



ARTÍCULO ORIGINAL

## CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA Y MORFOLÓGICA DE LAS ACCESIONES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) OBTENIDAS ANCESTRALMENTE VÍA DESCRIPTOR BIOVERSITY INTERNATIONAL

### AGRONOMIC AND MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF QUINOA (*Chenopodium quinoa* Willd) ACCESSIONS OBTAINED ANCESTRALLY VIA DESCRIPTOR BIOVERSITY INTERNATIONAL

Rigoberto Laura Sucasaca<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación y Producción de Camacani e Illpa, instalaciones del Banco de Germoplasma de Quinoa, Distrito de Platería, Provincia - Departamento de Puno

#### RESUMEN

La quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) es una planta herbácea anual, cultivo de grano que se originó por su robustez en las regiones andinas del Perú y Bolivia, principalmente en el altiplano, en la que se practica una agricultura propia, donde el conocimiento ancestral de su variabilidad es patente en valor nutricional, ambiental – ecológico (huella hídrica), ritual, pigmentos carofil antocianina (coloración); este trabajo se inició el 15 de octubre del 2019 y finaliza enero del 2022, en los centros experimentales de Camacani e Illpa de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, cuyo objetivos son: Caracterización agronómica y morfológica a fin de identificar las diversas estructuras anatómicas, asemejar las diversas estructuras agrarias y determinar el nivel de rendimiento de 24 accesiones de quinoa, utilizando la metodología de aleatorización, según descriptor Bioversity International. El diseño estadístico experimental es factorial de 2 x 2, diseño bloque completamente al azar. Los resultados del análisis de varianza reflejaron valores altos que se encuentran en los caracteres cuantitativos que fueron sometidos a ANOVA y presentan diferencias significativas comparadas con la prueba de Duncan. Las conclusiones muestran en la accesión Maranga obtuvo 5,84 gr. es más alto peso, seguido por Salcedo INIA (5,05 g.), y Blanca de Juli (5,02 g.); en el rendimiento Negra Kollana (2,67 g), Misa<sup>2</sup> (3,01g.); el rendimiento en parcelas, accesión Kancolla (0,652 Kg/parcela), seguido por Choclito (0,567 kg/parcela), seguido por Blanca de Juli (0,523 kg/parcela); en cuanto menor rendimiento obtuvieron accesión Qoyto con (0,260 kg/parcela), Negra kollana (0,261 kg/parcela) y Misa<sup>2</sup> 0,310 kg/parcela.

**Palabras clave:** Conocimiento ancestral, caracterización, agronómica, morfológico, rendimiento.

#### ABSTRACT

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) is an annual herbaceous plant, grain crop that originated for its robustness in the Andean regions of Peru and Bolivia, mainly in the altiplano, where it practices its own agriculture, where the ancestral knowledge of its variability is evident in nutritional value, environmental - ecological (water footprint), ritual, carophil anthocyanin pigments (coloration); this work began on October 15, 2019 and ends January 2022, in the experimental centers of Camacani and Illpa of the National University of the Altiplano Puno, whose objectives are: Agronomic and morphological characterization in order to identify the various anatomical structures, resemble the various agronomic structures and determine the yield level of 24 quinoa accessions, using the randomization methodology, according to Bioversity International descriptor. The statistical experimental design is a 2 x 2 factorial, completely randomized block design. The results of the analysis of variance reflected high values found in the quantitative characters that were subjected to ANOVA and presented significant differences compared to Duncan's test. The conclusions show in the accession Maranga obtained 5.84 gr. is higher weight, followed by Salcedo INIA (5.05 g.), and Blanca de Juli (5.02 g.); in yield Negra Kollana (2.67 g), Misa<sup>2</sup> (3.01g.); yield in plots, accession Kancolla (0.652 kg/plot), followed by Choclito (0.567 kg/plot), followed by Blanca de Juli (0.523 kg/plot); the lowest yield was obtained by accession Qoyto (0.260 kg/plot), Negra Kollana (0.261 kg/plot) and Misa<sup>2</sup> (0.310 kg/plot).

