



Evaluación agronómica del cultivo de Qañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) incorporando distintas combinaciones de abono orgánico y urea

Agronomic evaluation of the Qañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) culture incorporating different combinations of organic fertilizer and urea

Olivia Delcy Tancara Copa, Alejandro Bonifacio Flores

RESUMEN:

El cultivo de Qañawa en Bolivia se mantuvo marginal por mucho tiempo, pero su importancia radica en su elevado valor nutritivo por lo cual en los últimos años este cultivo volvió a adquirir importancia. Lamentablemente en la actualidad una de las mayores problemáticas son los bajos rendimientos ya sea por la baja fertilidad de suelos, factores climáticos, entre otros. En ese entendido se evaluó el comportamiento agronómico en el cultivo de Qañawa incorporando distintas cantidades de abono orgánico y urea como el principal objetivo, esta investigación se la realizó en la Estación Experimental Khipakhipani dependiente de la Fundación PROINPA situado en la ciudad de Viacha- La Paz, para esto se empleó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas para la experimentación en campo, tomando tres niveles de estiércol de llama como factor A (0, 1 y 2 t/ha) y tres niveles de urea (0, 45 y 90 kg N/ha), las variables fueron altura de planta, rendimiento fitomasa, rendimiento broza, rendimiento de grano, peso de grano por planta, índice de cosecha, diámetro de grano y peso de grano cubierto por hectolitro, para la experimentación en laboratorio se empleó un diseño completamente al azar usando las semillas obtenidas en campo como tratamientos donde se evaluó la viabilidad de la semilla mediante el porcentaje de germinación a las 24 y 36 horas y finalmente se evaluó el análisis económico. La altura de planta de vio influenciado por los niveles de estiércol, niveles de urea y la interacción de factores, el rendimiento fitomasa, rendimiento broza, rendimiento de grano y diámetro de grano se vieron influenciados por los niveles de estiércol y niveles de urea, el peso de grano por planta fue influenciado solo por los niveles de estiércol, el índice de cosecha y el peso de grano por hectolitro fueron influenciados por los niveles de estiércol, en cuanto a la viabilidad de la semilla se tuvo diferencias estadísticas en los tratamientos a las 24 horas y no así a las 36 horas, finalmente con respecto al análisis económico el tratamiento 9 es el más recomendado

PALABRAS CLAVE: Qañawa, estiércol de llama, urea, rendimiento

ABSTRACT:

The cultivation of Qañawa in Bolivia remained marginal for a long time, but its importance lies in its high nutritional value, which is why in recent years this crop has regained importance. Unfortunately, at present one of the biggest problems is the low yields due to low soil fertility, climatic factors, among others. In this understanding, the agronomic behavior in the Qañawa crop was evaluated incorporating different amounts of organic fertilizer and urea as the main objective, this research was carried out at the Khipakhipani Experimental Station dependent on the PROINPA Foundation located in the city of Viacha-La Paz, for this, a randomized block design was used according to divided plots for field experimentation, taking three levels of llama manure as factor A (0, 1 and 2 t / ha) and three levels of urea (0, 45 and 90 kg N / ha), the variables were plant height, phytomass yield, brushwood yield, grain yield, grain weight per plant, harvest index, grain diameter and grain weight covered per hectoliter, for the experimentation In the laboratory, a completely randomized design was used using the seeds obtained in the field as treatments where the viability of the seed was evaluated by the germination percentage at 24 and 36 hours and finally the economic analysis was evaluated. Plant height was influenced by manure levels, urea levels and the interaction of factors, phytomass yield, brushwood yield, grain yield and grain diameter were influenced by manure levels and urea levels, the Grain weight per plant was influenced only by manure levels, the harvest index and grain weight per hectoliter were influenced by manure levels, regarding the viability of the seed there were statistical differences in the treatments to the 24 hours and not at 36 hours, finally with respect to the economic analysis, treatment 9 is the most recommended.

KEYWORDS: Evaluation, Species, Greenhouse, Altiplano.

AUTORES:

Olivia Delcy Tancara Copa: Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. delcy.tancarita@gmail.com
Alejandro Bonifacio Flores: Docente. Facultad de Agronomía, Universidad mayor de San Andrés. boniflores@gmail.com

Recibido: 25/10/2020. **Aprobado:** 20/11/2020.



INTRODUCCIÓN

El cultivo de Qañawa es una especie originaria de las zonas altas de Bolivia, donde fue domesticada y utilizada por los pobladores andinos quechuas y aymaras en épocas

prehispanicas (PROINPA 2008). En Bolivia este cultivo es producido en una superficie total de 1239,40 ha, distribuida geográficamente en los departamentos de La Paz con una superficie cultivada de 658,14 ha, Cochabamba con una superficie cultivada de 157,43 ha y Oruro con una

superficie cultivada de 423,83 ha (INE, 2017). Por otra parte, se cultiva en el departamento de La Paz desde la provincia Camacho hasta Villarroel; en Oruro en las provincias de San Pedro de Totora y Saucarí; en las serranías de la provincia Bolívar de Cochabamba y Antonio Quijarro de Potosí, siendo el Departamento de La Paz el que tiene mayor superficie de cultivo, los cuales se encuentran hasta 4.150 m. s. n. m.

