

ADAPTACIÓN DE ACCESIONES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.), BAJO CONDICIONES DE TRÓPICO HÚMEDO EN SAPECHO, BOLIVIA

Adaptation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) accessions under humid tropical conditions in Sapecho, Bolivia

Luz Mery Flores Terán¹, Juan José Vicente Rojas², Félix Fernando Manzaneda Delgado³

2026 | Vol. 13(2) | ISSN 2518 – 6868 | Recibido: [30/03/2026] · Aceptado: [30/04/2026] · Publicado: [29/09/2026]
<https://doi.org/10.53287/riiarn.8k391>

RESUMEN

La quinua destaca por su calidad en aminoácidos y versatilidad en su consumo, su producción se ha difundido a diferentes latitudes de las zonas tradicionales. El ensayo se realizó en la Estación Experimental Sapecho, departamento de La Paz, Bolivia a 450 msnm, 15°32' de latitud sur y 67°23' de longitud oeste, para evaluar la adaptación de 10 accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), valorando días a la emergencia, longitud de panoja, altura de planta, diámetro del tallo, área de hoja, peso panoja, peso de semilla por planta. Diseño es un estudio correlacional. Análisis estadístico desde la estadística descriptiva; tendencia central y dispersión, biviada; coeficiente de correlación lineal, ANVA, multivariada; análisis de componentes principales y conglomerados, con programas XLStat y R 4.1.0. El peso de panoja es 17,2±10,2 g (CV= 59,15%), peso semilla/planta 8,5±3,3 g (CV=38,92%), destacando Chuspi Rojo, Huganda, ACC-2940, ACC-3078, materia verde 9,25±4,23 t ha-1 (CV=43,41%), valores que muestran una considerable variación atribuida al factor climático, días a la cosecha; 88±3 días, con precipitación acumulada 249 mm y temperatura promedio 24,7°C. Los coeficientes de correlación; peso semilla y longitud panoja (r=0,69), peso semilla y altura planta (r=0,70), peso panoja con peso de semilla (r=0,89). El análisis de conglomerados estructuró el Grupo 1: Jacha Grano, Noventona, Grupo 2: Ximena, ACC-3078, Kurmi, Phitu Jupha y Grupo 3: Rojo, Chuspi Rojo, Huganda, ACC-2940, donde 2 y 3 tienen mejor promedio de variables agronómicas respecto al 1, con diferencias significativas (P<0,05) según el ANVA. La adaptación permitió seleccionar 5 accesiones de Quinua: Huganda, ACC -2940, Rojo, Kurmi y Chuspi Rojo, para su validación en la próxima campaña, los cuales se encuentran en proceso de evaluación a condiciones climáticas de Sapecho.

Palabras clave: *Chenopodium quinoa* Willd., Accesiones, Agronomía, Adaptación.

ABSTRACT

Quinoa is notable for its high amino acid content and versatility in consumption, and its production has spread to different latitudes beyond its traditional growing regions. This trial was conducted at the Sapecho Experimental Station, La Paz Department, Bolivia, at 450 meters above sea level, 15°32' south latitude and 67°23' west longitude, to evaluate the adaptation of 10 quinoa accessions (*Chenopodium quinoa* Willd.). Variables assessed included days to emergence, panicle length, plant height, stem diameter, leaf area, panicle weight, and seed weight per plant. The study design was correlational. Statistical analysis included descriptive statistics (measures of central tendency and dispersion), bivariate analysis (linear correlation coefficient), ANOVA (analysis of variable variance), multivariate analysis (principal component analysis), and cluster analysis, using XLStat and R 4.1.0 software. The panicle weight is 17.2±10.2 g (CV= 59.15%), seed weight/plant 8.5±3.3 g (CV=38.92%), with Chuspi Rojo, Huganda, ACC-2940, and ACC-3078 standing out. Green matter content is 9.25±4.23 t ha-1 (CV=43.41%), values that show considerable variation attributed to the climatic factor. Days to harvest: 88±3 days, with accumulated precipitation of 249 mm and an average temperature of 24.7°C. The correlation coefficients are: seed weight and panicle length (r=0.69), seed weight and plant height (r=0.70), and panicle weight and seed weight (r=0.89). Cluster analysis structured the accessions into Group 1: Jacha Grano, Noventona; Group 2: Ximena, ACC-3078, Kurmi, Phitu Jupha; and Group 3: Rojo, Chuspi Rojo, Huganda, ACC-2940. Groups 2 and 3 had better average agronomic variables compared to Group 1, with significant differences (P<0.05) according to ANOVA. Adaptation allowed the selection of five quinoa accessions—Huganda, ACC-2940, Rojo, Kurmi, and Chuspi Rojo—for validation in the next growing season. These accessions are currently being evaluated under the climatic conditions of Sapecho.

