



Evaluación de las variables agronómicas de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y calidad de grano con aplicación de niveles de estiércol ovino y urea

Evaluation of the agronomic variables of the quinoa (*Chenopodium quinoa willd*) and grain quality with application of ovine and urea stretch levels

Gabriela Verónica Alcon Chigua y Alejandro Bonifacio Flores

RESUMEN:

El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar las variables agronómicas de la quinua y calidad de grano comercial con aplicación de niveles de estiércol ovino y urea. El trabajo de investigación comprende la evaluación del crecimiento de la planta de quinua, los días transcurridos a las principales fases fenológicas, el rendimiento de quinua y la evaluación de la calidad de grano comercial para la variedad Jacha Grano. La metodología que se empleó fue establecida bajo el diseño de parcelas divididas en bloques completamente al azar, asignándose dosis de estiércol a la parcela principal 0 t ha⁻¹, 2 t ha⁻¹ y 4 t ha⁻¹ y dosis de urea a la subparcela 0-0-0, 20-0-0 y 40-0-0 conformando nueve tratamientos, establecidos en cuatro bloques. Las variables registradas fueron sometidas al análisis de varianza y pruebas de media Duncan. Los resultados mostraron para crecimiento de planta, con aplicación de niveles de estiércol diferencias no significativas en altura de planta y en longitud de panoja a la madurez y en cambio los niveles de urea presentaron diferencias significativas con 4 kg N ha⁻¹ se determinó mayor altura de planta (100,96 cm) y de longitud de panoja (22,26 cm). Para los días a la madurez fisiológica y severidad de mildiu los niveles aplicados de estiércol y urea no presentaron diferencias significativas. Para rendimientos los niveles aplicados de estiércol no presentaron significancia y con los niveles de urea se determinaron diferentes rendimientos con 4 kg N ha⁻¹ se obtuvo mayor rendimiento de 4961,67 kg ha⁻¹. Para calidad de grano comercial influyeron tanto los niveles de estiércol y los niveles de urea, es posible obtener mayor cantidad de grano grande y menor peso de grano mediano y pequeño, aplicando fertilizante. Los factores evaluados de niveles de estiércol y niveles de urea mostraron tener efectos de manera independientes en las variables agronómicas evaluadas.

PALABRAS CLAVE:

Jacha Grano, Calidad de grano, estiércol, urea y rendimiento.

ABSTRACT:

The objective of this research work was to evaluate the agronomic variables of quinoa and commercial grain quality with application of ovine and urea manure levels. The research work includes the evaluation of the growth of the quinoa plant, the days passed to the main phenological phases, the yield of quinoa and the evaluation of the commercial grain quality for the variety Jacha Grano. The methodology that was used was established under the design of plots divided into blocks completely randomly, assigning manure doses to the main plot 0 t ha⁻¹, 2 t ha⁻¹ and 4 t ha⁻¹ and urea dose to the subparcela 0-0-0, 20-0-0 and 40-0-0 conforming nine treatments, established in four blocks. The registered variables were subjected to the analysis of variance and Duncan mean tests. The results show for plant growth with application of manure levels showed no significant differences in plant height and panicle length and with application of urea levels showed significant differences with 4 kg N ha⁻¹ a higher plant height was finished 100.96 cm and panicle length of 22.26 cm. For days to the phenological phase the applied levels of manure and urea did not present significant differences. For yields the applied levels of manure did not show significance and with the applied levels of urea, different yields were determined with 4 kg N ha⁻¹, a higher yield of 4961.67 kg ha⁻¹ was obtained. For commercial grain quality both manure levels and urea levels were influenced. The evaluated factors of manure levels and urea levels proved to have effects independently.

KEYWORDS:

Jacha Grain, Grain quality, manure, urea and yield.

AUTORES:

Gabriela Verónica Alcon Chigua: Carrera de Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. e.umsa.aa@gmail.com

Alejandro Bonifacio Flores: PROINPA. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. bonifloresflores@gmail.com

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



INTRODUCCION

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es una especie originaria de Los Andes; su domesticación y desarrollo se dieron gracias a la participación de grandes culturas como Tiahuanacota e Incaica. Por ello, la quinua es una riqueza heredado por nuestros

antepasados y que actualmente aprovechados en la seguridad alimentaria por su alto valor nutricional y generaciones de ingresos (Bonifacio *et al.* 2003).

Actualmente el cultivo de la quinua ha trascendido las fronteras continentales; existen países fuera de la zona andina que están produciendo una cantidad

significativa de quinua. Más aún, existen datos de países en Asia, África y Europa que están trabajando de forma experimental con el cultivo (Salcedo y Santivañez, 2014).

Bolivia se consolidaba hasta el 2013 como el principal productor con 46% de quinua a nivel mundial, pero actualmente Perú llega a ser el principal exportador y productor con 52% de quinua a nivel mundial, dejando a Bolivia como el segundo productor mundial. Estas características hacen que Bolivia busque alternativas de producción de quinua (CONACOPROQ, 2009 y MIRAGRI, 2015).

La principal zona de producción en el país es el altiplano, particularmente el altiplano sur, donde se cultivan grandes extensiones destinadas a la exportación, y por sus condiciones agroecológicas no es posible desarrollar en forma extensiva otro cultivo. La zona más importante de expansión del cultivo es el altiplano central, mientras que en el altiplano norte las superficies son de menor extensión y existe una mayor diversidad de cultivos. Otras zonas importantes de expansión son los valles interandinos, donde los suelos son más fértiles y se obtienen mejores rendimientos; sin embargo, es muy difícil lograr cultivos orgánicos (Risi *et al.* 2015).

Uno de los factores que está encareciendo a la quinua es la paulatina reducción del rendimiento. Para producir la misma cantidad de quinua se requiere cada vez más hectáreas, lo que implica mayor costo, y por tanto el costo unitario tiende a subir. Si además se considera la creciente demanda, la consecuencia de esta combinación (reducción de rendimiento y demanda creciente) es que se amplíe la frontera agrícola, lo que conlleva otra serie de problemas, incluyendo los del ámbito social, relacionados a la tenencia de tierras (Blajos *et al.* 2014).