En cuanto al requerimiento del cultivo Cuba (2005) y FAO (2014) menciona que la Qañawa crece favorablemente con una precipitación pluvial que fluctúa entre 250 a 300 mm anuales, es tolerante a la sequía cuando alcanza la fase fenológica de ramificación que se da entre los 40 y 50 días después de la emergencia. Giménez *et al.* (2017), indica que la Qañawa prefiere suelos de pH neutro, que en el saber local se conoce como suelos dulces, aunque la Qañawa presenta un rango amplio de adaptación y reporta rendimientos aceptables, produce mejor en suelos con textura francos y limosos donde la germinación ocurre en 5 días después de la siembra, pero en ausencia de lluvias, el suelo se seca y eso afecta negativamente la germinación y emergencia. En suelos arcillosos la germinación puede darse después de 7 días, ya que estos suelos retienen más humedad.

Para cultivar Qañawa es necesario conocer las características del suelo y saber si necesita algún tipo de fertilización o abonamiento para el desarrollo de la planta, en ese contexto Orsag (2003), menciona que los fertilizantes químicos tienen mayores concentraciones de nutrientes, son más fáciles de transportarlos y aplicarlos a los cultivos, sin embargo, no ayudan a mejorar las propiedades físicas y biológicas del suelo. Por otra parte, Meléndez y Molina (2003) indican que los principales beneficios de los abonos orgánicos sobre el suelo son de tipo físico: mejoramiento de la estabilidad estructural (disminución de la densidad aparente, formación de agregados, aumento de la friabilidad de suelos arcillosos) y regulación del balance hídrico del

suelo (aumento de la capacidad de retención de agua, reducción de la evaporación, mejoramiento de la permeabilidad, facilidades en el drenaje).

Sin embargo, el principal problema de cultivar Qañawa son los bajos rendimientos que según Giménez *et al.* (2017), empleando tecnología tradicional, los agricultores logran cosechar en promedio 450 kg/ha, en otras zonas cosechan 750 kg/ha, estos resultados se consideran bajos y se atribuyen a las escasas labores agronómicas que realizan en la producción de Qañawa y a los pocos cuidados que prestan en la cosecha. En Toledo, el rendimiento obtenido es de 400 kg/ha en promedio, aunque con el eco tipo Wila llega a obtener entre 500 y 600 kg/ha cuando se incorpora abono orgánico, pero, en años con régimen de factores adversos el rendimiento desciende a 350 kg/ha.

La Qañawa al ser una excelente fuente de proteínas de alto valor nutritivo, se busca incrementar los rendimientos; por lo cual, el trabajo de investigación consistió en evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de Qañawa incorporando estiércol de llama y urea

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue desarrollado en los predios de la Estación Experimental de Kiphakiphani dependiente de la Fundación PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos), situada geográficamente entre latitud sur 16°40'29,98" y longitud oeste 68°17' 58,15".

Experimentación en campo

Se empleó el diseño de Bloques A Azar con arreglo en Parcelas Divididas (Ochoa, 2016), con 4 bloques y dos factores con 3 niveles cada uno, dando un total de 9 tratamientos.

Los factores de estudio en la investigación fueron Factor A = Niveles de estiércol de llama (parcela mayor) con niveles de a1= 0 t/ha, a2= 1t/ha y a3= 2 t/ha y el Factor B= Niveles de urea en distintas cantidades de nitrógeno (parcela menor) con niveles de b1= 0 kg N/ha, b2= 45 kg

N/ha y b3= 90 kg N/ha. La interacción de factores se muestra en el siguiente cuadro

Las variables de estudio fueron la altura de planta (cm), rendimiento de fitomasa (kg/ha), rendimiento de broza (kg/ha), rendimiento de grano (kg/ha), peso de grano por planta (g), diámetro de grano (mm), índice de cosecha, peso hectolitrito (hl) y el análisis económico.

Procedimiento en campo

Se preparó en terreno empleando maquinaria agrícola para el roturado, luego se hizo el rastrado y finalmente el nivelado, el 3 de noviembre de 2017 se hizo la apertura de surcos cada 50 cm, se incorporó el estiércol de llama en distintos niveles de acuerdo al diseño de la investigación (a1= 0 g/surco; a2= 150 g/surco y a3=300g/surco), se humedecieron los surcos, después se distribuyeron las semillas a corro continuo dentro de los surcos y finalmente se taparon los surcos cubriendo las semillas en una profundidad de 1 cm. La semilla fue proporcionada por la fundación PROINPA y corresponde a la línea 7 (modificada por radiación de cobalto), que posee características la precocidad y la modificación en las hojas que se cierran alrededor del grano en forma de rosa para evitar pérdidas de grano antes y durante la cosecha.

La superficie total del área de estudio fue de 243 m², en la cual se hizo la delimitación e identificación de los tratamientos, de acuerdo con el diseño experimental. Después de esto cuando las plantas emergieron y se hizo la incorporación de la urea (b1= 0g/surco; b2= 14,7 g/surco y b3= 29,4 g/surco). Para uniformizar la densidad de plantas se hizo un raleo de aproximadamente 10 cm luego se determinó el número de planta muestreadas, que en este caso fueron 6 plantas las cuales fueron identificadas con marbetes

Durante la campaña agrícola se realizó el desmalezado en dos oportunidades en fechas 29 de diciembre de 2017 y 17 de febrero de 2018.

La cosecha se realizó del 22 al 27 de marzo de 2018, de los surcos centrales de cada parcela (menor), descartando los surcos laterales y 0,5 m del extremo de los surcos, para esto se empleó una tijera de podar y se cortaron las plantas a una altura de 3 cm sobre el suelo.

Una vez secas las muestras cosechadas se realizaron el trillado sobre una lona, después el cernido y finalmente el venteado con mayor cuidado.