Keywords: *Chenopodium quinoa* Willd., Accessions, Agronomy, Adaptation

¹ Docente Investigadora de la Estación Experimental Choquenaira. Facultad de Agronomía-UMSA. Email: floresteranluzmery@gmail.com.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8810-198X> . La Paz, Bolivia.

² Docente Investigador. Facultad de Agronomía-UMSA. Email: jvicens@umsa.bo . ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9049-4668> . La Paz, Bolivia.

³ Docente Investigador. Facultad de Agronomía-UMSA. Email: fmanzaneda@umsa.bo . ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0169-2411> . La Paz, Bolivia

INTRODUCCIÓN

La región de Alto Beni, Bolivia, está caracterizada por la prevalencia de la producción cacaotera. En este contexto, se han realizado esfuerzos enfocados en la generación de ingresos de su sistema productivo basada principalmente en la producción de cacao y frutales como la diversidad de cítricos y aquellos cultivos de consumo diario como la yuca, arroz, maíz, plátano que es el sustento de la economía familiar de la región del Alto Beni.

La quinua se cultiva en sud américa en zonas geográficas desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm, con precipitaciones de 0 a 1000 mm, suelos de diferentes texturas y rango de pH entre 4 a 9. Temperaturas debajo de cero a más de 30°C. Dentro de estas condiciones los estreses más frecuentes son sequías, heladas, salinidad, plagas y otros factores. La tecnología es variable, desde tradicional hasta moderna altamente tecnificada, los rendimientos varían de 1 a 7 t/ha, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2016).

Uno de los mayores éxitos de tropicalización ocurrió en Brasil con la variedad "BRS Piabiru", la primera adaptada específicamente para las condiciones del Cerrado, demostrando que la quinua puede ser un cultivo de rotación altamente rentable fuera de las montañas. Un compendio global que incluye capítulos específicos sobre la expansión del cultivo a nivel mundial y su adaptación a diferentes climas (Bazile, et al. 2014). Para profundizar este concepto, una de las fuentes más autorizadas proviene de las investigaciones realizadas en Brasil y Bolivia por instituciones como EMBRAPA o la UAGRM (Spehar y Santos, 2005).

Actualmente, la empresa privada de Santa Cruz y PROINPA, evalúa siembras de invierno, lo que se ha llamado la tropicalización de la quinua de variedades de valle, los primeros resultados muestran evidencias de variaciones morfológicas y genéticas debido al efecto de las altas temperaturas; pero ha sido posible obtener grano y cosechar semilla. (Gandarillas, A. et ál. (2013). La Facultad Integral del Noreste (FINE) de la Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno, ha tenido buen recibimiento. "Con la escasez de alimentos, sabemos que el 2023 no viene con una

seguridad alimentaria garantizada y tenemos fe que este nuevo cultivo podría ser la alternativa que necesitamos en el agro" indica Pedro Mamani Oliva, agricultor de los valles cruceños que pretende probar esta nueva variedad en su tierra, Revista Multimedia Agropecuaria (PUBLIAGRO, 2025).

Otro estudio titulado "Evaluación agronómica de diez variedades de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) en la Estación Experimental de Sapecho", entre sus resultados se destaca; 127 días a la cosecha, producción promedio de materia verde 16 t ha⁻¹, puede ser un buen potencial para elaborar forraje y la y las hojas tiernas como verdura fresca y cocidas (Manzaneda, 2016).