La aplicación de insumos como el estiércol o urea mejoran el rendimiento de quinua, sin embargo, se tiene poca información sobre la aplicación de estiércol y urea. Las condiciones anteriores nos llevan a establecer la investigación, por ser una alternativa de incrementar los rendimientos en un contexto donde la reducción de los precios de venta de quinua, no son alentadores. Por tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar las variables agronómicas de la quinua y calidad de grano comercial con aplicación de niveles de estiércol ovino y urea.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo de investigación se realizó en el año agrícola 2016 a 2017 en los predios de la Fundación PROINPA (Centro de facilidades para la investigación Kiphakiphani), que se ubica en las coordenadas geográficas 16°40'30" de Latitud Sur y 68°17'68" de Longitud Oeste, a una altitud de 3880 msnm.

El material vegetal que se utilizó fue la variedad Jacha Grano y como insumo estiércol de ovino y urea.

La investigación se estableció bajo el diseño de parcelas divididas en bloques completos al azar, asignándose dosis de estiércol a la parcela principal 0 t/ha, 2 t/ha y 4 t/ha y dosis de urea a la subparcela 0-0-0, 20-0-0 y 40-0-0 conformando nueve tratamientos, establecidos en cuatro bloques. Las variables registradas fueron sometidas al análisis de varianza y pruebas de media Duncan.

La parcela experimental presentó las siguientes características, área total de la parcela experimental de 243 m², área de la parcela grande de 18 m², área de la parcela pequeña de 6 m², número de unidades experimentales 36 μ , distancia entre surcos 0.5 m y número de surcos evaluados en cada unidad experimental dos surcos (parcela útil) de las cuales se identificaron seis plantas en forma aleatoria para el marbeteo.

La siembra se realizó el 22 de octubre de 2016, empleando el método de siembra a chorro continua con una sembradora a tracción humana y la densidad de siembra fue de 8 kg ha.

La aplicación de estiércol de ovino se realizó en fecha siete de diciembre de 2016 en surcos, cuando el cultivo se encontraba en fase de ramificación seguido de una labor de aporque. La aplicación de urea se realizó después de la ramificación en fecha 18 de diciembre de 2016 a chorro continuo en los surcos con los niveles ya establecidos, también seguido de una labor de aporque superficial.

Por las condiciones de tiempo el suelo contaba con bajo humedad, por lo tanto, cuando se realizó la aplicación de estiércol y de urea de inmediato se procedió con la aplicación de riego por aspersión, para que los nutrientes estén disponibles para la planta.

Las labores culturales como raleo, desmalezado, aporque y control fitosanitario se realizó para que el cultivo tenga las condiciones óptimas para el desarrollado del cultivo. La purificación se realizó con la finalidad que el cultivo reúna las mismas características.

La cosecha se realizó cuando el cultivo alcanzó a su madurez fisiológica. El trillado se realizó de forma manual utilizando lonas sobre la cual se efectuó la trilla mediante el pisoteo de 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 por unidad experimental con sus respectivos marbetes.

Variables de respuesta

Crecimiento en altura de la planta cada 15 días

La altura de planta fue medida cada 15 días hasta su madurez fisiológica. Para determinar esta variable se midió las plantas identificados con marbete con un flexómetro, desde la base del tallo hasta el ápice de la planta, de cada unidad experimental.

Tamaño de panoja a la madurez

El tamaño de la panoja se midió cuando el cultivo llegó a la fase de la madurez fisiológica, la toma de datos se realizó con un flexómetro desde la base hasta el ápice de la panoja de las plantas marbeteadas, de cada unidad experimental.

Severidad del mildiu según escala porcentual

La severidad del mildiu se evaluó según la escala porcentual, se tomó datos de las plantas marbeteadas por unidad experimental. Este dato se tomó cuando en el cultivo se presentó la enfermedad en la fase de floración, los datos se fueron tomando hasta el 70% de severidad, luego fue controlada con funguicida.

Días a la madurez

Los días a la madurez se determinaron desde la siembra hasta la madurez fisiológica del cultivo, los cuales se determinaron por observación visual, cuando las plantas mostraron cambios externos en el transcurso del desarrollo del cultivo.

Rendimiento

Para la determinación del rendimiento de grano por unidad experimental se evaluó de la parcela útil que

corresponde a dos metros cuadrados, de dos surcos centrales. Una vez concluida la cosecha, trilla, venteado y limpiado de grano se procedió al pesado de grano en la balanza de 0,01 de precisión lo cual reportó el peso en kg/m^2 , luego se transformó a kg/ha .

Calidad grano según calibre

La calidad de grano se evaluó de los rendimientos en grano ya obtenidos de cada tratamiento, de la cual se tomó 100 g de muestra representativa, dicha cantidad fue vaciada en el juego de tamices para grano que clasifica según diámetro de grano y los juegos de tamices son distinguidos por colores que se detallan a continuación el blanco >2 mm (extra grande), amarillo 2 a 1,70 mm (grande), celeste de 1,70 a 1,40 mm (mediano) y verde $< 1,4$ mm (pequeño) de diámetro, una vez separado el grano según calibre se procedió con la toma de datos de peso por cada categoría de grano y por último se determinó el porcentaje de categoría de grano.

Peso hectolítrico según proporción de grano

Para la proporción de grano según peso de componente se evaluó una vez clasificado los granos según el diámetro extra-grande, grande, mediano y pequeño; los cuales se llevaron a una probeta de 10 ml. Se utilizó un embudo de vidrio para el llenado de grano en la probeta hasta los 10 ml, luego se realizó el pesado en la balanza en gramos y transformado a peso hectolítrico (kg/Hl), las cuales se realizaron para cada tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los datos de precipitación mensual registrados durante el cultivo (octubre a marzo) que se presenta en la figura 1, muestran un rango de variación muy amplia, siendo mayor en enero y marzo con 104,4 y 92,9 mm respectivamente. Mientras que en los meses de noviembre, diciembre y febrero registraron precipitaciones con 23,0, 8,4 y 24,8 mm respectivamente. Lo anteriormente descrito, muestra la diferencia de humedad durante el periodo reproductivo. El régimen de temperatura para el periodo de la investigación. La temperatura mínima descendió hasta -10 °C en el mes de octubre y el máximo de 20,9 °C registrado en el mes de diciembre. La media del periodo fue de 12,1 °C.