Experimentación en laboratorio

Una vez que se terminó la investigación en campo, se hizo la investigación en laboratorio con las semillas (con perigonio) obtenidas en campo las cuales estaban bajo el efecto de distintos niveles de estiércol de llama y urea.

Se empleó un diseño completamente al azar (Ochoa, 2016) con 4 repeticiones y 9 tratamientos. La variable evaluada fue la viabilidad de semilla mediante el porcentaje de germinación

Procedimiento en laboratorio

Se contaron 100 semillas por cada tratamiento con 4 repeticiones, luego se prepararon las cajas Petri (36) con papel toalla seguidamente se introdujeron las semillas en las cajas Petri, se las mojó con agua destilada y finalmente se las tapó.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Altura de planta

Para esta variable se tomó la altura de planta a la madurez fisiológica (último dato registrado), que según el análisis de varianza hubo diferencias significativas en niveles de estiércol, niveles de urea y la interacción de factores.

Con respecto a los niveles de estiércol, la prueba Duncan de la tabla 1, muestra que existen tres grupos, en el primero grupo (A) con una media de $43,45 \pm 3,23$ cm siendo este el más alto debido al aporte de materia orgánica del estiércol

de llama en el suelo, el grupo B y C están por debajo de este resultado

Tabla 1. Prueba Duncan niveles de estiércol.

NIVEL DE ESTIÉRCOL DE LLAMA	ALTURA (cm)	D.E.	DUNCAN 5%
2 t/ha	43,45	3,23	A
1 t/ha	33,34	3,43	B
0 t/ha	13,03	2,18	C

Al respecto Choque (2005) obtuvo 44,1 cm de altura de planta con la incorporación de 5 t/ha de estiércol de llama. Por otra parte, Callisaya (2015) obtuvo 41,875 cm de altura de planta al aplicar 3 t/ha de turba bajo ambiente controlado.

Por otra parte, según Callisaya (2015), en el estudio de niveles de abonamiento bajo ambiente atemperado, menciona que al aplicar 3 t/ha de turba se obtiene 41,875 cm de altura de planta, lo que indica que nuestro resultado es superior si nos referimos a niveles de abonamiento, cabe mencionar también que obtuvo diferentes resultados al incrementar los niveles de turba en el cual presentaron alturas menores.

Tabla 2. Prueba Duncan niveles de urea.

NIVEL DE UREA	ALTURA (cm)	D.E.	DUNCAN 5%
90 kg N/ha	31,34	14,33	A
45 kg N/ha	29,95	13,17	A B
0 kg N/ha	28,52	12,93	B

En los niveles de urea según la prueba Duncan de la tabla 2, se observa que existen tres grupos, siendo el grupo A el que contiene una media mayor de $31,34 \pm 14,33$ cm con la aplicación de urea con 90 Kg N/ha, esto por el contenido de nitrógeno que tiene la urea. Los grupos AB y B tienen promedios por debajo del grupo A. Sin embargo, ya que en la presente investigación se trabajó con una línea mutante Paucara (2016), menciona que las líneas mutantes de Qañawa detienen antes su crecimiento haciéndolas más precoces que la Lasta Rosada.

Por otro lado, Rodríguez (2001), menciona que en las plantas el nitrógeno es un regulador para la asimilación de fósforo, potasio y otros elementos, pero que su principal función es estimular el crecimiento de las plantas. A falta de este elemento se produce un crecimiento lento, en el cual las hojas se vuelven amarillentas y las puntas se comienzan a secar, por lo cual este elemento les da el color verde a las hojas

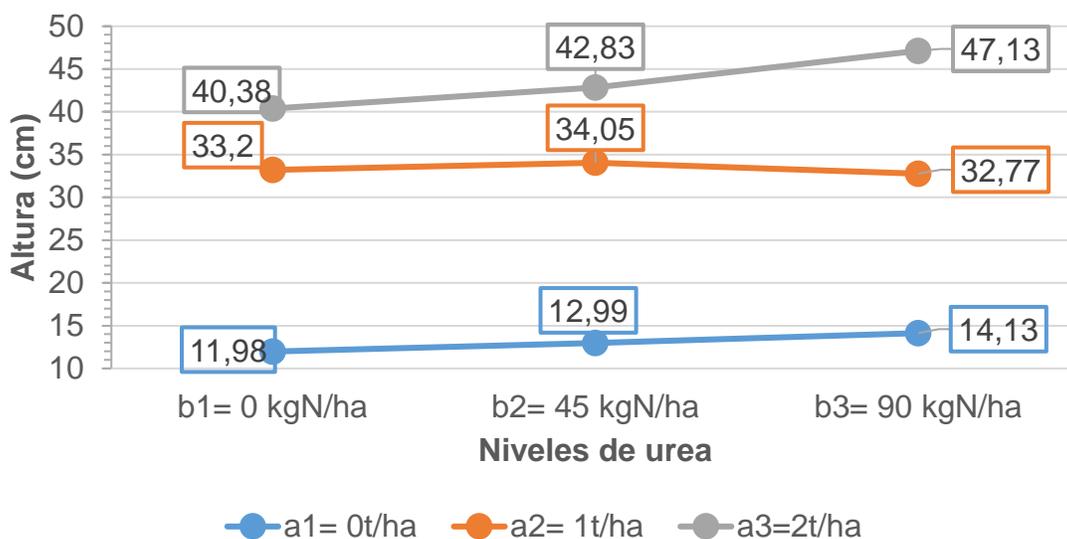


Figura 1. Prueba de efectos simples.

