



Evaluación del comportamiento del trasplante de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de bandejas a campo en sus diferentes fases fenológicas en Kiphakiphani, Viacha

Evaluation of the behavior of the transplant of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Of trays to field in its different phenological phases in Kiphakiphani, Viacha

Victor Enmanuel Rodas Arano y Alejandro Bonifacio Flores

RESUMEN:

El cambio climático trajo consigo muchas variaciones y pérdidas para los cultivos, obligando a los productores a realizar siembras repetidas e incrementando sus costos, al igual que existen otros factores externos como el ataque de pájaros, desnivel del suelo, entre otros. Siendo así que el presente trabajo proporciona una alternativa con el trasplante de quinuas para reponer las pérdidas. Como no se hicieron muchos trabajos referentes al tema, se quiere evaluar el desarrollo de las quinuas sembradas en bandejas, de igual forma se busca determinar la fase idónea para su trasplante. Para finalmente se pueda analizar las características fenológicas, morfológicas, rendimiento, calidad de grano de las quinuas trasplantadas, comparándolas con las quinuas sembradas por golpes en surcos, como se realiza en el Altiplano Norte y Central de Bolivia. La siembra se realizó el 10 de noviembre a una proporción dos de turba y una de tierra, para facilitar el traslado de las bandejas, con 3 semillas por cada hoyo, protegidas por una malla milimétrica. Posteriormente fueron trasplantados sucesivamente a campo cuando llegaban a sus respectivas fases, siendo: T1 – Fase cotiledonal, T2 – Dos hojas verdaderas, T3 – Cuatro hojas verdaderas, T4 – Seis hojas verdaderas, T5 – Ocho hojas verdaderas. Todos a una distancia de 0,5 m entre surcos y 12,5 cm entre hoyos. En un terreno abonado con estiércol de llama a razón de 10 t/ha. Empleando el Diseño de Bloques Completamente al Azar, con la prueba de medias SNK al 5%. Finalmente se pudo determinar que los trasplantes tienen una alta tasa de supervivencia de las plántulas, siendo entre 99,5 a 93,5% en campo. Por otro lado T0 (siembra directa) presenta la mejor calidad de grano que los trasplantes. En cuanto a los rendimientos se recomienda sembrar como máximo hasta T3 (cuatro hojas verdaderas), ya que posterior a ello las plantas presentan bajos rendimientos, requieren más tiempo para su formación, una menor altura y presentan deformaciones en las panojas. Con respecto al índice de cosecha y el peso hectolítrico no presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos, aceptando la hipótesis nula.

PALABRAS CLAVES:

Quinoa, Jacha Grano, trasplante, bandejas de siembra, fases fenológicas.

ABSTRACT:

Climate change brought with it many variations and losses for crops, forcing producers to carry out repeated sowings and increasing their costs, just as there are other external factors such as the attack of birds, unevenness of the soil, among others. Thus, the present work provides an alternative with the transplant of quinoa to replace the losses. As there were not many works related to the subject, we want to evaluate the development of the quinoa sown in trays, in the same way we seek to determine the ideal phase for their transplant. Finally, we can analyze the phenological, morphological, yield and grain quality characteristics of the transplanted quinoa, comparing them with the quarries sown by furrow beating, as is done in the North and Central Altiplano of Bolivia. The planting was carried out on November 10 at a ratio of two peat and one of earth, to facilitate the transfer of the trays, with 3 seeds per hole, protected by a millimeter mesh. Later they were transplanted successively to the field when they reached their respective phases, being: T1 - Cotyledonal phase, T2 - Two true leaves, T3 - Four true leaves, T4 - Six true leaves, T5 - Eight true leaves. All at a distance of 0.5 m between rows and 12.5 cm between holes. In an area fertilized with llama manure at a rate of 10 t/ha. Using the Design of Blocks Completely Random, with the test of means SNK to 5%. Finally it was possible to determine that the transplants have a high survival rate of the seedlings, being between 99.5 to 93.5% in the field. On the other hand T0 (direct sowing) presents the best grain quality than transplants. Regarding the yields, it is recommended to sow up to T3 (four true leaves), since after that the plants have low yields, require more time for their formation, a lower height and show deformations in the panicles. Regarding the harvest index and the hectoliter weight, there were no statistical differences between treatments, accepting the null hypothesis.