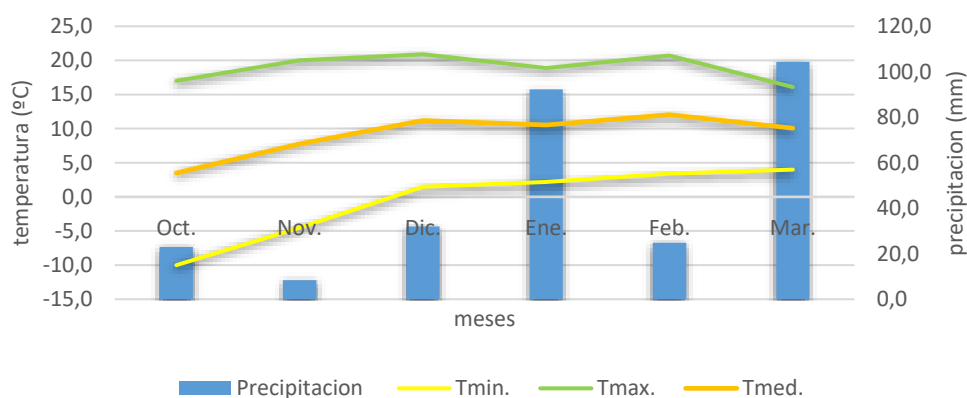


Figura 1. Precipitación, temperaturas máximas, medias y mínimas mensual registrada en el Centro de Kiphakiphani (2016 a 2017).

Como resultado del análisis químico del suelo de la parcela experimental de la tabla 1, muestra que el suelo presenta pH neutro, bajo esas condiciones del suelo se dice que tampoco presenta problemas de sales, determinados por la conductividad eléctrica. Tapia y Fries (2007) indica que el cultivo de la quinua prefiere pH del suelo neutro o ligeramente alcalino, aunque algunas variedades procedentes de los salares en Bolivia pueden soportar hasta pH 8, demostrando su carácter de adecuarse a suelos salinos.

El suelo presenta textura franco arenoso. Chilon (1997) indica que, los suelos con textura franco-

arenosa, moderadamente gruesa contienen menos reserva de materia orgánica y nitrógeno, debido a que los materiales orgánicos se oxidan con mayor rapidez. El análisis químico de la parcela experimental antes de la siembra muestra que el contenido de nitrógeno total es de 0,05 % que corresponde al rango bajo, por lo tanto, contiene también bajo contenido de materia orgánica. El contenido de potasio y fósforo se encuentra en el rango de alto.

Bonifacio (2003) menciona que los suelos aptos para la variedad Jacha Grano son francos, franco arcilloso y arenoso, que responde bien a la fertilización química y fertilización orgánica.

Tabla 1. Análisis de las propiedades físicas y químicas.

Análisis físico químico del suelo		Interpretación
pH	7,35	Neutro
CE (dS/m)	0,157	No tiene problema de sales
Potasio intercambiable meq/100 g	1,17	Alto
Nitrógeno total (%)	0,05	baja
Fósforo asimilable ppm	41,38	Alto
Textura del suelo	19,6 % Y, 9 % L y 71,4 % A	franco arenoso

En la figura 2, se muestra el crecimiento de altura de planta con lecturas cada 15 días para los nueve tratamientos, en lo cual se puede apreciar el tipo de curva sigmoidea propia del crecimiento de plantas, además que en las primeras semanas, los tratamientos tiene un comportamiento similar, este

comportamiento se debe a que las primeras semanas no se aplicaron niveles de estiércol de ovino ni de urea y también se observa que tiene un crecimiento lento. Posteriormente, una vez aplicado los niveles de estiércol (7 de diciembre de 2016), muestra un incremento de crecimiento de las plantas, siendo distinguible de las primeras semanas de crecimiento

de planta. En fecha 18 de diciembre del 2016 se realizó la aplicación de urea, por lo cual una vez aplicado la urea en la gráfica muestra un incremento

acelerado del crecimiento de planta hasta 3 de febrero de 2017, observándose diferencias notables por tratamiento de alturas de plantas.

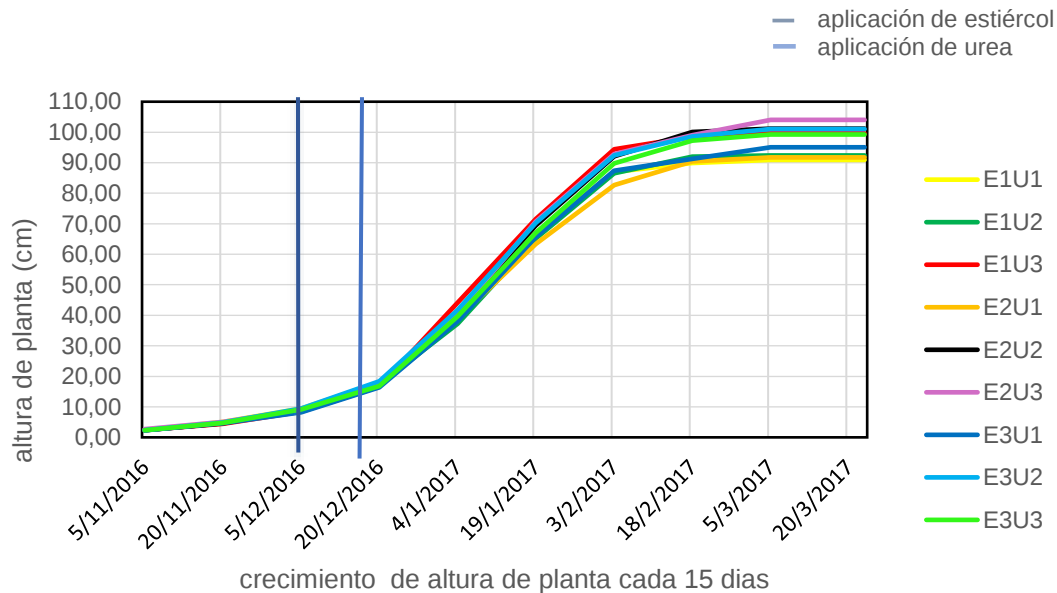


Figura 2. Curva de crecimiento de planta con registro de cada 15 días.

