	19			
CV = 3.73 %					

La tabla 9, muestra el análisis de varianza para tamaño de grano grande que se encuentra entre 2.0 a 1.70 mm, el cual indica que entre bloques no hay diferencias significativas, en cambio en los

tratamientos es altamente significativo. El coeficiente de variación es de 3.73 % lo cual nos dice que los datos son confiables que hubo un buen manejo de las unidades experimentales ya que el valor es menor a 30 %.

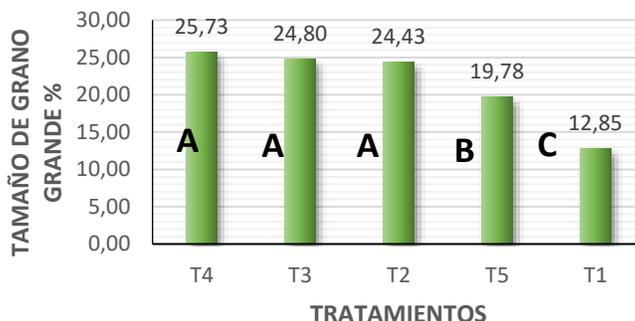


Figura 9. Prueba de Tukey al 5% para tamaño de grano grande.

En la figura 9, nos muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% de probabilidad para categoría de grano según calibre del tamaño de grano grande. Podemos observar que hay tres grupos. En el primer grupo se encuentran los tratamientos T4, T3, y T2 con 25.73, 24.80 y 24.43 % de grano grande expresado en peso, entre estos tratamientos las medias son similares.

En el segundo grupo está el T5 con 19.78 % de grano grande. En el tercer grupo se encuentra el T1 que es el testigo por tanto tiene menor porcentaje de grano grande de 12.85 %.

El Instituto de Normalización de la Calidad señala las calificaciones según el tamaño del grano, siendo que los granos que tienen el diámetro mayor a 2 mm son de categoría extra grande, los de 1,7 a 2 mm de diámetro corresponde a la categoría de grano grande, los granos de diámetro entre 1,4 a 1,7 mm son los de clase mediano y los pequeños menor a 1,4 mm (IBNORCA, 2007).

La tabla 10, presenta el análisis de varianza para tamaño de grano mediano donde se observa que entre bloques no hay diferencia es no significativa en cambio entre tratamientos es altamente significativa. El coeficiente de variación es de 1.24% nos indica que los datos son confiables que hubo un buen manejo de

las unidades experimentales.

Tabla 10. Análisis de la varianza de tamaño de grano mediano.

F.V.	SC	GL	CM	F	P Significación
BLOQUES	7.19	3	2.40	2.88	0.0800 NS
TRATAMIENTO	356.80	4	89.20	107.26	< 0.0001 **
ERROR	9.98	12	0.83		
TOTAL	373.96	19			
CV = 1.24 %					

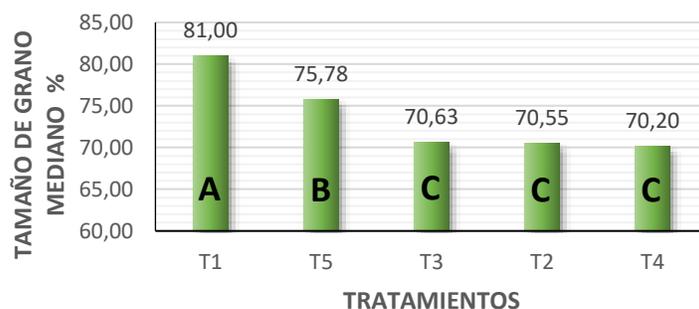


Figura 10. Prueba de Tukey al 5% para tamaño de grano mediano.

La comparación de medias Tukey al 5% de probabilidad estadística nos muestra en la figura 10, que hay tres grupos. En primer lugar se encuentra el T1 (testigo) con 81 % de grano mediano es el mayor valor de todos los tratamientos. Seguidamente se encuentra el T5 con 75.78 % de grano mediano. Finalmente tenemos a los tratamientos T3, T2 y T4 con 70.63, 70.55 y 70.20 % siendo los tres

tratamientos de medias similares y tienen menor cantidad de grano mediano.

A partir del momento en que las plantas empiezan a competir, por agua y nutrientes existe una reducción del tamaño de las estructuras reproductivas, número de granos y calidad de la semilla (Satorre *et al.*, 2004).

Tabla 11. Análisis de la varianza para viabilidad de semilla de tamaño grande a las 16 horas de prueba.