KEY WORDS:

Quinoa, Jacha Grano, transplant, seedling trays, phenological phases.

AUTORES:

Víctor Enmanuel Rodas Arano: Carrera Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. cronos2510@gmail.com

Alejandro Bonifacio Flores: Investigador Fundación PROINPA. a.bonifacio@proinpa.org

Recibido: 10/09/2018. Aprobado: 30/2018.



INTRODUCCIÓN

En la actualidad el Altiplano es afectado por el cambio climático en la producción de los

productores de quinua, obligando a realizar siembras repetidas, incrementando los costos de producción y disminuyendo el rendimiento.

También existen otros factores que afectan en la producción que no toman en cuenta los productores, debido a su difícil control como ser el ataque de los pájaros a las plántulas cotiledonales, el desnivel del suelo, encharcamientos de aguas, pudriciones, entre otros.

Es así que el trasplante de quinua para refallar o reponer las pérdidas, puede ser una alternativa para los productores. Sin embargo, las experiencias hasta ahora observadas no son escalables porque emplean métodos forestales (almacigo, repique y trasplante).

En el presente trabajo investigativo se recoje información sobre el desarrollo y fisiología de la variedad precoz Jacha Grano, sembrada en bandejas y trasplantada a campo en diferentes fases fenológicas, evaluando las variables fenológicas, morfológicas, para así determinar las causas o factores que inciden en el prendimiento y crecimiento de las plantas obteniendo información sobre el ciclo fenológico apropiado para el trasplante de la variedad Jacha Grano. Para finalmente comparar el rendimiento y calidad de grano de las plantas trasplantadas con las sembradas de forma normal.

METODOLOGÍA

La siembra se realizó el 10 de noviembre del 2015 con una proporción dos de turba y una de tierra para facilitar el transporte, con 3 semillas por cada hoyo de las bandejas alveoladas, protegidas por una malla milimétrica. Posteriormente fueron trasplantados sucesivamente a campo cuando llegaban a sus respectivas fases fenológicas a una

distancia de 0,5 m entre surcos y 12,5 cm entre hoyos. En un terreno abonado con estiércol de llama a razón de 10 t/ha.

Los tratamientos que se evaluaron fueron cinco tratamientos y un testigo, siendo: T0 – Siembra directa, T1 – Fase cotiledonal, T2 – Dos hojas verdaderas, T3 – Cuatro hojas verdaderas, T4 – Seis hojas verdaderas, T5 – Ocho hojas verdaderas.

Se empleó el Diseño de Bloques Completamente al Azar, con la prueba de medias SNK (Student-Newman-Keuls) al 5%, debido que esta prueba tiene una sensibilidad estadística mayor que la Duncan, además que te permite evaluar un gran número de comparaciones con medias distantes, ajustando con una mayor precisión, haciendo uso de los valores tabulares de la tabla Tukey (Ochoa, 2016).

Para determinar la fase fenológica apropiado para el trasplante de quinua a campo se tomaron las siguientes variables de respuestas: a) Porcentaje de prendimiento, b) Altura de plantas, c) Días para cada fase fenológica (desde panojamiento hasta madurez fisiológica), d) Rendimiento de grano, e) Índice de cosecha, f) Porcentaje de tamaño de grano, g) Peso hectolítrico, h) Morfología de las plantas.

RESULTADOS

La tasa de emergencia se tomó en cuenta al segundo y tercer día de la siembra en las bandejas. El porcentaje de emergencia de plántulas en bandejas protegidas con una malla fue de un 94% y al momento de llegar al trasplante se redujo a un 82,67%.