Al encontrar diferencias significativas en la interacción de factores, se realizó la prueba de efectos simples la cual indica que hubo diferencias significativas de los niveles de estiércol en los diferentes niveles de b1 (urea con 0 kg N/ha), b2 (urea con 45 kg N/ha) y b3 (urea con 90 kg N/ha).

Por lo tanto, en la figura 1 se observa que los niveles de estiércol de llama tienen un comportamiento diferenciado en los distintos niveles de b1, b2 y b3. En el nivel b1 se tiene al nivel a3 (2 t/ha de estiércol de llama) con una altura promedio de 40,38 cm, en el nivel b2 se tiene al nivel a3 con una altura promedio de 42,83 y en el nivel b3 de igual manera se tiene al nivel a3 con una altura promedio de 47,13 cm siendo estos los mejores en los distintos niveles de b, pero que el mejor resultado fue en nivel b3 con el nivel a3 (urea con 90 kg N/ha y 2 t/ha de estiércol de llama). Paucara (2016) reporta en su investigación del comportamiento agronómico de quince líneas de Qañawa, reportó que en la misma zona de estudio la línea 7 obtuvo 29,6 cm de altura en promedio.

Callisaya (2015), reportó una altura de 45,925cm de planta al cual no le aplicó ningún nivel de turba bajo ambiente controlado. Por otra parte, Choque (2005) reportó resultados de 57,80, 49,40 y 38,2 cm de altura de planta con la incorporación de 15 t/ha de estiércol de llama en los eco tipos Saihua Rosada, Saihua Roja y Lasta Purpura respectivamente.

Ramírez (2014), reportó una altura de 39,887 cm indicando que si se da la aplicación de biol durante la fase de ramificación se obtendrá una mayor altura debido a la asimilabilidad de nutrientes que presenta el abono líquido.

Rendimiento de fitomasa

El análisis de varianza que se realizó con respecto al rendimiento de fitomasa obtuvo diferencias significativas en los niveles de estiércol y en los niveles de urea.

Por lo tanto, para los niveles de estiércol, la prueba Duncan que se observa en la tabla 4, indica que existen 3 grupos, el grupo A es que tiene una media de rendimiento de fitomasa de 1.144,23 ± 8919,65 kg/ha en un nivel de 2 t/ha de estiércol de llama siendo este resultado mejor que el de los grupos B y C. La planta aprovechó la materia orgánica del estiércol y desarrolló mejor su follaje esto de acuerdo con los niveles aplicados.

Tabla 3. Prueba Duncan estiércol de llama.

NIVEL DE ESTIÉRCOL DE LLAMA	FITOMASA (kg/ha)	D.E.	DUNCAN 5%
2 t/ha	8919,65	1144,23	A
1 t/ha	6381,30	1188,71	B
0 t/ha	2042,93	697,89	C

Según Callisaya (2015), en su trabajo realizado con niveles de turba bajo ambiente atemperado, también indica que obtiene valores promedios de rendimiento fitomasa de 3.840,80, 3.386,60, 3.037,00 y 2.840,50 kg con niveles de 0, 12, 6 y 9 t/ha de turba respectivamente que fueron los valores más altos pero similares entre sí. Choque (2005), reportó rendimientos de fitomasa de 6280,00 y 5912,40 kg/ha en niveles de fertilización de 10 y 15 t/ha de estiércol de llama.

Por lo tanto, los resultados obtenidos en investigaciones anteriores no superan los resultados que se obtuvieron en el presente trabajo de investigación en cuanto al rendimiento fitomasa del cultivo de Qañawa, donde el estiércol de llama en distintos niveles actuó de distinta forma en el cultivo aportando nutrientes para que se desarrollara mejor.

Para niveles de urea, la prueba Duncan de la tabla 5, indica que existen tres grupos, de los cuales el grupo A es el que tiene mejor rendimiento de fitomasa con un valor de 6.667,55 ± 3.148,18 kg/ha con la aplicación de urea con 90 kg N/ha, los grupos B y C están por debajo de este resultado con 5.755,05 ± 3.082,56 y 4.921,29 ±

2918,04 kg/ha respectivamente de rendimiento fitomasa.

Tabla 4. Prueba Duncan niveles de urea.

NIVEL DE FITOMASA UREA	D.E.	DUNCAN
(kg/ha)		5%
90 kg N/ha	6667,55	3148,18 A
45 kg N/ha	5755,05	3082,56 B
0 kg N/ha	4921,29	2918,04 C

Terrazas (como se citó en Mollericona, 2013) indica que, los compuestos nitrogenados constituyen una parte importante del peso total de las plantas esto debido al aporte de compuestos nitrogenados.

Rendimiento de broza

Se obtuvo diferencias significativas en cuanto al rendimiento de broza, en niveles de estiércol y niveles de urea.

En los niveles de estiércol, la prueba Duncan de la tabla 6, indica que existen tres grupos, de los cuales el grupo A tiene un mejor resultado a comparación de los grupos B y C, con un promedio de $5.870,03 \pm 884,23$ kg/ha con la aplicación de 2 t/ha de estiércol de lama.

Estos resultados podrían deberse a las características morfológicas y el hábito de crecimiento del cultivo, donde fue mejor el desarrollo foliar.

Tabla 5. Prueba Duncan niveles de estiércol

NIVEL DE ESTIÉRCOL DE LLAMA	BROZA (kg/ha)	D.E.	DUNCAN
			5%
2 t/ha	5870,03	884,23	A
1 t/ha	4234,05	832,27	B
0 t/ha	1445,02	500,20	C

Según Maydana (2010), al trabajar con variedades de Qañawa en el municipio de Moco Moco, obtuvo 2.743,8 kg/ha de rendimiento broza con la variedad Warikunca (tipo lasta) y 2.697,5 kg/ha de rendimiento broza con la variedad Condormayra (tipo lasta) donde estos fueron los de mayor rendimiento seguido de la variedad

Pucaya (tipo lasta) con 2.405,3 kg/ha de rendimiento broza.