F.V.	SC	GL	CM	F	P Significación
BLOQUES	26.20	3	8.73	1.91	0.1814 NS
TRATAMIENTO	302.00	4	75.50	16.53	0.0001 **
ERROR	54.80	12	4.57		
TOTAL	383.00	19			
CV = 3.78 %					

El análisis de varianza para la germinación de grano grande para evaluar la calidad de grano (tabla 11), nos muestra que entre bloques no hay diferencia significativa pero entre tratamientos podemos observar que es altamente significativa para la germinación de grano grande y se tiene un coeficiente de variación de 3.78 %.

La prueba de comparación de medias de Tukey al 5 % de probabilidad estadística para el porcentaje de germinación de grano grande de diferentes tratamientos se muestra en la figura 11, en el cual los tratamientos T3, T4 y T5 tuvieron el mayor porcentaje de germinación en 16 horas que es de 59.0 a 59.5 %, luego estuvo el tratamiento T2 con 55 % y

el T1 (testigo) germinó un 49.5 %. De los resultados encontrados, podemos deducir que las semillas provenientes de plantas que recibieron dosis de

estiércol, permiten obtener semillas con mayor energía germinativa.

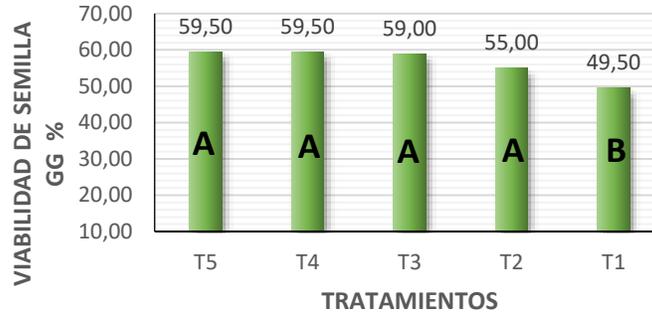


Figura 11. Prueba de Tukey al 5% para viabilidad de semilla de tamaño grande a las 16 horas de prueba.

Cabe hacer notar que a las 24 horas todos los tratamientos germinaron en un 100% lo que muestra la alta viabilidad de la semilla de quinua.

En análisis de varianza para el porcentaje de germinación de grano mediano a las 16 horas (tabla 12) se observa que existen diferencias significativas entre los tratamientos y en los bloques no hay diferencias significativas. El coeficiente de variación es de 4.01 %.

La clasificación en tamaño de grano tiene influencia en el porcentaje de germinación, cuanto más rápido sea la germinación hay mayor probabilidad de establecerse la plántula.

Tabla 12. Análisis de la varianza para viabilidad de semilla de tamaño mediano a las 16 horas de prueba.

F.V.	SC	GL	CM	F	P Significación
BLOQUES	40.60	3	13.53	2.60	0.1002 NS
TRATAMIENTO	76.80	4	19.20	3.69	0.0350 *
ERROR	62.40	12	5.20		
TOTAL	179.80	19			
CV = 4.01 %					

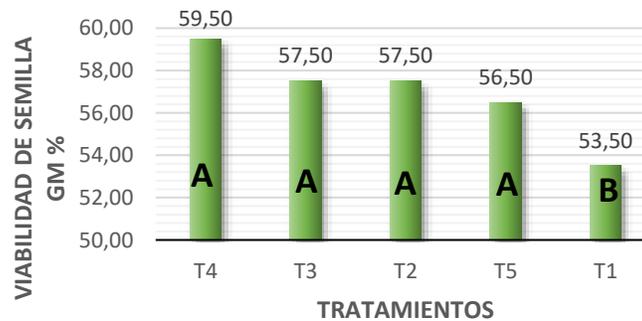


Figura 12. Prueba de Tukey al 5% para viabilidad de semilla de tamaño mediano a las 16 horas de prueba.

En la figura 12, nos muestra la comparación de medias a través de la prueba de Tukey al 5% de

probabilidad del porcentaje de germinación de las semillas de grano mediano, de diferentes tratamientos, el mayor porcentaje relativo de germinación tuvo el tratamiento T4 de 59.5 %, luego estaban los tratamientos T2, T3 y T5 que obtuvieron de 56.5 a 57.5 % de germinación y el tratamiento T1 tuvo el menor porcentaje de germinación de 53.5 %. A las 24 horas todos los tratamientos germinaron en

un 100%.