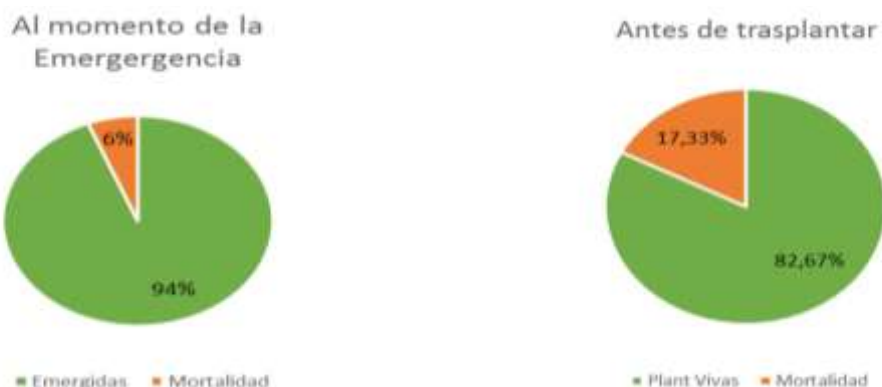


Figura 1. Porcentaje de plantas vivas y mortalidad al momento de la emergencia y antes de trasplantar a campo.

En cuanto al porcentaje de prendimiento en campo, los trasplantes obtuvieron una tasa de supervivencia del 99,5% al 93,5%, a diferencia del testigo (T0), que obtuvo una menor tasa de supervivencia con un 79,5%, debido al ataque de pájaros en las fases cotiledonales.

Tabla 2. Prueba de medias de rangos múltiples SNK al 5 % de significancia, para el número de plantas vivas.

TRATAMIENTOS	Media	n	E.E.	
T5 (Ocho hojas verdaderas)	99,50	5	0,14	a
T4 (Seis hojas verdaderas)	98,50	5	0,14	a
T2 (Dos hojas verdaderas)	96,00	5	0,14	a
T1 (Fase cotiledonal)	93,75	5	0,14	a
T3 (Cuatro hojas verdaderas)	93,50	5	0,14	a
T0 (Siembra directa)	79,50	5	0,14	b

Medias con letra común no son significativamente diferente ($p > 0,05$)

Por otro lado el tratamiento testigo (T0), fue el que alcanzó una mayor altura de planta con 91,48 cm de alto, seguido del (T2) dos hojas verdaderas y el (T1) fase cotiledonal con 89,37 y 87,8 cm respectivamente. No obstante las plantas más bajas serían el (T4) seis hojas verdaderas y (T5) ocho hojas

verdaderas con 69,96 y 59,42 cm de alto respectivamente.

Tabla 3. Prueba de medias de rangos múltiples al 5% de significancia para la altura de planta en quinua (cm).

TRATAMIENTOS	Media	n	E.E.	
T0 (Siembra directa)	91,48	25	1,83	a
T2 (Dos hojas verdaderas)	89,37	25	1,83	a b
T1 (Fase cotiledonal)	87,80	25	1,83	a b
T3 (Cuatro hojas verdaderas)	84,66	25	1,83	b
T4 (Seis hojas verdaderas)	69,96	25	1,83	c
T5 (Ocho hojas verdaderas)	59,42	25	1,83	d

Test de SNK (0,05). Medias con letra común no son significativamente diferente ($p > 0,05$)

Con respecto al tiempo para llegar a la maduración de la formación de grano acuoso, formación de grano lechoso, grano pastoso, los tratamientos T4 (seis hojas verdaderas) y T5 (ocho hojas verdaderas) son los que requirieron más tiempo para llegar a madurar. Exceptuando la madurez fisiológica que además del T4 (seis hojas verdaderas) y T5 (ocho hojas verdaderas), se añadió en el mismo grupo de medias al T3 (cuatro hojas verdaderas), siendo los que más requieren tiempo para su maduración.