Por otra parte, Aro (2015), en su investigación realizada sobre la dehiscencia de granos desde la antesis hasta la madurez fisiológica en seis cultivares de Qañawa en el Centro Experimental de Choquenaira, indicó que el cultivar Warikunca de tipo lasta obtuvo un rendimiento broza con 6.008,6 kg/ha el que fue de mayor aporte de broza por ser vigoroso en el desarrollo de la planta y con mayor cantidad de ramificaciones.

En niveles de urea la prueba Duncan de la tabla 7, indica que existen tres grupos, en el grupo A se encuentra un mejor resultado que los otros dos grupos (A y B), con un promedio de $4.456,26 \pm 2.019,36$ kg/ha con la aplicación de urea con 90 kg N/ha.

Tabla 6. Prueba Duncan niveles de urea.

NIVEL DE UREA	BROZA (Kg/ha)	D.E.	DUNCAN
			5%
90 kg N/ha	4.456,26	2.019,36	A
45 kg N/ha	3.838,13	2.062,74	B
0 kg N/ha	3.254,71	1.877,44	C

FAO (2002) y Pardavé (2004), indican que el nitrógeno es el motor del crecimiento de la planta, es absorbido del suelo bajo forma de nitrato (NO_3) o de amonio (NH_4). En la planta se combina para la formación de aminoácidos y proteínas, un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante para absorción de otros nutrientes pero que si las dosis son demasiado altas se alarga el periodo vegetativo de las plantas que constituirían en un bajo contenido de materia seca.

Rendimiento de grano

Para el rendimiento de grano, el análisis de varianza indicó que se evidencian diferencias significativas para niveles de estiércol de llama y niveles de urea.

En niveles de estiércol la Prueba Duncan de la tabla 8, indica que con una aplicación de 2 t/ha de estiércol de llama se tiene un mejor rendimiento de grano de 3.049,63 kg/ha (grupo A), esto debido a las precipitaciones pluviales que existieron.

Tabla 7. Prueba Duncan niveles de estiércol.

NIVEL DE ESTIÉRCOL DE LLAMA	RENDIMIENTO DE GRANO (kg/ha)	D.E.	DUNCAN 5%
2 t/ha	3.049,63	315,58	A
1 t/ha	2.147,25	400,18	B
0 t/ha	597,92	202,52	C

Paucara (2016) indica que la línea 7 obtuvo un rendimiento de 1.244 kg/ha de rendimiento, la línea 15 Lasta Rosada obtuvo 1.649 kg/ha de rendimiento de grano que vendría a ser la que tiene más rendimiento. Por lo cual nuestros resultados son mejores que prácticamente duplicó los resultados de la línea 7 y la línea 15 (Lasta Rosada) del trabajo realizado por Paucara.

Por otra parte según Callisaya (2015), en un trabajo realizado en ambientes de invernadero y fuera de estación de cultivo, obtuvo un rendimiento de grano de 851.26 kg/ha al cual no le aplicó ningún nivel de turba siendo este el rendimiento más alto y al aplicar niveles altos de turba como 12 t/ha obtuvo un rendimiento de 546.43 kg/ha, que atribuyó al exceso de turba aplicado por producir compuestos complejos que son muy pocos asimilables para la planta.

Ramírez, Chipana, & Echenique (2016), reportan resultados en el eco tipo Lasta Naranja de 2.096.26 kg/ha de rendimiento de grano que fue el más alto. Choque (2005), menciona que en los eco tipos Saihua Roja, Saihua Rosada y Lasta Púrpura con la aplicación de estiércol de llama a un nivel de 10 t/ha (altiplano Norte) presentó valores superiores en rendimiento de grano de 2.830, 2.792.7 y 2.390 kg/ha respectivamente e indicó que al incrementar la aplicación del

estiércol de llama a un nivel de 15 t/ha se observa el decremento de los rendimientos.

Según Choque (2005), en los eco tipos Saihua Roja, Saihua Rosada y Lasta Púrpura con la aplicación de estiércol de llama a un nivel de 10 t/ha (altiplano Norte) presentó valores superiores en rendimiento de grano de 2830, 2.792,70 y 2.390 kg/ha respectivamente e indicó que al incrementar la aplicación del estiércol de llama a un nivel de 15 t/ha se observa el decremento de los rendimientos.

Según Ticono (2011), en la aplicación de abonos líquidos en dos líneas de Qañawa como la Lasta Rosada y Saihua Amarilla obtuvo resultados de 2.995 y 2.360 kg/ha de rendimiento de grano siendo estos dos los mejores resultados.

La prueba Duncan de la tabla 9 indica que para niveles de urea existen tres grupos, siendo el mejor el grupo A con $2.211,29 \pm 1.131,43$ kg/ha de rendimiento de grano.

Tabla 8. Prueba Duncan niveles de urea.

NIVEL DE UREA	RENDIMIENTO DE GRANO (Kg/ha)	D.E.	DUNCAN 5%
90 kg N/ha	2.211,29	1.131,43	A
45 kg N/ha	1.916,92	1.050,07	B
0 kg N/ha	1.666,58	1.053,82	C

Peso de grano por planta

De acuerdo con el análisis de varianza se hallaron diferencias significativas solamente en niveles de estiércol de llama. Por lo cual la prueba Duncan de la tabla 10 muestra que el grupo A tiene un mejor resultado a comparación del grupo B y C, con un promedio de $7,50 \pm 0,50$ g/ planta.