Según los resultados de análisis de varianza para altura de planta en fase de floración que se presenta en la tabla 2, las diferencias observadas entre bloques como para las dosis de estiércol y urea son significativos, lo cual indica que las condiciones del suelo tienen influencias en la variable. Las fuentes de variación niveles de estiércol y niveles de urea no presentan diferencias significativas. De la misma manera para la interacción estiércol por urea muestran diferencias no significativas.

los niveles de estiércol como para los niveles de urea no presentan diferencias significativas, esto se puede atribuir a la sequía y elevadas temperaturas. Para que la planta asimile los nutrientes se necesita humedad adecuada en el suelo y la actividad microbiana en caso de la materia orgánica. Si bien en esta etapa las precipitaciones fueron adecuadas para el cultivo, pero se presentó interrupciones especialmente de humedad en el tiempo que transcurrió durante el desarrollo del cultivo, por esa razón no se halló diferentes alturas de planta.

Para altura de planta en fase de floración tanto para
Tabla 2. Análisis de varianza para altura de planta en la fase de floración.

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor
BLOQUE	3	1246,68	415,56	5,08	0,0437 *
ESTIERCOL	2	0,33	0,17	0,003	0,9980 NS
ERROR DE LA PARCELA MAYOR	6	490,59	81,77		
UREA	2	119,91	59,95	2,22	0,1371 NS
ESTIERCOL*UREA	4	133,48	33,37	1,24	0,3306 NS
ERROR DE LA PARCELA MENOR	18	486,06	27,00		
TOTAL	35	2477,05			
CV	7,66				

NS = No significativo, * = Significativo, ** = Altamente significativo, p= 0.05.



Según la tabla 3 de análisis de varianza para altura de planta en fase de madurez, se llegaron a los siguientes resultados. Las diferencias observadas entre bloques fueron no significativas, esto muestra que la pendiente no tuvo efecto en la variable altura de planta. De la misma manera para el factor estiércol, los niveles aplicados de estiércol no presentan significancia, de tal manera no se logró obtener diferencias en altura de planta. En cuanto al factor urea el resultado fue altamente significativo, esto muestra que utilizando diferentes niveles de urea permite lograr diferencias en altura de planta. Para la interacción estiércol por urea, el resultado fue no

significativo entendiéndose que sus efectos de dosis en la variable altura de planta actúan independientemente. El coeficiente de variación es de 3,81% los cuales nos indican que los datos son confiables.

La ausencia de diferencias significativas aplicando diferentes niveles de estiércol, se puede atribuir que sus nutrientes son de disponibilidad lenta y también necesita que interactúen con la humedad del suelo, lo cual se dio por la sequía registrada en los meses de diciembre y febrero afectando negativamente en la asimilación de nutrientes por la planta.

Tabla 3. Análisis de varianza para altura de planta a la madurez.

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor
BLOQUE	3	245,05	81,68	0,68	0,5947 NS
ESTIERCOL	2	158,51	79,25	0,66	0,5500 NS
ERROR DE LA PARCELA MAYOR	6	718,77	119,79		
UREA	2	437,83	218,92	15,93	0,0001 **
ESTIERCOL*UREA	4	140,46	35,11	2,56	0,0743 NS
ERROR DE LA PARCELA MENOR	18	247,29	13,74		
TOTAL	35	1947,91			
CV	3,81				

NS = No significativo, * = Significativo, ** = Altamente significativo, $p = 0.05$.

Los resultados de la prueba Duncan que se presenta en la tabla 4, se llegó a determinar que aplicando diferentes niveles de urea existen dos grupos diferenciados. El primero de ellos formado por U3 (40 kg N/ha) y U2 (20 kg N/ha) que estadísticamente han demostrado ser similares alcanzando la mayor altura de planta con promedio de 100,96 y 98,19 cm respectivamente. El tratamiento U1 (0 kg N/ha) pertenece al otro grupo alcanzando el promedio más bajo con 92,58 cm.

La explicación de las diferencias las dosis de urea radican en que la urea es rico en nitrógeno y de fácil solubilidad aunque en condiciones de baja humedad, por lo cual aplicando una mayor dosis de urea se determinó una mayor altura de planta, ya que el

nitrógeno que contiene es disponible inmediatamente a la planta y contribuye al crecimiento. Se ha constatado que a una mayor dosis corresponde una mayor altura de planta, mientras que sin la aplicación de urea se registró altura de planta más bajas.

Mamani y Bonifacio (2013) comprobaron que la variedad Jacha Grano con aplicación de estiércol tratado de 10 t/ha lograron obtener altura de planta de 86,54 cm. Como se puede apreciar durante la investigación se determinó una mayor altura de planta de 100,96 cm aplicando 40 kg N/ha, ya que la urea es disponible inmediatamente y en cuanto al estiércol tratado según Chilon (2010) indica que el compost es rico en nutrientes que son asimilados paulatinamente por la planta, lo que garantiza buenas cosechas.

Tabla 4. Prueba de media Duncan al nivel de 5%, para altura de planta (cm).

UREA	Medias	N	E.E.
U3 (40-0-0)	100,96	12	1,07 A
U2 (20-0-0)	98,19	12	1,07 A
U1 (0-0-0)	92,58	12	1,07 B



Según los resultados del análisis de varianza para longitud de panoja que se presenta en la tabla 5, las diferencias observadas entre bloques como para el estiércol y la urea no fueron significativos. También muestran que las diferencias observadas entre niveles de estiércol no son significativos. Pero las diferencias observadas entre niveles de urea son significativas. De la misma manera en cuanto a la interacción estiércol por urea muestra diferencias no

significativas. El coeficiente de variación es de 11,20% lo que demuestra la confiabilidad de datos.

La aplicación de estiércol demostró que no tiene significancia estadística, esto se atribuye a los factores ambientales como la sequía (figuras 1), ya que los nutrientes deben pasar por procesos de mineralización que requieren condiciones de humedad y temperatura adecuadas.

Tabla 5. Análisis de varianza para longitud de panoja a la madurez.

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor
BLOQUE	3	6,44	2,15	0,11	0,9511 NS
ESTIÉRCOL	2	22,72	11,36	0,58	0,5880 NS
ERROR DE LA PARCELA MAYOR	6	117,33	19,55		
UREA	2	39,05	19,52	3,80	0,0420 *
ESTIÉRCOL*UREA	4	22,11	5,53	1,08	0,3974 NS
ERROR DE LA PARCELA MENOR	18	92,47	5,14		
TOTAL	35	300,11			
CV	11,20				

NS = No significativo, * = Significativo, ** = Altamente significativo, p= 0.05.