Tabla 4. Prueba de medias de rangos múltiples al 5% de significancia para los días a la formación de grano acuoso, grano lechoso, grano pastoso y madurez fisiológica (días)

Test SNK (0,05)	grano acuoso		grano lechoso		grano pastoso		madur fisiol	
TRATAMIENTOS	Media		Media		Media		Media	
T5 (Ocho hojas verdaderas)	120,8	a	130,6	a	139	a	170,8	a
T4 (Seis hojas verdaderas)	119,4	a	129,2	a	139	a	169,6	a
T3 (Cuatro hojas verdaderas)	112,4	b	123,6	b	134,8	b	167,2	a
T2 (Dos hojas verdaderas)	108,2	b	119,4	b	132	b	151,6	b
T1 (Fase cotiledonal)	108,2	b	122,2	b	132	b	153,8	b
T0 (Siembra directa)	108,2	b	120,8	b	134,8	b	154,8	b

Respecto al rendimiento el tratamiento testigo T0 (siembra directa) es el que obtuvo el mayor rendimiento con 4043,18 kg/ha, seguidos del T3 (cuatro hojas verdaderas) con 3554,87 kg/ha, T2 (dos hojas verdaderas) con 3003,74 kg/ha y el T1 (fase cotiledonal) con 2994,25 kg/ha en el mismo grupo de

medias, en el segundo grupo se halla el T4 (seis hojas verdaderas) 2580,30 kg/ha y finalmente en el último grupo se halla el T5 (ocho hojas verdaderas) que obtuvo el menor rendimiento con 2088,25 kg/ha en función de la parcela útil.

Comparando con los rendimientos en función de las plantas individuales el T0 (siembra directa) va a ser siempre el tratamiento con mayor rendimientos de todos los tratamientos y el tratamiento con el más

bajo rendimiento tanto en parcela útil y planta individual va a ser siempre el T5 (ocho hojas verdaderas).

Tabla 5. Comparación de prueba de medias SNK al 5% de nivel de significancia para el rendimiento de las parcelas útiles y las plantas individuales de la quinua (kg/ha)

Rendimiento por Parcela Útil (kg/ha)			Rendimiento por Planta Individual (kg/ha)		
Tratamientos	Media		Media	Tratamientos	
T0	4043,18	A	A	5386,80	T0
T3	3554,87	A B	A	5163,57	T2
T2	3003,74	A B C	B A	4610,43	T3
T1	2994,25	A B C	B A	3967,16	T4
T4	2580,30	B C	B A	3950,23	T1
T5	2088,25	C	B	3001,44	T5
CV	20,51		24,91	CV	
P-valor (trat)	0,013		0,023	P-valor (trat)	
E.E.	279,25		484,25	E.E.	

Con relación al tamaño de granos el tratamiento T0 (siembra directa) es el que obtuvo el mayor porcentaje de granos grandes con un 23,08 %, 72,46 % para mediano y 4,46 % para grano pequeño, siendo la mejor categoría de granos de todos los

tratamientos. Por el contrario el T5 (ocho hojas verdaderas) obtuvo la peor calidad de grano grande con un 2,38 %, 86,88 % para grano mediano y obteniendo la mayor cantidad de granos pequeños o ch'usus con un 10,74 %.

Tabla 6. Comparación de prueba de medias SNK al 5% del porcentaje de granos grandes, medianos y pequeños en porcentajes (%).

Test SNK (0,05)	grano grande		grano mediano		grano pequeño	
TRATAMIENTOS	Media		Media		Media	
T0 (siembra directa)	23,08	a	72,46	a	0,55	a
T1 (Fase cotiledonal)	6,52	b	86,76	b	6,72	b
T2 (Dos hojas verdaderas)	6,1	b c	86,08	b	7,82	b
T3 (Cuatro hojas verdaderas)	5,2	c	87,5	b	7,3	b
T4 (Seis hojas verdaderas)	3,7	d	88,5	b	7,8	b
T5 (Ocho hojas verdaderas)	2,38	e	86,88	b	10,74	c

Analizando la morfología de las plantas los T4 (seis hojas verdaderas) y T5 (ocho hojas verdaderas) presentaron una notoria deformación en la forma de las panojas, presentando muchas ramificaciones, imposibilitando identificar el tallo principal.