Tabla 9. Prueba Duncan niveles de estiércol

NIVEL DE ESTIÉRCOL DE LLAMA	GRANO (g/planta)	D.E.	DUNCAN 5%
2 t/ha	7,50	0,50	A
1 t/ha	6,10	0,33	B
0 t/ha	4,62	0,33	C

Las labores de postcosecha influyeron bastante en la pérdida de grano, de tal manera que los resultados no son de los mejores. Al respecto Choque (2005) obtuvo 9,43 y 9,25 g/planta en niveles de 15 y 5 t/ha de estiércol de llama respectivamente.

Diámetro de grano

Se portó evidencias significativas en niveles de estiércol y niveles de urea de acuerdo con el análisis de varianza.

En niveles de estiércol, la prueba Duncan de la tabla 12, indica que existen tres grupos, de los cuales el grupo A es la que tiene mejor resultado de diámetro de grano con $1,60 \pm 0,08$ mm con la aplicación de 2 t/ha de estiércol, a diferencia de los grupos B y C.

Tabla 10. Prueba Duncan niveles de estiércol.

NIVEL DE ESTIÉRCOL DE LLAMA	DIÁMETRO DE GRANO (mm)	D.E.	DUNCAN 5%
2 t/ha	1,60	0,08	A
1 t/ha	1,45	0,06	B
0 t/ha	1,34	0,05	C

Ticona (2011) indica que, en niveles de 0, 3, 6, 9 y 12 t/ha de turba obtuvieron comportamientos similares donde no existen diferencias significativas siendo sus valores de 0,94, 0,95, 0,94, 0,95 y 0,94 mm de diámetro de grano respectivamente.

Por otra parte, Callisaya (2015), indica que la línea Lasta rosada presenta una variación de diámetro de grano entre 1,11 a 1,16 mm siendo superior en todos los tratamientos mediante la aplicación de los biofertilizantes, y la línea Saihua amarilla presenta una variación de 1,04 a 1,06 mm. No se establecen diferencias debido a que la aplicación de los biofertilizantes promueve el desarrollo de hojas, raíces, tallos, flores y no influyen de manera significativa en el diámetro de grano.

Para niveles de urea, de acuerdo con la Prueba Duncan de la tabla 13, se observa dos grupos, en el grupo A tiene un promedio de $1,50 \pm 0,15$ mm de diámetro de grano con la aplicación de urea con 90 kg N/ha, diferente del grupo B.

Tabla 11. Prueba Duncan niveles de urea.

NIVEL DE UREA	DIÁMETRO DE GRANO (mm)	D.E.	DUNCAN 5%
90 kg N/ha	1,50	0,15	A
45 kg N/ha	1,45	0,13	B
0 kg N/ha	1,43	0,10	B

Los datos obtenidos son diferentes de acuerdo con la investigación de Maydana (2010) que indica que obtuvo un mayor diámetro de grano de 1,13 con la variedad Local (tipo lasta). Pero Ramírez (2014) indica que con la aplicación de biol en la fase de floración obtuvo 1,36 mm de diámetro.

Índice de cosecha

Se evidenciaron diferencias significativas en niveles de estiércol de llama en el análisis de varianza.

Por lo cual la prueba Duncan de la tabla 14 indica que hay dos grupos, de los cuales el grupo A es el que tiene un índice de cosecha de 0,3436 ó $34,36 \pm 2\%$ con la aplicación de 2 t/ha de estiércol siendo este el mejor resultado a comparación del grupo B.

Tabla 12. Prueba Duncan niveles de estiércol.

NIVEL DE ESTIÉRCOL DE LLAMA	ÍNDICE DE COSECHA	D.E.	DUNCAN 5%
2 t/ha	0,3436	0,02	A
1 t/ha	0,3370	0,02	A
0 t/ha	0,2945	0,02	B

Según Paucara (2016), la línea 7 de Qañawa obtuvo 0,226 de índice de cosecha el **la** cual fue una de las líneas promedio entre los dos extremos (entre el más alto y el más bajo), la línea 15 que obtuvo 0,2741 de índice de cosecha siendo este resultado el más alto.

Callisaya (2015), indica que, a niveles de 0, 3, 6, 9 y 12 t/ha de turba presentaron valores de 0.225 o 22.5%, 0.204 ó 20.4%, 0.228 ó 22.8%, 0.233 ó 23.3% y 0.217 ó 21.7% de índice de cosecha respectivamente, los que presentaron comportamientos similares haciendo notar que no hubo diferencias significativas.

Choque (2005), menciona que un nivel 5 tn/ha de estiércol de llama en los eco tipos Saihua Roja, Saihua Rosada y Lasta Púrpura se obtuvo 0,42, 0.41 y 0,28% de índice de cosecha, los cuales fueron superiores al del nivel 0 t/ha, pero que a medida que se incrementaban los niveles de estiércol los resultados iban incrementando levemente.

Ticona (2011), reportó un índice de cosecha de 0,34% sin la aplicación de ningún abono líquido (testigo), el cual afirma que este resultado es distinto de 0,32, 0,31 y 0,30% bajo la aplicación de fertisol, vigortop y biol respectivamente, también indica que la aplicación de los biofertilizantes es adecuado para la producción de forraje.

Peso de grano cubierto por hectolitro

Se hallaron diferencias significativas en niveles de estiércol de llama, de acuerdo con el análisis de varianza.