Por ello la investigación tuvo como objetivo, evaluar el efecto de los factores edafoclimáticos en la adaptación de accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en la Estación Experimental Sapecho, utilizando material vegetal de las zonas tradicionales que tiene su origen de los Andes fríos y secos a las condiciones climáticas de tierras baja, específicamente a regiones con climas tropicales y subtropicales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Como se observa en la Figura 1, el ensayo se realizó los predios de la Estación Experimental Sapecho, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, ubicado en el departamento de La Paz, a 280 km, geográficamente está localizada entre 15° 31' de latitud sur y 67° 26' de longitud oeste, altitud de 450 msnm, temperatura media 27 °C y precipitación pluvial promedio de 1800 mm por año, suelo franco arcilloso y franco arenoso y un pH de 6.19 (CUMAT/COTESU, 2021).

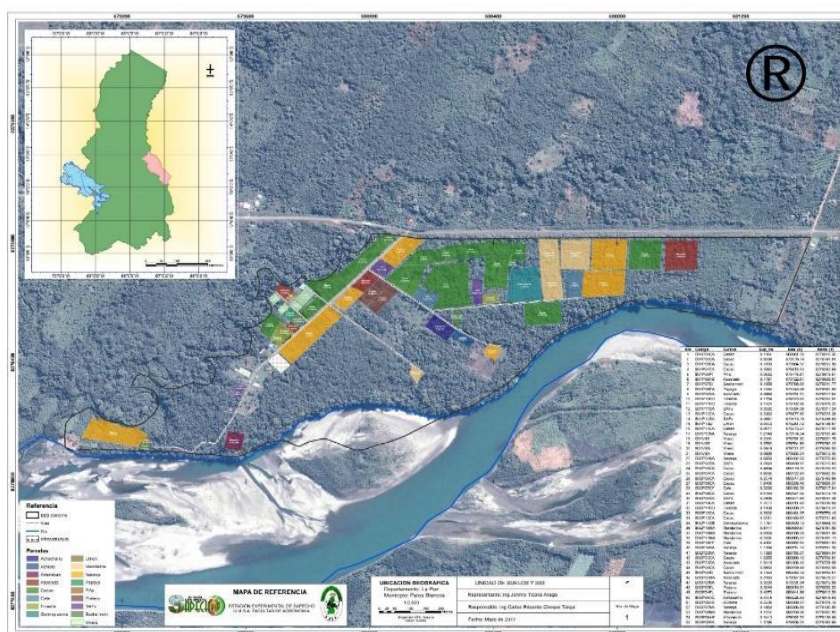


Figura 1. Ubicación geográfica del área experimental (Choque, 2020)

Metodología

Material vegetal

Se utilizaron diez accesiones de quinua: Jacha grano, ACC-3078, Rojo, Kurmi, Chuspi Rojo, Phitu Jupha, ACC – 2940, Huganda, Noventona y Ximena provenientes de banco de germoplasma de la Estación Experimental de Choquenaira, ubicada en el Distrito 3 de la localidad de Viacha, en la Provincia Ingavi del Departamento de La Paz, a 16°41'38" de latitud sur y 68°17' 32" longitud oeste; a una distancia de 32 km al sudoeste de la ciudad de La Paz y 6 km hacia el sur de la localidad de Viacha, a 3850 msnm (Mamani, 2004).

Procedimiento y unidad experimental

Se acondicionó el terreno con el roturado, rastrado y nivelado. La siembra se realizó en la campaña de invierno en parcelas de 5 metros de largo en surcos de 80 cm para facilitar una serie de labores culturales que se practican, profundidad no mayor a 2 cm, para luego cubrir con una capa fina de tierra. Se realizó el raleo de las plantas dejando un espacio aproximadamente de 20 cm entre plantas, para evitar la competencia por agua, nutrientes y luz, eligiendo las plantas más vigorosas con aproximadamente 30 plantas por unidad experimental.

Para el control de plagas se aplicó productos orgánicos y químicos, para la presencia de aves se

materiales que los ahuyenten en la parcela de estudio.

La cosecha se llevó a cabo una vez que las plantas alcanzaron su madurez fisiológica, lo cual se manifestó en el cambio de color de estas y en la dureza de los granos al ser presionados con los dedos. Este proceso se realizó manualmente, por cultivares para prevenir la mezcla de las diferentes especies.

Variables de evaluación

Las variables agronómicas fueron evaluadas cada 15 días en la fase vegetativa y una al final de la madurez fisiológica: Días emergencia (DEM), Longitud panoja (LP), Altura planta (AP), Diámetro tallo (DT), Área hoja (AH), Peso panoja (PP), Peso semilla (PS), Días Cosecha (DC) y Materia Verde (MV).