Una explicación se puede deber a que la planta se ramificó de esta manera para poder abarcar

más superficie para obtener mayor iluminación lo que explicaría el porqué de estos últimos tratamientos, se halló un gran porcentaje de granos pequeños verdes, debido a que no llegaron a madurar a tiempo. Otros factores también se pueden deber al daño en los meristemos apicales o alguna alteración de la hormona auxina en la planta por el estrés de en las raíces.



Primeros cuatro trat. T0, T1, T2 y T3



T4 (seis hojas) y T5 (ocho hojas)

Figura 2. Detalle de las ramificaciones de los tratamientos

Finalmente con respecto al índice de cosecha y el peso hectolítrico, y días a la fase de panojamiento y la fase de floración, no presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos, aceptando la hipótesis nula.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se pudo determinar que todos los trasplantes tienen una alta tasa de supervivencia de las plántulas, siendo entre 99,5 a 93,5% en campo a diferencia del T0 (siembra directa) con un 79,5%, estas pérdidas se deben a una serie de factores que afectan en un 40% al 50% tal como lo describe (Gómez y Aguilar, 2016) como la poca profundidad de siembra, secado de las plantas, (Mujica, Izquierdo y Marathee, 2001) la podredumbre radicular debido al exceso de humedad que afectan a los cultivos en un 20 %, pero la principal razón es debida al ataque de pájaros ya que las hojas cotiledonales se les ve apetecibles por llevar el epispermo (Saravia *et al.*, 2014).

En cuanto al rendimiento el tratamiento T0 (siembra directa) es el que obtuvo mayor rendimiento

con 4043,18 kg/ha datos cercanos a (Bonifacio *et al.*, 2012) que obtuvo valores de 1600 a 2000 kg/ha para valores experimentales en Jacha Grano. Al igual que trabajos de tesis como (Apaza, 2016) consiguió 1312 kg/ha en Ayo-Ayo y Tambo (2014) obtuvo 4008 kg/ha en Kiphakiphani o el lugar de estudio donde se realizó la investigación.

Por otro lado T0 (siembra directa) presenta la mejor calidad de grano que los trasplantes. En cuanto a los rendimientos se recomienda sembrar como máximo hasta T3 (cuatro hojas verdaderas), ya que posterior a ello las plantas presentan bajos rendimientos, requieren más tiempo para su formación, una menor altura y presentan deformaciones en las panojas.

Finalmente el índice de cosecha y el peso hectolítrico no presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos, aceptando la hipótesis nula.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Apaza, B. (2016). *Comportamiento agronómico de nueve líneas avanzadas de quinua (chenopodium quinoa willd.), en la comunidad Sullcavi - Junotoque, municipio de Ayo Ayo provincia Aroma*. Tesis de Licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz - Bolivia. 47-77 p.
- Bonifacio, A., Aroni, G. y M. Villca, (2012). *Catálogo Etnobotánico de la Quinoa Real*. Cochabamba. PROINPA.
- Gómez, L. y E. Aguilar. (2016). *Guía de cultivo de la quinua*. Programa de Investigación y Proyección Social de Cereales y Granos Nativos Facultad de Agronomía. Segunda Edición. Universidad Nacional Agraria La Molina. Peru, Lima.
- Mujica, A., J. Izquierdo & J.P. Marathee. (2001). *Origen y descripción de la quinua*. pp. 9-29 En: Mujica, A., S. E. Jacobsen, J. Izquierdo & J. P. Marathee (eds.) *Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.): Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro*. FAO, UNA, Puno, CIP. Santiago de Chile.
- Ochoa, R. (2016). *Diseños Experimentales*. Segunda edición. Impreso en La Paz – Bolivia. pp 352 - 353.
- Saravia, R; Plata, G; Gandarillas, A. (2014). *Plagas y enfermedades del cultivo de quinua*. Cochabamba, BO, Fundación PROINPA; 148 p.
- Tambo, F. (2014). *Evaluación del efecto de abonos orgánicos en variedades de quinua (chenopodium quinoa willd.) en el centro experimental de Quipaquipani, Viacha*. Tesis de licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz - Bolivia.