Los resultados de la prueba Duncan para longitud de panoja a la madurez que se presenta en la tabla 6, se llegó a determinar que aplicando diferentes niveles de urea lograron determinar diferentes longitudes de panoja. El primero de ellos formado por U3 (40 kg N/ha) que ha sido el mejor ya que ha obtenido la mayor longitud de panoja habiendo alcanzado en promedio de 22,26 cm y sin la aplicación de urea que alcanzó con una longitud de panoja más baja con 19,91 cm.

Con los resultados determinados demostraron que aplicando diferentes niveles de urea se determinaron diferentes longitudes de panoja, esto se atribuye a que aplicando una mayor cantidad de nitrógeno se determina una mayor longitud de panoja, ya que el nitrógeno es uno de los elementos esenciales para el desarrollo de la planta y sin la aplicación de urea se terminó una menor longitud de panoja, esto se atribuye a la escases de urea, ya que no fue aplicado al suelo por tratarse de un control.

Tabla 6. Prueba de media para longitud de panoja a la madurez (cm).

UREA	Medias	N	E.E.
U3 (40-0-0)	22,26	12	0,65 A
U2 (20-0-0)	21,63	12	0,65 A B
U1 (0-0-0)	19,81	12	0,65 B

De acuerdo al análisis de varianza de la tabla 7, efectuado para severidad de mildiu se logró el siguiente resultado. Para bloques el resultado fue altamente significativo, lo que nos indica que existe diferencia en el terreno, debido a que al menos en uno de los bloques no se tiene las mismas condiciones ambientales por lo cual presenta al menos en uno de los bloques menos o más severidad de mildiu.

Bonifacio *et al.* (s.f.) el mildiu requiere de alta humedad relativa de ambiente y temperatura frescas. Dada la gran variabilidad de microclimas en las zonas de producción de quinua, las enfermedades se presentan con diferente intensidad.

Para la fuente de variación estiércol y urea, demuestran ser no significativos, lo que quiere decir que los niveles aplicados de estiércol y urea no influye

a mayor o menor severidad de mildiu. De la misma manera para la interacción estiércol por urea los resultados muestran diferencias no significativas. El

coeficiente de variación es de 15,59% que se encuentra en el rango aceptable para trabajos de campo.

Tabla 7. Análisis de varianza para severidad de mildiu.

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor
BLOQUE	3	2147,57	715,86	10,55	0,0083 **
ESTIERCOL	2	113,14	56,57	0,83	0,4789 NS
ERROR DE LA PARCELA MAYOR	6	406,99	67,83		
UREA	2	28,64	14,32	0,68	0,5174 NS
ESTIERCOL*UREA	4	47,03	11,76	0,56	0,6947 NS
ERROR DE LA PARCELA MENOR	18	377,93	21,00		
TOTAL	35	3121,30			
CV	15,59				

NS = No significativo, * = Significativo, ** = Altamente significativo, p= 0.05.

unidad experimental.

Según los resultados de análisis de varianza que se presenta en la tabla 8, las diferencias observadas entre bloques, dosis de estiércol y urea no presentan diferencias significativas. Para la fuente de variación interacción estiércol por urea muestran diferencias no significativas. El coeficiente de variación es de 1,79% lo cual nos indica que hay un buen manejo de la

Las fuentes de variación estiércol y urea no presentan diferencias significativas en los días transcurridos de siembra a madurez, lo que significa que estos insumos aplicados no incluyeron en la precocidad de la quinua, puesto que ese carácter es mas de tipo genético que ambiental.

Tabla 8. Análisis de varianza para días a la fase de madurez.

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor
BLOQUE	3	54,97	18,32	0,47	0,7123 NS
ESTIERCOL	2	14,22	7,11	0,18	0,8368 NS
ERROR DE LA PARCELA MAYOR	6	232,44	38,74		
UREA	2	9,39	4,69	0,56	0,5797 NS
ESTIERCOL*UREA	4	4,94	1,24	0,15	0,9615 NS
ERROR DE LA PARCELA MENOR	18	150,33	8,35		
TOTAL	35	466,31			
CV	1,79				

NS = No significativo, * = Significativo, ** = Altamente significativo, p= 0.05.

los datos son confiables.

En la tabla 9 de análisis de varianza para la variable rendimiento de grano, se determinaron los siguientes resultados. La no significancia entre bloques esto muestra que no tuvo efecto directo en la variable rendimiento. De la misma manera para el factor estiércol el resultado fue no significativo. Mientras para el factor urea muestra que las diferencias observadas son altamente significativas. En cuanto a la interacción del factor estiércol por urea se determinó resultados no significativos. El coeficiente de variación es de 13,36%, por lo tanto, se dice que

En la tabla 10 de pruebas de media para rendimiento de grano con dosis de urea, se puede apreciar que U3 (40 kg N/ha) tiene el mayor promedio de rendimiento de quinua con 4961,67 kg/ha, siendo su promedio significativamente superior a los registrados por los otros niveles de urea, por otra parte el nivel U2 que logra obtener un rendimiento intermedio de 4380,42 kg/ha y sin aplicación de urea presenta promedio más bajo de rendimiento de grano de quinua con 3666,67 kg/ha.

Tabla 9. Análisis de la Varianza para rendimiento de grano.

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor
BLOQUE	3	3774318,75	1258106,25	1,50	0,3082 NS
ESTIERCOL	2	3104029,17	1552014,58	1,84	0,2374 NS
ERROR DE LA PARCELA MAYOR	6	5047587,50	841264,58		
UREA	2	10097262,50	5048631,25	15,05	0,0001 **
ESTIERCOL*UREA	4	1513720,83	378430,21	1,13	0,3746 NS
ERROR DE LA PARCELA MENOR	18	6040000,00	335555,56		
TOTAL	35	29576918,75			
CV	13,36				

NS = No significativo, * = Significativo, ** = Altamente significativo, p= 0.05.