Los registros de temperatura y precipitación, se utilizaron datos del SENAMHI de la gestión 2025, de la estación meteorología de El Ceibo de la localidad de Sapecho.

Análisis estadístico

Corresponde a un estudio correlacional. El análisis estadístico empleado comprendió desde la estadística descriptiva; tendencia central y dispersión, bivariada; coeficiente de correlación lineal, análisis de varianza, multivariada; análisis de componentes principales y conglomerados, mediante los programas XLStat y R 4.1.0.

procedió con el colocodo de mallas anti-pájaros

RESULTADOS Y DISCUSION

Precipitación y Temperatura

Los resultados, mostrados en la Figura 2, revelan una considerable variación atribuida al factor climático durante el periodo de implementación del cultivo (campaña de invierno).

Se destaca los días a la cosecha; 88 ± 3 días con una precipitación acumulada de 249 mm.

La variación de la temperatura durante el periodo de evaluación registro una maxima de $34,11^{\circ}\text{C}$, la minima fue $15,3^{\circ}\text{C}$ y la temperatura promedio de $24,7^{\circ}\text{C}$ a las cuales se expuso los cultivares de quinua, como se observa en la Figura 3.

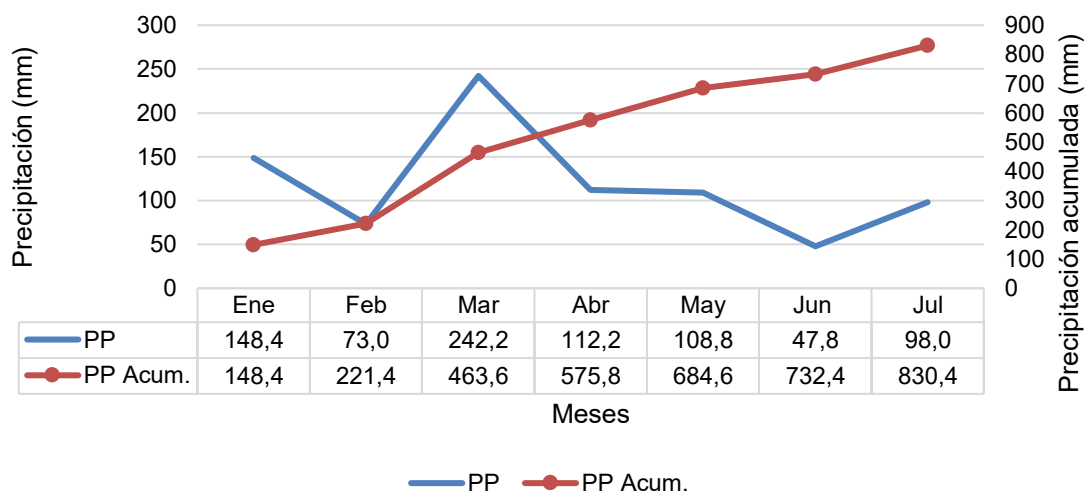


Figura 2. Comportamiento de la precipitación

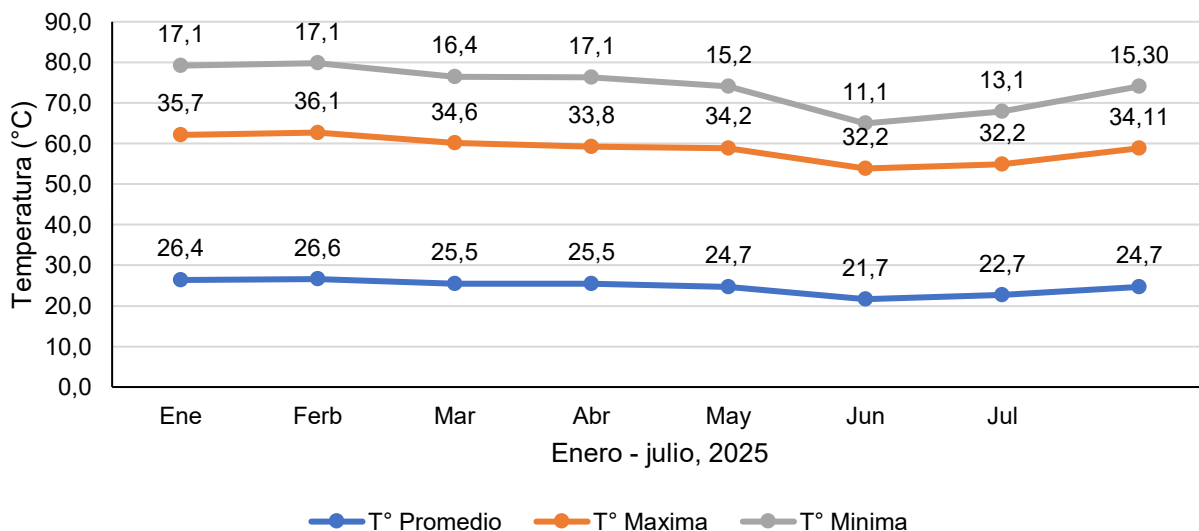


Figura 3. Comportamiento de la temperatura

Según Mujica *et al.* (2020), menciona que la quinua presenta fases fenológicas bien marcadas y diferenciadas, las cuales permiten identificar los cambios que ocurren durante el desarrollo de la planta. Su ciclo fenológico desde la siembra hasta la cosecha dura desde los 87 días hasta los 240 días, sin embargo, la mayoría de las accesiones de quinua maduran entre los 145 a 180 días.