Por lo cual la prueba Duncan de la tabla, muestra que el grupo A tiene $66,50 \pm 1,88$ kg/hl en promedio con la aplicación de 2 t/ha de estiércol de llama a comparación de los grupos B y C.

Tabla 13. Prueba Duncan niveles de estiércol.

NIVEL DE ESTIÉRCOL DE LLAMA	PESO HECTOLÍTRICO	D.E.	DUNCAN 5%
2 t/ha	66,50	1,88	A
1 t/ha	63,58	1,16	B
0 t/ha	58,25	1,36	C

Según Callisaya (2015), reporta que, en niveles de abonamiento de 0, 3, 6, y 12 t/ha de turba valores de 45,00, 44,42, 44,47 y 43,52 kg/hl

respectivamente. Por otro lado, Ticona (2011) obtuvo 0,543 kg/l en la línea Lasta rosa que equivaldría a 54,3 kg/hl.

Viabilidad de semilla

A las 24 horas según el análisis de varianza se hallaron diferencias significativas en los tratamientos. De tal manera que la prueba Duncan de la tabla se observan tres grupos, siendo los que tienen mejores resultados los tratamientos 9 y 8 con medias de 49,75 y 48,42% respectivamente

Tabla 14. Prueba Duncan para tratamientos.

NIVEL DE ESTIÉRCOL DE LLAMA	% GERMINACIÓN 24 HORAS	D.E.	DUNCAN 5%
T9	49,75	5,32	A
T8	48,42	7,91	A
T7	42,92	2,75	A B
T4	40,83	7,32	A B
T5	40,67	13,55	A B
T1	35,92	7,60	B
T6	35,00	3,25	B
T2	33,25	4,08	B
T3	33,25	5,62	B

Según Paucara, obtuvo mejor porcentaje de semillas germinadas a las 24 horas en la línea 14 con 60,33% que fue diferente de las demás líneas, también obtuvo 48,7% en la línea 7. Cabe resaltar que la presente investigación trabajó con la línea 7.

A las 36 horas no se evidenciaron diferencias significativas según el análisis de varianza.

Análisis económico

En la tabla 15, se observa el presupuesto parcial para los distintos tratamientos con la aplicación de estiércol de llama y urea. Se consideró un 15% de ajuste al rendimiento medio, tomando en cuenta los resultados obtenidos en las parcelas experimentales.

Se evidencian que los beneficios netos tienen un comportamiento ascendente desde el tratamiento 1 que vendría a ser el de menor beneficio neto hasta el tratamiento 9 que es el que

tiene mayor beneficio neto, todo esto debido a la aplicación de distintos niveles de estiércol y urea en los distintos tratamientos

Tabla 15. Presupuesto parcial

Concepto	Tratamientos combinados								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Rendimiento medio (Kg/ha)	425,00	567,13	801,63	1748,50	2.259,50	2.433,75	2.826,25	2.924,13	3.398,50
Rendimiento ajustado (Kg/ha) (-15%)	361,25	482,06	681,39	1.486,23	1.920,58	2.068,69	2.402,31	2.485,51	2.888,73
Precio del producto (Bs/kg)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Beneficios brutos de campo (Bs/ha)	3.612,50	4.820,61	6.813,86	14.862,25	19.205,75	20.686,88	24.023,13	24.855,11	28.887,25
Total, costo de producción que varían (Bs/ha)	2.585,00	3.471,60	4.292,20	2.915,00	3.801,60	4.622,20	3.113,00	3.999,60	4.820,20
Beneficio neto (Bs/ha)	1.027,50	1.349,01	2.521,66	1.1947,25	15.404,15	16.064,68	20.910,13	20.855,51	24.067,05

En la figura 2, se puede apreciar la curva de beneficios netos en el cual están incluidos los tratamientos 1, 4, 7, y 9 que no son dominados, además de que presenta una pendiente positiva,

por otra parte, se observa a los tratamientos 2, 5, 8, 3 y 6 que son los dominados los cuales están situados por debajo de la curva.