Con la aplicación de niveles de urea las diferencias significativas en rendimientos, se debió a los diferentes niveles de oferta de nitrógeno ya que el nitrógeno es esencial para el desarrollo de la planta, necesario para la síntesis de la clorofila ya que esto involucra en el proceso de la fotosíntesis. Por lo tanto con una mayor oferta de nitrógeno se obtuvo un mayor rendimiento y sin la aplicación de urea claramente se determinó bajos rendimientos por los escasos de nutrientes.

Tambo (2014) demostró que al incorporar estiércol tratado de llama, para la variedad Jacha Grano

alcanzaron los mayores rendimientos, con un nivel de 10 t/ha de estiércol tratado de llama se obtuvieron rendimientos de 4862 kg/ha y con el nivel de 10 t/ha de humus de lombriz se obtiene rendimientos de 3270 kg/ha y con el testigo llega alcanzar 3207 kg/ha. Sin embargo presentan resultado similares con el presente trabajo de investigación, pero el estiércol tratado y humus de lombriz los cuales requieren mayor inversión tiempo y trabajo con respecto al presente trabajo que se realizó, incorporando estiércol de ovino guardado tres meses y urea de lo cual no se necesita mucho inversión de tiempo, por lo cual aplicando estiércol ayuda en el mejoramiento de las propiedades del suelo.

Tabla 10. Prueba de media para rendimiento de grano (kg/ha).

UREA	Medias	N	E.E.
U3 (40-0-0)	4961,67	12	167,22 A
U2 (20-0-0)	4380,42	12	167,22 B
U1 (0-0-0)	3666,67	12	167,22 C

El análisis de varianza de la tabla 11, para tamaño de grano grande muestra resultados no significativos para los bloques. En cambio, para el factor estiércol se determinó que presenta significancia al 5% de probabilidad, esto indica que aplicando diferentes niveles de estiércol de ovino se logra obtener diferencias en grano grande. De igual manera para los diferentes niveles de urea el resultado es altamente significativo, lo cual demuestra que al menos uno de los niveles de urea influye en contenido de granos de tamaño grande. La interacción de los factores estiércol de ovino y urea muestra resultados no significativos. El coeficiente de variación es de 13,76% lo que demuestra que los datos obtenidos son confiables.

En la figura 3, nos muestra los diferentes pesos obtenidos con la aplicación de niveles de estiércol, determinados mediante pruebas Duncan para tamaño de grano grande, se puede apreciar que forman tres grupos, de los cuales aplicando 4 t/ha de estiércol de ovino se logra obtener el mayor promedio de grano grande de 18,92 g de los 100 g de quinua clasificados en el tamiz, siendo su promedio significativamente superior a los registrados por los otros niveles de estiércol, de tal manera sin la aplicación de estiércol se logra obtener el promedio más bajo de 12,60 g de grano grande por cada 100 g de muestra.

La connotación práctica de este resultado es que se puede incrementar la proporción de grano grande

cuando se aplica estiércol, lo cual tiene relación directa con la calidad comercial del producto; además se trata de un insumo orgánico.

Tabla 11. Análisis de varianza de peso de grano grande por cada 100 gramos de muestra.

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor
BLOQUE	3	101,65	33,88	1,99	0,2172 NS
ESTIERCOL	2	240,68	120,34	7,06	0,0265 *
ERROR DE LA PARCELA MAYOR	6	102,23	17,04		
UREA	2	380,87	190,44	40,39	0,0001 **
ESTIERCOL*UREA	4	18,58	4,65	0,99	0,4404 NS
ERROR DE LA PARCELA MENOR	18	84,87	4,72		
TOTAL	35	928,88			
CV	13,76				

NS = No significativo, * = Significativo, ** = Altamente significativo, p= 0.05.

En la figura 3 determinados mediante comparaciones de Duncan realizadas para tamaño de grano grande con aplicación de niveles de urea, se llegó a determinar que existe tres grupos bien diferenciados el primero de ellos formado por U3 que estadísticamente ha demostrado tener el mejor promedio obteniendo el tamaño de grano grande alcanzado en promedio de 19,29 g de los 100 g de grano clasificados en el tamiz. El segundo grupo que pertenece a U2 lo cual en promedio intermedio logra

obtener 16,59 g de grano grande de quinua y por último U1 presenta promedio más bajo de grano grande de quinua con 11,45 g.

De acuerdo, al resultado presentado de la fertilización convencional tiene relación directa aplicando urea al cultivo, los nutrientes casi en su mayoría son disponibles para el cultivo, entonces se puede incremento la proporción de grano grande, ya que el grano grande es apreciado en el mercado.

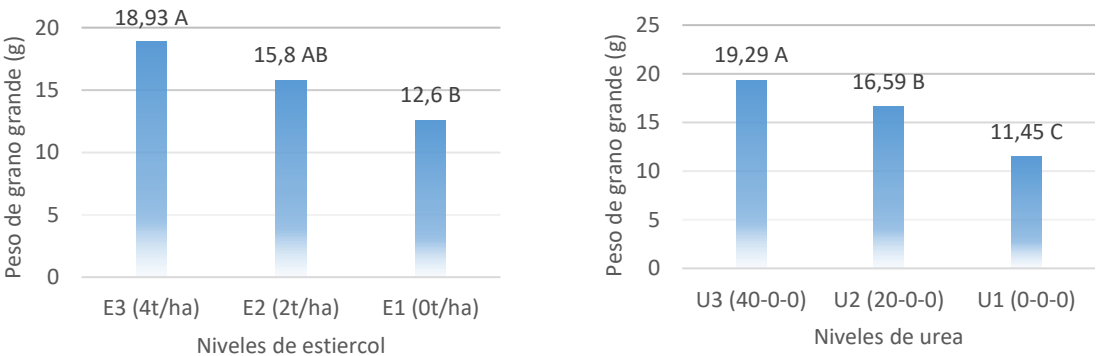


Figura 3. Peso de grano para tamaño de grano grande (2mm) con niveles de estiércol y niveles de urea.

En la tabla 12 de análisis de varianza para tamaño de grano mediano, muestra que para bloques el resultado fue no significativo. Mientas para el factor estiércol el resultado fue significativo, esto muestra que aplicando niveles de estiércol se logra obtener diferentes tamaños de grano mediano de los tratamientos. En cuanto al factor urea demuestra que los resultados son altamente significativos. Para la interacción de los factores estiércol por urea el resultado es no significativo, el cual indica que los factores mencionados actúan independientemente.