Según Mujica *et al.* (2004), la temperatura media adecuada para la quinua varía de 8 a 20 °C, sin embargo, se tiene un desarrollo adecuado del cultivo con temperaturas medias y altas de hasta 25°C y bajas de hasta - 8°C gracias a sus mecanismos de escape y tolerancia a bajas temperaturas.

Así mismo indican que las temperaturas extremas por encima de los 38°C producen aborto de flores y muerte de estigmas y estambres, imposibilitando la formación de polen y por lo tanto impidiendo la formación de grano. Sin embargo, las precipitaciones aceptables mínimas son de 200 a 250 mm anuales, como es el caso del altiplano sur boliviano.

Variables agronómicas

Tabla 1. Estadística descriptiva de nueve variables agronómicas en diez accesiones de quinua

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica	CV
DEM	4,00	6,00	5,00	0,82	16,33
LP	26,40	67,52	47,67	12,25	25,70
AP	51,00	131,32	86,15	23,66	27,46
DT	7,30	12,38	9,62	1,73	18,02
AH	32,40	72,56	52,18	14,47	27,73
PP	5,00	36,00	17,20	10,17	59,15
PS	4,00	13,00	8,50	3,31	38,92
DC	85,00	91,00	88,30	2,98	3,38
MV	4,00	16,10	9,75	4,23	43,41

Nota: DEM: Días emergencia, LP: Longitud panoja, AP: Altura planta, DT: Diámetro tallo, AH: Área hoja, PP: Peso panoja, PS: Peso semilla, DC: Días Cosecha, MV: Materia Verde

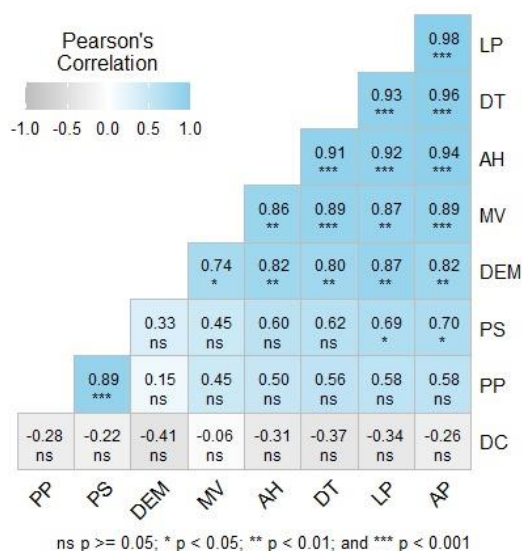
Se tiene el peso de panoja con $17,2 \pm 10,2$ g (CV=59,15%), el peso de semilla por planta $8,5 \pm 3,3$ g (CV=38,92%), destacando los cultivares Chuspi Rojo, Huganda, ACC-2940, ACC-3078, altura de planta $86,15 \pm 27,46$ cm, valores que muestran una considerable variación atribuida al factor climático de la región de Sapecho.