Siendo la viabilidad una característica que expresa la capacidad potencial de germinación de las semillas, que se reduce con el tiempo aunque haya sido almacenado en condiciones óptimas (Jaramillo y Baena, 2000).

Tabla 13. Ingreso Bruto para 1 hectárea del cultivo de quinua.

Indicadores económicos	T1 (0 tn/ha)	T2 (2 tn/ha)	T3 (4 tn/ha)	T4 (6 tn/ha)	T5 (8 tn/ha)
Rendimiento kg/ha	1.833,90	2.870,33	2.946,78	3.744,15	2.578,30
Rendimiento ajustado kg/ha	1.650,51	2.583,30	2.652,10	3.369,74	2.320,47
Rendimiento @/ha	145,56	227,82	233,89	297,18	204,65
Precio por arroba (@)	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00
Costos que varían	3.543,00	4.115,00	4.687,00	5.259,00	5.831,00
Ingreso Bruto (Bs/ha)	10.917,03	17.086,80	17.541,90	22.288,57	15.348,38

Fuente: Elaboración propia (2018).

En la tabla 13 muestra el análisis realizado para todos los tratamientos en función a los rendimientos obtenidos de la producción de quinua y su precio en el mercado para cada uno; se tiene mayor beneficio bruto en el tratamiento T4 que es de 22.288,57 Bs/ha que es el ingreso que se generó directamente de la

venta de quinua. Para los tratamientos T2, T3 y T5 el beneficio bruto está entre 15.384,38 a 17.541,90 Bs/ha y el menor ingreso bruto obtuvo el tratamiento T1 que es 10.917,03 Bs/ha que está influenciando el precio del mercado y así también los rendimientos obtenidos.

Tabla 14. Ingreso neto para 1 hectárea del cultivo de quinua.

Indicadores económicos	T1 (0 tn/ha)	T2 (2 tn/ha)	T3 (4 tn/ha)	T4 (6 tn/ha)	T5 (8 tn/ha)
Rendimiento kg/ha	1.833,90	2.870,33	2.946,78	3.744,15	2.578,30
Rendimiento ajustado kg/ha	1.650,51	2.583,30	2.652,10	3.369,74	2.320,47
Rendimiento @/ha	145,56	227,82	233,89	297,18	204,65
Precio por arroba (@)	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00
Costos que varían	3.543,00	4.115,00	4.687,00	5.259,00	5.831,00
Ingreso Bruto (Bs/ha)	10.917,03	17.086,80	17.541,90	22.288,57	15.348,38
Ingreso Neto (Bs/ha)	7.374,03	12.971,80	12.854,90	17.029,57	9.517,38

Fuente: Elaboración propia (2018).

La estimación del ingreso neto se ven en el cuadro 14, en el cual se observa que el tratamiento T4 obtuvo un mayor ingreso neto de 17.029,57 Bs/ha donde se le

aplicó el estiércol semi-descompuesto de 6 tn/ha lo cual incremento en los costos de producción. Los tratamientos T2, T3 y T5 obtuvieron un ingreso neto

de 12.971,80 Bs/ha, 12.854,90 y 9.517,38 Bs/ha. El tratamiento T1 obtuvo un menor ingreso neto de

7.345,03 Bs/ha ya que es debido a que no se le aplicó el estiércol semi-descompuesto.

Tabla 15. Relación Beneficio/Costo para 1 hectárea del cultivo de quinua.

Indicadores económicos	T1 (0 tn/ha)	T2 (2 tn/ha)	T3 (4 tn/ha)	T4 (6 tn/ha)	T5 (8 tn/ha)
Rendimiento kg/ha	1.833,90	2.870,33	2.946,78	3.744,15	2.578,30
Rendimiento ajustado kg/ha	1.650,51	2.583,30	2.652,10	3.369,74	2.320,47
Rendimiento @/ha	145,56	227,82	233,89	297,18	204,65
Precio por arroba (@)	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00
Costos que varían	3.543	4.115	4.687	5.259	5.831
Ingreso Bruto (Bs/ha)	10.917,03	17.086,80	17.541,90	22.288,57	15.348,38
Ingreso Neto (Bs/ha)	7.374,03	12.971,80	12.854,90	17.029,57	9.517,38
Beneficio/Costo	3,08	4,15	3,74	4,24	2,63

Fuente: Elaboración propia (2018).