De acuerdo a la figura 4 para peso de grano determinados mediante prueba de Duncan realizados para el tamaño de grano mediano con aplicación de niveles de estiércol de ovino, se determinaron que sin la aplicación de estiércol se obtuvo 83.81 g, obteniendo la mayor cantidad de grano mediano y es superior a los demás niveles de estiércol, los niveles de estiércol de 2 t/ha y 4 t/ha que estadísticamente demostraron ser iguales alcanzado los promedios bajos de peso de 80.38 g y 77.30 g respectivamente, para tamaño de grano mediano.



Tabla 12. Análisis de la Varianza tamaño de grano mediano.

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor
BLOQUE	3	81,45	27,15	2,33	0,1737 NS
ESTIERCOL	2	254,38	127,19	10,92	0,0100 *
ERROR DE LA PARCELA MAYOR	6	69,87	11,64		
UREA	2	353,64	176,82	36,82	0,0001 **
ESTIERCOL*UREA	4	26,74	6,69	1,39	0,2764 NS
ERROR DE LA PARCELA MENOR	18	86,43	4,80		
TOTAL	35	872,51			
CV	2,72				

NS = No significativo, * = Significativo, ** = Altamente significativo, $p = 0.05$.

De acuerdo a la figura 4 para peso de grano determinados mediante prueba de Duncan realizados para el tamaño de grano mediano con aplicación de niveles de estiércol de ovino, se determinaron que sin la aplicación de estiércol se obtuvo 83.81 g, obteniendo la mayor cantidad de grano mediano y es superior a los demás niveles de estiércol, los niveles de estiércol de 2 t/ha y 4 t/ha que estadísticamente demostraron ser iguales alcanzado los promedios bajos de peso de 80.38 g y 77.30 g respectivamente, para tamaño de grano mediano.

En la figura 4 se observa los diferentes pesos de grano determinados mediante pruebas de media Duncan para tamaño de grano mediano con aplicación de niveles de urea, donde se determinaron que sin la aplicación de urea reportó mayor cantidad de grano mediano de 84.58 g, con la aplicación de 20 kg N/ha se logró obtener 79,95 g de grano mediano siendo el peso intermedio y con el nivel de 40 kg N/ha de urea se logró obtener el peso más bajo de 76.97 g de grano mediano.

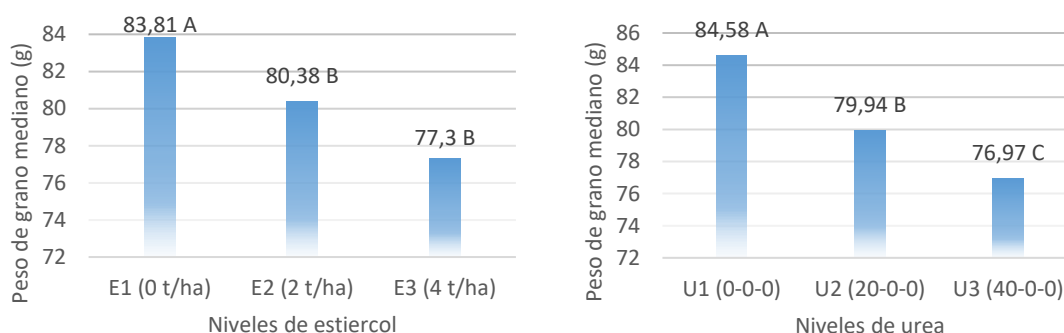


Figura 4. Peso de grano para tamaño de grano mediano con aplicación de niveles de estiércol y niveles de urea.

Tabla 13. Análisis de varianza del tamaño de grano pequeño.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft
BLOQUE	3	6,37	2,12	2,45	0,1610 NS
ESTIERCOL	2	0,57	0,29	0,33	0,7302 NS
ERROR DE LA PARCELA MAYOR	6	5,19	0,87		
UREA	2	1,59	0,80	1,09	0,3577 NS
ESTIERCOL*UREA	4	5,31	1,33	1,81	0,1701 NS
ERROR DE LA PARCELA MENOR	18	13,17	0,73		
TOTAL	35	32,21			
CV	20,79				

NS = No significativo, * = Significativo, ** = Altamente significativo, $p = 0.05$.



En la tabla 13 de análisis de varianza para tamaño de grano pequeño se determinaron los siguientes resultados. Para bloques el resultado fue no significativo. De igual manera para los factores estiércol de ovino y factor urea no presentan diferencias significativas, de tal manera no se logra obtener diferentes pesos de grano pequeño. Para la fuente de variación interacción estiércol por urea también reporto resultados no significativos. El coeficiente de variación es de 20,79% este resultado nos indica que los datos obtenidos son confiables.

En la tabla 14, se determinaron los siguientes

resultados para el peso hectolítrico. Para bloques muestra resultados no significativos, esto significa que no tuvo influencia la pendiente en los bloques. En cuanto al factor estiércol demuestran resultados no significativos. Mientras para los niveles de urea aplicados a las unidades experimentales se lograron obtener resultados significativos, por lo cual se obtiene diferentes proporciones de peso hectolítrico para grano grande. Para la interacción de estiércol por urea muestra resultados no significativos lo cual indica que los factores actúan de forma independiente. El coeficiente de variación es de 0,68% según rangos establecidos se dice que hay un muy buen manejo de la unidad experimental.

Tabla 14. Análisis de la Varianza de peso hectolítrico para grano grande.

FV	GL	SC	CM	F	p-valor
BLOQUE	3	1,00	0,33	0,71	0,5626 NS
ESTIERCOL	2	0,72	0,36	0,76	0,5060 NS
ERROR DE LA PARCELA MAYOR	6	2,83	0,47		
UREA	2	5,06	2,53	9,75	0,0014 *
ESTIERCOL*UREA	4	2,28	0,57	2,20	0,1104 NS
ERROR DE LA PARCELA MENOR	18	4,67	0,26		
TOTAL	35	16,56			
CV		0,68			

NS = No significativo, * = Significativo, ** = Altamente significativo, $p = 0.05$.