Los estudios de Mamani (2016), muestra que existe una pequeña diferencia aritmética en los promedios de longitud de panoja de 20,8 a 24,9 cm, esto es debido a factores aleatorios de las muestras o también podría ser a factores climáticos como la temperatura y no así a la aplicación de los tratamientos ni al bloquear. Por otro lado, observa una pequeña diferencia numérica en la altura de la planta de 86,72 cm a 98,6 cm, esta variación se debe a las condiciones de temperatura y precipitación o también a la aleatoriedad de las muestras tomadas, pero no al tratamiento. Así mismo PROINPA (2021) indica que la altura de la planta del Jach'a Grano es 0,9

a 1,2 m en el norte y centro del altiplano.

Por otro lado, en la Tabla 1, observamos la cantidad de materia verde (MV) obtenida en el ensayo registra un valor de $9,25 \pm 4,23$ t ha⁻¹ (CV=43,41%), valores que muestran una considerable variación atribuida al factor climático como la temperatura, precipitación y tipo de suelo. La madurez fisiológica de las accesiones de quinua, de los días a la cosecha (DC); las de mayor preciosidad a los 85 días y las de mayor duración a los 91 días, dentro del promedio de 88 ± 3 días.

El estudio realizado en la Estación Experimental de Choquenaira, enfocado en la aplicación de biofertilizantes líquidos (biol), la producción de materia verde en la variedad Jacha Grano es 12.30 a 15.60 t ha⁻¹ y la variedad Real es de 10.15 a 13.40 t ha⁻¹, de materia verde (Quispe 2019).



Nota: DEM: Días emergencia, LP: Longitud panoja, AP: Altura planta, DT: Diámetro tallo, AH: Área hoja, PP: Peso panoja, PS: Peso semilla, DC: Días Cosecha, MV: Materia Verde

Figura 4. Matriz de coeficientes de correlación lineal de nueve variables agronómicas en diez accesiones de quinua

Según Manzaneda (2016), se tienen mayor cantidad de materia verde en el cultivar Aynoca $17,2 \text{ t ha}^{-1}$, y menor cantidad la variedad Globuliformes con 14 t ha^{-1} , aun con estos resultados es superior a lo que se produce en zonas tradicionales de cultivo.

En la figura 4, la matriz del coeficiente de correlación de las nueve variables agronómicas de las accesiones de quinua, entre las relaciones altamente significativas tenemos a la variable días a la emergencia con las variables altura de planta, longitud de panoja, diámetro tallo y área de hoja. Otra relación de importancia se encuentra en la variable materia verde con las variables área de hoja y longitud de planta, expresando con estas una asociación positiva.

El análisis de coeficientes de correlación de Pearson reveló una sinergia positiva entre los caracteres evaluados. Las variables estructurales (altura de planta y longitud de panoja) presentaron coeficientes de $(r=0,70)$ y $(r=0,69)$ respectivamente en relación con el peso de la semilla. No obstante, la correlación más alta se registró entre el peso de la panoja y el peso de la semilla $(r=0,89)$, indicando que la selección indirecta a través del peso de la panoja sería altamente efectiva para incrementar el rendimiento. Al incrementar valores de una variable, la otra variable también incrementa o viceversa.

Por lo que estos valores de correlación obtenidos

indica que ambas están directamente relacionadas, a menudo influenciadas por factores comunes. La materia verde (MV) muestra una dependencia crítica del área foliar $(r=0,89)$, lo que valida la eficiencia del aparato fotosintético en la acumulación de biomasa fresca bajo estas condiciones ambientales.

Análisis de conglomerados

El dendrograma de agrupamiento jerárquico de nueve variedades agronómicas en diez accesiones de quinua para su tropicalización fue construido con base a distancia euclídea y método de Ward.

La Figura 5, muestra la formación de grupos homogéneos internamente y heterogéneos entre sí y la similitud como la proximidad de variables respecto de las accesiones, en este caso los valores de rangos altos de la distancia euclídea muestran menor similitud. El análisis de conglomerados permitió estructurar 3 grupos; Grupo A; Jacha Grano, Noventona, Grupo B; Ximena, ACC-3078, Kurmi, Phitu Jupha y Grupo C; Rojo, Chuspi Rojo, Huganda, ACC-2940, donde el grupo B y grupo C presentaron un mejor promedio de variables agronómicas respecto del grupo A.