**Keywords:** Ancestral knowledge, characterization, agronomic, morphological, performance.

\*Autor para correspondencia: [rigoberto.laura@upsc.edu.pe](mailto:rigoberto.laura@upsc.edu.pe)

ORCID: [0000-0001-6700-7555](https://orcid.org/0000-0001-6700-7555)



## INTRODUCCION

La producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) por su originalidad tiene base científica, como la climática, edafológica, geográfica, socio cultural, antropológica, paleontológica, ecológico, taxonomía numérica, genética, citogenética, etnolingüística e histórica, contribuyendo a la soberanía alimentaria (Parra 2014; Vargas *et al.* 2019); es una planta herbácea, conocido como grano madre (Kinwa, kinuwa) perteneciente a la sub familia *Chenopodiaceae* de las *Amaranthaceae*, técnicamente es una semilla (Torres *et al.* 2000); es nativa de los andes Perú y Bolivia domesticado por los Pre Incas (Rojas 2019), los estudios fenotípicos muestran diferencias genéticamente, a una escala de colores, expresándose la variabilidad de accesiones de planta, esta diferencia y plasticidad es debido al piso agroecológico (Torres *et al.* 2017), las accesiones más legítimo son por su origen, para el agricultor andino en la edad más contemporáneo posible, es obtener mayor productividad ecológico en el medio geográfico altiplánico, por su soberanía alimentaria, huella hídrica, cultura y cosmovisión (Casas *et al.* 2017), los sistemas agrícolas más sostenidas y con mayor diversidad genética de la planta de la quinua, posee la mayor distribución de forma diversa de accesiones a colores y es de progenitores silvestres en los alrededores de Lago Titicaca (Parra 2014). Además la Nasa incluyó a la quinoa dentro del sistema ecológico de apoyo de la vida controlada (Padrón *et al.* 2019), como producto de inclusión en las misiones espaciales dentro de las naves, convirtiéndose en un cultivo adecuado y respuesta a la temperatura, humedad y Luz (Daza *et al.* 2015), que requiere control de plasticidad fenotípica de la quinua, será ventajoso siempre que la variación ambiental sea una mayor escala de resistencias por el poco requerimiento de los recursos hídricos (Mujica 2015); el manejo de la quinua a colores no resulta ser sostenible, mientras no se valoren

las características propias en la zona sin degenerativas, como factores de resistencia a cambios ambientales (Mujica 2015); las plagas como *Pernospora variabilis*, *Eurysacca quinoa Povoluy* y otras amenazas (Ormeño 2015).

En lo económico la quinua se ha constituido elemento principal para el rubro de exportación, el estudio muestra desde las voces de la población andina, la relación sociológica y el dispendio alimentario (Vargas *et al.* 2019), identifica el consumo actual de la quinua fundamentalmente por los estratos, con la distinción en la soberanía alimentaria en la población local y nacional (Laura 2018); la quinua no contiene azúcar, es baja en sodio y es considerada un alimento funcional por que mejora la salud y reduce el riesgo de contraer enfermedades y trae soluciones naturales siendo un alimento 100 % natural (Oblitas & Quinto 2015). Además, ayuda a perder esos kilos de más del cuerpo (Rodríguez 2015); la quinua contiene en una porción de 185 gramos: Energía 306 Kcal, Grasa 5,5 gramos, Proteínas 13,8 gramos, Agua 11,5 g, fibra dietética 7,9 g; 58 % de la cantidad diaria recomendada (CDR) de manganeso (Horák 2015), 28 % de la CDR de fósforo, 19 % de la CDR de folato, 18 % de la CDR de cobre, 15 % de la CDR de hierro, 13 % de la CDR de zinc, 9 % de la CDR de potasio, más del 10 % de la CDR de Vitaminas B1 (tiamina) 0,2, mg, B2 (riboflavina) 0,4 mg, B6 (0,2 mg) y B9 (ácido fólico) 30 ug, pequeñas cantidades de calcio (Gómez & Aguilar 2016), vitamina B3 (niacina) 2,9 mg y Vitamina E 0,45 mg, incluye 222 calorías con 49,2 gramos de carbohidratos, 4 gramos de grasa; Potasio 780 mg, Fósforo 230 mg, Magnesio 210 mg, Calcio 79 mg, Sodio 61 mg, Hierro 7,8 mg; también contiene una cantidad mínima grasa esencial omega 6 y omega -3 (García-Parra & Plazas-Leguizamón 2019). Y el ácido linoleico (Padrón *et al.* 2014), posee también sustancias denominadas anti nutrientes (fitatos, taninos y oxalatos) que influyen en la biodisponibilidad de los minerales (Rodríguez