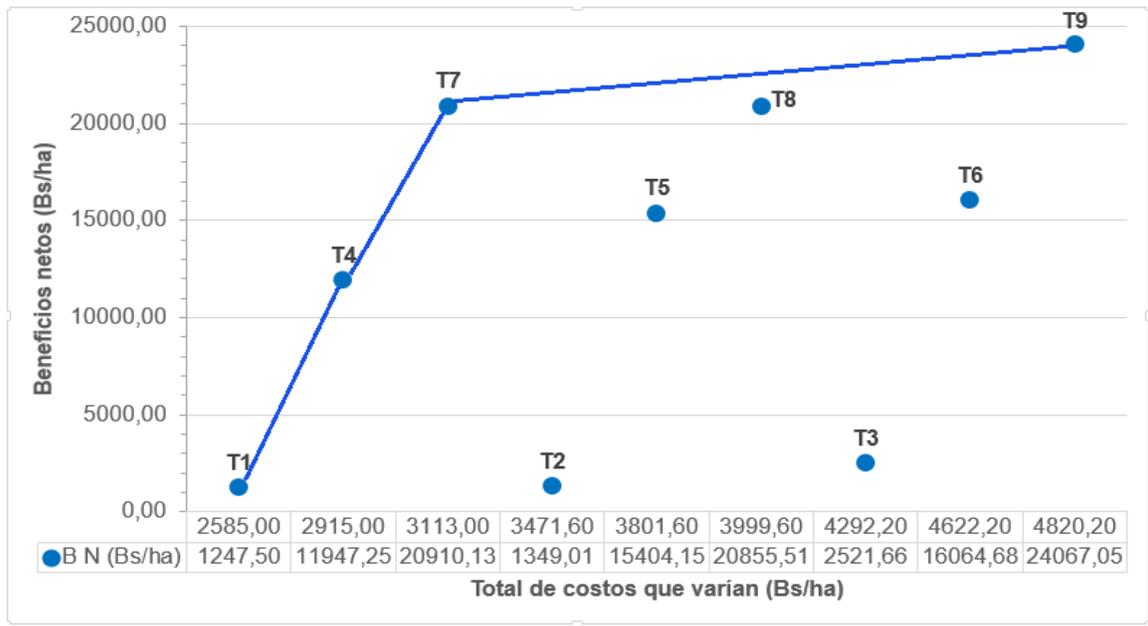


Figura 2. Curva de beneficios neto.

CONCLUSIONES

El comportamiento del crecimiento del cultivo de Qañawa fue favorable de acuerdo con los niveles de estiércol y urea aplicados, el tratamiento 9 es el que logró una mayor altura en promedio de 47,13 cm con la aplicación de 2t/ha de estiércol de llama y urea con 90 kg N/ha

Para el rendimiento de grano no se obtuvieron diferencias en la interacción de factores (tratamientos) pero sí en niveles de estiércol y niveles de urea. El rendimiento broza que está en relación con el rendimiento de grano también tuvo diferencias significativas en niveles de estiércol y niveles de urea y en el peso de grano por planta se encontraron diferencias en niveles de estiércol

En cuanto al índice de cosecha no se encontraron diferencias estadísticas en los tratamientos (interacción) pero sí en niveles de estiércol, el rendimiento fitomasa que se encuentra en relación con el índice de cosecha obtuvo diferencias en estiércol de llama siendo el mejor 2 t/ha de estiércol y en niveles de urea 90 kg N/ha.

El análisis económico indica que el tratamiento 9 tiene mayor costo de producción pero que también tiene mayor beneficio bruto siendo la mejor opción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aro, M. (2015). Evaluación de la dehiscencia de granos desde la anthesis hasta la madurez fisiológica en seis cultivares de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el Centro Experimental de Choquenaira, provincia Ingavi, La Paz. Tesis de grado. La Paz, Bolivia, UMSA. p. 66.

Callisaya, V. (2015). Efecto de niveles de abonamiento con turba en el comportamiento agronómico de la Qañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) bajo

ambiente atemperado en K'iphakiphani-Viacha provincia Ingavi. Tesis de grado. La Paz, Bolivia, UMSA. p. 33-35.

- Choque, R. (2005). Efecto de niveles de fertilización con estiércol de llama (lama glama) en tres eco tipos de kañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el altiplano norte (región cordillera). Tesis de grado. La Paz, Bolivia, UMSA. p. 36-38.
- Cuba, R. (2005). Proceso productivo del cultivo de la Cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en comunidades del Ayllu Majasya Mujlli. Tesis de grado. Cochabamba, Bolivia, UMSA. 190 p.
- FAO (2002). Utilización de Fertilizantes por cultivo. 4 ed. Rev. Roma. p.1.
- INE. (2017). Encuesta Agropecuaria 2015 "Instituto Nacional de Estadística". La Paz, Bolivia. p. 51-245.
- Giménez, T., Mamani, F., & Canaviri, W. (2017). IICA (Instituto Internacional de cooperación para la Agricultura). El Arte de cultivar Cañahua. La Paz, Bolivia. p. 21-26.
- Maydana, E. (2010). Evaluación de la producción de seis variedades de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* aellen) con participación de agricultores en la comunidad de Pacaure del municipio de Moco moco. Tesis de grado. La Paz, Bolivia, UMSA. p. 62-70.
- Meléndez, G., & Molina, E. (2003). Fertilizantes: Características y manejo. Costa Rica. p. 21
- Mollericona, P. (2013). Efecto de la fertilización nitrogenada y foliar en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) en la localidad de Okinawa dos (cetabol) Santa Cruz de la

- sierra Bolivia. Tesis de grado. La Paz, Bolivia, UMSA. p. 17.
- Ochoa, R. (2016). Diseños Experimentales Segunda Edición (Segunda ed.). La Paz, Bolivia. p. 222.
- Orsag, V. (2003). El recurso suelo principios para su manejo y conservación. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz. p. 100.
- Paucara, L. (2016). Comportamiento agronómico de quince líneas de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), en la Estación Experimental de Quipaquipani del departamento de La Paz. Tesis de grado. La Paz, Bolivia, UMSA. p. 34-35.
- Pardave, C. (2004). Cultivo y Comercialización del cultivo de papa. Palomino. Perú. 133 p.
- PROINPA. (2008). Fundación PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos) Variedad de cañahua. La Paz, Bolivia. Ficha técnica.
- Ramírez, D. E. (2014). Efecto de la aplicación del fertirriego con la incorporación de biol-bovino en el cultivo de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la estación experimental Choquenaira. Tesis de grado. La Paz, Bolivia, UMSA. p. 46.
- Ramírez, D., Chipana, R., & Echenique, M. (2016). Aplicación de biol y riego por goteo en diferentes cultivares de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la Estación Experimental Choquenaira. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 3(3), 36.
- Rodríguez, J. (2001). Fertilización de los cultivos. Santiago de Chile. p. 75
- Ticona, J. (2011). Efecto de la biofertilización en dos líneas de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en Calasaya provincia los Andes. Tesis de grado. La Paz, Bolivia, UMSA. p. 7-38.