Según el análisis de varianza, presenta diferencias significativas $(P<0,05)$. Comparando entre las medias de los tres grupos.

Tabla 2. Resumen de ANVA entre grupos de diez accesiones de quinua

Grupo	Días a la emergencia	Longitud panoja (cm)	Altura planta (cm)	Diámetro tallo (mm)	Área hoja (cm ²)	Peso fruto (g)	Peso semilla (g)	Días Cosecha	Materia verde (t ha ⁻¹)
1	4 b	28,985 c	54,19 c	7,42 b	34,39 c	6,5 b	4,5 b	91 a	4,8 b
2	5 ab	46,763 b	80,81 b	9,198 ab	46,242 b	15,25 ab	8,25 a	88 a	8,9 ab
3	5,5 a	57,92 a	107,465 a	11,145 a	67 a	24,5 a	10,75 a	87,25 a	13,075 a
CV (%)	13,093	11,998	14,3	10,658	11,029	17,465	14,15	3,336	14,342
p-value	0,088	0,002	0,004	0,011	0,001	0,048	0,035	0,38	0,021

El Grupo 1: Jacha Grano y Noventona, la emergencia es a los 4 días y los días a la cosecha a 91 días, el Grupo 2: Ximena, ACC-3078, Kurmi y Phitu Jupha, dentro los 5 días a la germinación y 88 días a la cosecha y el Grupo 3: Rojo, Chuspi Rojo, Huganda y ACC-2940, la emergencia es a los 5 días con un ciclo de 87 días a la cosecha.

La Quinua Real, característica del Altiplano Sur boliviano, es de ciclo largo, requiriendo entre 180 a 200 días para completar su desarrollo. Este periodo es necesario para la acumulación de almidón y el tamaño característico del grano, mayor a 2,2 mm (Condori, 2021)

El ciclo vegetativo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) variedad Toledo en el Altiplano Central presenta una duración promedio de 178 días desde la siembra hasta la madurez fisiológica, viéndose afectado principalmente por la disponibilidad de humedad en el suelo (Choque, 2020).

Las variedades objeto de estudio son más precoces, así tenemos por ejemplo la accesión Belén 2000; alcanza su madurez fisiológica a los 122 días y la Surumi y Kurmi 131 días, son las que llevan más tiempo para la cosecha, como promedio se tiene 126,7 días. Respecto a la máxima altura de desarrollo se tiene a la variedad Aynoca con 128 cm y la altura mínima alcanzada es la variedad Globuliforme con 112 cm., en promedio 119,1 cm. (Manzaneda, 2016).

CONCLUSIONES

La adaptación a condiciones climáticas de Sapecho permitió seleccionar 5 accesiones de Quinua: Huganda, ACC -2940, Rojo, Kurmi y Chuspi Rojo.

La altura de planta (AP) máxima alcanza 131,32 cm y la mínima 51,00 cm., en promedio de 86,15 ± 23,66 cm; y la madurez fisiológica se dio en un periodo de tiempo de 88,30 ± 3 días a la cosecha (DC), siendo las más precoces a los 85 días y la de mayor duración a los 91 días.

La evaluación del peso de la panoja (PP), registra en promedio 17,2±10,2 g (CV= 59,15%), donde el peso mínimo de 7 g y un máximo de 27,2 g. Respecto al peso de semilla por planta (PS) se tiene 8,5±3,3 g, destacando los cultivares Chuspi Rojo, Huganda, ACC-2940, ACC-3078, valores que muestran una considerable variación atribuida al factor climático condiciones en las que se implementaron las accesiones de quinua.

Finalmente, la evaluación nos permitió determinar la materia verde (MV) que registró 9,25 ± 4,23 t ha⁻¹ (CV=43,41%), con valores que muestran una considerable variación debidos a las condiciones climáticas en proceso de adaptación de los cultivares la quinua en Sapecho, con una precipitación acumulada de 249 mm, temperaturas máximas de 34,11°C y mínimas de 15,3°C.

AGRADECIMIENTOS

A la Estación Experimental Choquenaira (EECH) dependiente de la Facultad de Agronomía por la provisión del material vegetal, al Ing. M.Sc. Juan José Vicente Rojas, Docente e Investigador en Diseños Experimentales y Experto en Granos Andinos.