2015), la quinua no se modifica genéticamente, no tiene gluten; usualmente se la cultiva de manera orgánica, contiene dos potentes sustancias bioactivas la quercetina y el kaempferol (Vargas *et al.* 2019).

La quinua a color posee los nueve aminoácidos esenciales para el consumo humano. Existen prepares andinas, otros menesteres en el altiplano, los platos tradicionales (Oblitas & Quinto 2015), como dietas (Kispiño, tojtochi, phiri, mukuña, muku, pharuja), mazamorra de quinua con cal, mazamorra de quinua sin cal, jugos, caldos, sopas, entradas, rellenos, empanadas, etc (Laura 2018), los parientes silvestres de la quinua se usan localmente como verduras de hojas e inflorescencias (Ch'iwa, Jatacco, Llipcha) (Vargas *et al.* 2019), quinua a color en la medicina es considerada ancestralmente como una planta saludable por la mayor parte de los pueblos andinos (Vargas *et al.* 2019). Para el tratamiento de abscesos, hemorragias, luxaciones, lesiones, osteomalacia; la caries dental se trata a base de ceniza (lliptha, llujtha) y obtención de cosméticos (Horák 2015), también contiene altas cantidades de magnesio, que contribuye al normal metabolismo energético, la síntesis de proteínas y el funcionamiento del sistema nervioso central y periférico (García-Parra & Plazas-Leguizamón 2019), como también para las personas cíclicas, niveles de glucosa, lípidos en sangre y estreñimiento; sus isoflavonas actúan alrededor de la etapa de perimenopausia, regula sistema lumbar (Padrón *et al.* 2019), disminuye el colesterol y de triglicéridos, controla el estrés, la leucinas y hormonas intervienen en el crecimiento de los niños y la reproducción de los mayores (Oblitas & Quinto 2015), interviene en la fisiología de la gestación de las mujeres (Vargas *et al.* 2019). Y controla los ritmos cardiovasculares, previene diabetes, evita cáncer de colon, en el caso de metionina es metabolizado por la insulina y equilibra el peso corporal del hombre (Horák 2015).

El objetivo del presente trabajo de investigación fue caracterizar el proceso

agronómico y morfológico de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) de las 24 accesiones obtenidas con conocimiento ancestral vía descriptor Bioversity Internacional, permitiendo precisar mediciones de su producción en los Centros Experimentales de Camacani e Illpa.

## MÉTODOS

### Ámbito o Lugar de Estudio

El estudio se realizó en el ámbito del centro de Investigación y Producción de Camacani e Illpa; en las instalaciones del Banco de Germoplasma de Quinua, ubicado en el Distrito de Platería, Provincia - Departamento de Puno. A una altitud de 3850 m.s.n.m., con clima frígida y seco, este trabajo se inició el 15 de octubre del 2019 y finaliza enero del 2022. La réplica de la investigación se realizó en el Centro de Investigación y Producción de Illpa, ubicado en el Distrito de Paucarcolla, Provincia - Departamento de Puno. A una altitud de 3820 m.s.n.m., con un clima frígida y seco, este trabajo se inició el 15 de octubre del 2019 y finaliza enero del 2022.

### Descripción de Métodos

La investigación realizada corresponde al tipo cuantitativo experimental.