Como se observa en la tabla 15, de las pruebas Duncan se determinó que sin aplicación de urea se halla un promedio mayor de 74,92 kg/Hl a comparación de los demás niveles, estadísticamente demuestran ser iguales los niveles 20 kg N/ha y 40 kg

N/ha muestran promedios bajos de peso hectolítrico de 74,17 kg/Hl y 74,08 kg/Hl para grano mediano.

De acuerdo a Sagarpa (2003) menciona que, los granos de menor tamaño tienen mayor peso hectolítrico y producirán mayor cantidad de harina.

Tabla 15. Pruebas de media Duncan de peso hectolítrico para grano grande (kg/Hl).

UREA	Medias	N	E.E.
U1 (0 kg N/ha)	74,92	12	0,15 A
U2 (20 kg N/ha)	74,17	12	0,15 B
U3 (40 kg N/ha)	74,08	12	0,15 B

De acuerdo a la tabla 16 de análisis de varianza para peso hectolítrico para grano mediano, se llegaron a los siguientes resultados. Las diferencias observadas entre bloques no fueron significativas. Para los factores estiércol y factor urea el resultado también muestra ser no significativa, lo cual indica que

aplicando diferentes niveles de estiércol y de urea no se logra obtener peso hectolítricos diferentes para grano mediano. De igual forma para la interacción de los factores estiércol y urea los resultados demuestran ser no significativos. El coeficiente de variación es de 1,14% dentro de los rangos de un buen manejo de la unidad experimental.



Tabla 16. Análisis de varianza del peso hectolítrico para grano mediano.

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor
BLOQUE	3	0,33	0,11	0,14	0,9337 NS
ESTIERCOL	2	0,72	0,36	0,45	0,6585 NS
ERROR DE LA PARCELA MAYOR	6	4,83	0,81		
UREA	2	2,06	1,03	1,34	0,2874 NS
ESTIERCOL*UREA	4	3,44	0,86	1,12	0,3778 NS
ERROR DE LA PARCELA MENOR	18	13,83	0,77		
TOTAL	35	25,22			
CV	1,14				

NS = No significativo, * = Significativo, ** = Altamente significativo, p= 0.05.

CONCLUSIONES

Se concluyó que para crecimiento de planta el factor estiércol no influyó y el factor urea influyó tanto en alturas de planta y en longitud de panoja a la madurez, aplicando dosis de 40 kg N ha⁻¹ se logró mayor altura de planta (100,96 cm) y de longitud de panoja (22,26 cm).

La aplicación de dosis de estiércol y dosis de urea, demostraron que no influyen en los días a la madurez fisiológica y también a la severidad de mildiu en la variedad Jacha Grano.

La fertilización orgánica y química permitió incrementar los rendimientos de quinua. Con la aplicación de niveles de estiércol se determinaron rendimientos similares. Con la aplicación de niveles de urea se hallaron diferencias significativas, obteniendo un mayor rendimiento de 4961,67 kg ha⁻¹ con aplicación de 40 kg N ha⁻¹ de urea.

Para calidad de grano comercial se concluyó que aplicando estiércol y urea es posible obtener mayor cantidad de grano grande y menor peso de grano mediano y pequeño, ya que con el nivel de estiércol de 4 t ha⁻¹ se determinó mayor peso de grano grande (18,92 g) y con el nivel de urea de 40 kg N ha⁻¹ se determinó (19,29 g) siendo el mayor peso obtenido que de los demás niveles.

Para peso hectolítrico para grano grande, con dosis de estiércol mostraron diferencias no significativas y con dosis de urea mostraron diferencias significativas, aplicando niveles de 40 kg N ha⁻¹ se determinó 74,08 kg Hl-1 y con el testigo se determinó 74,92 kg Hl-1.

Los niveles de estiércol y los niveles de urea, tienen efectos de manera independiente en las variables agronómicas evaluadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Blajos, J; Ojeda, N; Gandarillas, E; Gandarillas, A. (2014). *Economía de la quinua: Perspectivas y Desafíos*. Fundación PROINPA. Revista de agricultura, Nro. 54. pp. 3 - 10.
- Bonifacio, A.; Vargas, A.; Aroni, G. (2003). *Variedad "Quinua Jacha Grano"* Ficha Técnica N°6, Fundación PROINPA. La Paz, Bolivia. 4 p.
- Bonifacio, A.; Vargas, A; Alcon, M; Apaza R. (s.f). *Resistencia de la quinua frente a la enfermedad del mildiu* (en línea). Consultado 23 de mar. de 2017. Disponible en <http://www.proinpa.org.pdf>
- Chilón, E. (1997). *Fertilidad de suelos y nutrición de plantas: Prácticas de campo, invernadero y laboratorio*. Edición, CIDAT. La Paz, Bolivia. 185 p.
- Chilón, E. (2010). *Compostaje alto Andino, suelo vivo y cambio climático*. CienciAgro. Vol. 2 No. 1. pp. 221-227.
- CONACOPROQ (Consejo Nacional de Comercializadores y Productores de Quinua). (2009). *Política Nacional de la Quinua*. MDRyT (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras). 45 p.
- Mamani, I; Bonifacio, A. (2013). *Efecto del estiércol de llama (lama glama) mejorado en la calidad de grano de quinua (Chenopodium quinua)*

- willd). In Vargas, M. *Congresos Científico de la Quinoa (Memoria)*. Facultad de agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, fundación PROINPA. la Paz, Bolivia. pp. 192-202.
- MIRAGRI (Ministerio de agricultura y riego, Perú). (2015). *Miragri: Perú el principal productor de quinua del mundo según la FAO* (en línea).Gestión. Consultado el 15 de sep. de 2017. Disponible en <http://www.gestion.pe/economía/miragri-peru-principal-productor-quinua-mundo-según-organismos-internacionales-2121076>.
- Risi, J.; Rojas, W.; Pacheco, M (Eds.). (2015). *Producción y mercado de la quinua en Bolivia*. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). La Paz, Bolivia. 316 p.
- Salcedo, S.; Santibáñez, T. (2014). *Recetario internacional de la quinua: tradición y vanguardia*. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 191 p.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.). (2003). *Programa de Investigación en Calidad de Trigo*. Instituto de Ciencias Agrícolas. México. 5 p.
- Tambo, F. (2014). *Evaluación del efecto de abonos orgánicos en variedades de Quinoa (chenopodium quinoa willd.) En el centro experimental de Kiphakiphani, Viacha*. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 124 p.