Como se observa en la tabla 15, el tratamiento T4 es el más rentable económicamente con un valor de 4.24 Bs lo que indica que por 1 Bs invertido se obtiene una ganancia de 3.24 Bs con aplicación de estiércol semi-descompuesto de 6 tn/ha seguidamente está el tratamiento T2 con un valor de 4.15 Bs al cual también se le aplicó el estiércol semi-descompuesto. A la vez podemos observar que los tratamientos T3 y T5 son rentables económicamente con un valor de 3.74 Bs y 2.63 Bs. El menor beneficio costo se dio en el tratamiento T1 de 3.08 Bs, el cual de todas formas presenta una ganancia de 2.08 Bs esto principalmente porque a este tratamiento no se le aplicó el estiércol semi-descompuesto.

CONCLUSIONES

Con la aplicación de 6 t/ha de estiércol semi-descompuesto que fue el T4 obtuvo el mayor valor en las variables en altura de plata, diámetro de panoja y longitud de panoja. También tuvo un buen crecimiento en la profundidad y amplitud de la raíz en los tratamientos T2, T3, T4 y T5 obtuvieron de 26.75 a 27.96 cm de profundidad de su raíz y su amplitud de raíz está en el rango de 28.98 a 29.94.

Para la severidad del mildiu, muestra una reducción de severidad cuanto más estiércol semi-

descompuesto se aplique al cultivo menor será el daño a las plantas.

Se logró un rendimiento en grano de 3744.15 kg/ha que fue el T4 con 6 t/ha, 2946.78 kg/ha T3 con 4 t/ha, 2870.33 kg/ha T2 con 2 t/ha, 2578.30 kg/ha T5 con 8 t/ha y 1833.90 kg/ha T1 (testigo).

La aplicación del estiércol semi-descompuesto tiene influencia sobre el tamaño de grano grande encontrándose 25.73 a 19.78 % para los tratamientos que se aplicaron el estiércol En la categoría de grano mediano el mayor valor que obtuvo es el T1 (testigo) con 81 % y en los demás tratamientos donde se incorporó el estiércol están en el rango de 70.20 a 75.78 %.

El semi-descompuesto influyó en el porcentaje de germinación de grano grande a las 16 horas obteniendo un valor de 55.00 % a 59.50 % para los tratamientos que se incorporó el estiércol y 49.50 % en el (testigo). En el porcentaje de germinación de grano mediano el menor valor de porcentaje obtuvo el T1 (testigo) que fue de 53.50 % y los otros tratamientos donde se aplicó el estiércol tienen porcentaje de germinación de 56.50 % a 59.50 % a las 16 horas y siendo significativo las diferencias.

Para el beneficio/costo en tratamiento T4 fue el mayor valor de 4.24 Bs, lo cual significa que por cada un

Evaluación del comportamiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) con aplicación localizada con diferentes niveles de estiércol semi-descompuesto.

boliviano invertido se gana 3.24 Bs, esto se debe al buen rendimiento que obtuvo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Catari, B. (2002). *Evaluación del rendimiento de cinco variedades de avena forrajera (Avena sativa L.) con abonamiento de estiércol de ovino en el altiplano central*. Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz - Bolivia. 70 p.
- Danielsen, S; Ames, T. (2002). *EL mildiu (Peronospora farinosa) de la quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en la zona andina. Manual práctico para el estudio de la enfermedad y el patógeno*. Lima, Perú. 32 p.
- Espíndola, G. (1981). *V curso de producción de quinua. Centro Experimental para la Industrialización de la Quinoa*. Proyecto PNUD, FAO, MACA, IBTA. La Paz, Bolivia. 35 p.
- Gomez, L; Aguilar, E. (2016). *Guía de cultivo de la quinua*. 2 ed. Lima, Perú. 121 p.
- IBNORCA (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad). (2007). *Granos andinos-Quinoa en grano-clasificación y requisitos*. La paz, Bolivia. 5 p.
- Jaramillo, S; Baena, M. (2000). *Material de apoyo a la capacitación en Conservación Ex situ de recursos filogénicos*. Instituto internacional de Recursos Filogénicos (IPGRI) grupo Américas. s.l. 128 p.
- Perrin, R. (1988). *La formulación de recomendaciones a partir de los datos agronómicos*. Manual de metodología de evaluaciones agronómica. Centro Internacional de mejoramiento de maíz y trigo. CIMMYT. 3 ed. México. 90 p.
- Satorre, E; Benech, A; Slafer, G; Fuente, E; Mirralles, D; Savin, R. (2004). *Producción de granos bases funcionales para su manejo*. Buenos Aires, Argentina. 767 p.