BIBLIOGRAFÍA

- Bazile, D., Bertero, D., & Nieto, C. (2014). Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013. FAO & CIRAD. <https://share.google/kxvz4kDYDo9vRo5Wk>
- Condori, E. (2021). Determinación de los estados fenológicos de la Quinua Real Blanca en función a los grados día calor en el municipio de Uyuni. Tesis de Grado, Universidad Autónoma Tomás Frías. Potosí – Bolivia.
- Choque, C. (2020). Mapa de georeferenciación de parcelas de la Estación Experimental Sapecho. Facultad de Agronomía. Informe Técnico.
- Choque, J. (2020). Evaluación del rendimiento de tres variedades de quinua bajo riego suplementario en el municipio de Salinas de Garci Mendoza. Tesis de Grado, Universidad Técnica de Oruro. Oruro – Bolivia.
- CUMAT/CUTESU (Capacidad de Uso Mayor de la Tierra), 2020. Capacidad de uso mayor de la tierra, proyecto Alto Beni. Informe técnico. La Paz, Bolivia. pp.146
- FAO (2016). Normas para bancos de germoplasma de recursos filogenéticos para la alimentación y la agricultura. Roma: Comisión de recursos genéticos para la alimentación y la agricultura. FASO. <https://www.fao.org/3/i3704s/i3704s.pdf>.
- Gandarillas, A., Rojas, W., Bonifacio, A. & Ojeda, N. (2013). CAPÍTULO: 5.1.a TÍTULO: La Quinua en Bolivia: perspectiva de la Fundación PROINPA. La Paz, Bolivia. <https://share.google/yOr1UZzJs9ILqlvh3>.
- Mamani Ticonipa, NB. 2016. Respuesta de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), a la aplicación de biol en diferentes fases fenológicas en la estación experimental Choquenaira. Tesis de Grado Facultad de Agronomía. UMSA. La Paz – Bolivia. 128 p. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/6833>.
- Mamani, F. (2004). Evaluación agronómica de variedades de quinua. Informe Anual de la Estación Experimental de Belén, Facultad de Agronomía-UMSA, La Paz, Bolivia.
- Manzaneda, F. 2016. Evaluación agronómica de diez variedades de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en la Estación Experimental de Sapecho. Revista APTHAPI, 2(1), 31–36. <https://share.google/5DIIf9tIRgi3sA9bA>.
- Mujica, A., Jacobsen, S. E., Izquierdo, J. & Marathée, J. P. (2020). Agronomía del cultivo de la quinua: (*Chenopodium quinoa* Willd.): Ancestral cultivo andino, Alimento del presente y futuro. CIP, UNAP, FAO. Santiago-Chile 214 p.
- Mujica, A. & Jacobsen, S. E. (2004). Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Ancestral Cultivo. Alimento del Presente y Futuro. Puno. Perú. Unidad de Publicaciones U.N.A. Puno.
- PROINPA, 2021, Variedad quinua Jach'a Grano, fertilización, 2da edición, La Paz- Bolivia, pp 4.
- PUBLIAGRO. La Quinua tropicalizada: Investigación, mejoramiento genético y avances en el cultivo (en línea). Multimedia agropecuaria. Consultado el 2 feb. 2025. Disponible en <https://www.bloomberglinea.com/2022/07/07/quinua-tropical-el-nuevo-grano-que-podria-salvar-la-escasez-de-alimentos-en-bolivia/>. <https://www.bloomberglinea.com/2022/07/07/quinua-tropical-el-nuevo-grano-que-podria-salvar-la-escasez-de-alimentos-en-bolivia/>.
- Quispe, M. (2019). Efecto de la aplicación foliar de biol en el rendimiento de materia verde y grano de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la Estación Experimental de Choquenaira Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés (UMSA).
- Spehar C. R., & Santos, R. L. (2005). Quinoa BRS Piabiru: out-of-season crop for the Brazilian savannah. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 40(6), 609-611. <https://apct.sede.embrapa.br/pab/article/view/7000>.
- Tapia M; Frías M. 2007, Guía de Campo de los Cultivos Andinos: Agronomía de los Cultivos Andinos; Granos Andinos, FAO y Asociación Nacional de Productores Ecológicos del Perú, Lima, Perú, 222 p. <https://share.google/4GoMxiXLTY4bnqjje>.