### Centrar los objetivos y alcances

El propósito de estudio, es cuantificar cada uno de los parámetros agronómicos y morfológicos presentes en los cultivos de accesiones de la quinua a color. Ámbito geográfico, la dispersión de componentes de caracterización en el ámbito del estudio y aplicabilidad por campaña agrícola, los resultados son contrastados con resultados de estudio que originan el rendimiento de las quinuas a color.

### Selección de componentes

Parámetros de caracterización agronómico, morfológico y rendimiento de la quinua. La experimentación se efectuó en el campo en función a la normatividad que aprueba

Bioversity International sobre descripción de planta con conocimientos ancestrales de la Región.

### Procedimiento

La metodología usada para el presente estudio fue en describir las características cuantitativas de las variables útiles para discriminarlas entre ellas, desemejantes siguiente:

- La siembra se realizó antes de la presencia de las primeras lluvias (bajo seco), siendo propicio de fecha de inicio 15 de septiembre del 2019, concordante con festividades Señor de Exaltación patrono de la producción pura, donde las semillas cumplen los siguientes requisitos: Pureza genética, pureza física, pureza biológica y pureza ecológica; incluso poder germinativo al 99 %, sanas libres de enfermedades y plagas.
- El campo se eligió en condiciones de rotación de cultivos (Kallpar) después del cultivo de papa, donde el barbecho se realizó a su mejor expresión y según condiciones agroclimáticos del cultivo para la quinua, con el abonamiento de estiércol de ovinos para fertilidad del suelo.
- La siembra, según objetivo uno, permitió realizar mediante múltiples indicadores, observados por los agricultores que permitieron predecir el tiempo para la jornada de siembra, durante el intersticio agrícola. Esta información servía para hacer entender y conservar con todos los seres vivos de su medio natural, sirve de base para determinar la época más oportuna del sembrío y la tendencia general del ciclo agrícola hasta su finalización.
- Emergencia de la quinua, en el cultivo respondió a una escala de 6,7, 8, ...12 días, favorecidos por las primeras lluvias ha sido esencial para el metabolismo de la planta. Las temperaturas del suelo han sido importantes para la emergencia de la radícula. El hipocótilo salió de la semilla

y creció hacia arriba se abren y tornan verdes iniciando el proceso de fotosíntesis.

- Fenología del cultivo comprende hábito de crecimiento, de la formación de dos, cuatro, siete u ocho hojas verdaderas y ramificación. Dentro del periodo está comprendido el panojamiento, inicio de floración, floración y plena floración, grano de leche, grano pastoso, madurez fisiológica, altura de la planta, longitud de la panoja, diámetro de la panoja, diámetro de tallo, número de diente de la hoja, longitud de peciolo, longitud y ancho máximo de la hoja.
- La cosecha, esta labor se efectuó por las mañanas a primeras horas para evitar el desprendimiento del grano por efectos mecánicos del corte. En el trabajo se usó segaderas, el cual se ejecutaba de forma manual realizando el corte a una altura de 10 cm.
- Para el rendimiento, esta operación se realizó después de amontonados durante días prudentes, de ahí se empezó a trillar (k`upar), usando trilladores manuales (Jaukaña o Huajtana), herramienta usada por los hombres en equipo al ritmo de dos tiempos arriba abajo, alto parejo (sacudimiento) con apoyo del cantero (trabaja costados).
- La labor es para evitar daño físico del grano y sea fértil para la siguiente siembra; las mujeres cumplen rol superior y se encargan del preparado del almuerzo típico especial para el día de la trilla; por la tarde ellas llegan a relacionarse con el viento prisma (Thaya o Waira) llegando incluso a sí comunicarse majestuosamente sobre la frecuencia y velocidad, para una buena selección de semillas y uniforme.

### Análisis estadístico

Para el análisis de las relaciones entre variables en estudio se utilizó:

Análisis de varianza para determinar las diferencias entre las accesiones de quinua para los 25 parámetros como variables y 24 accesiones del experimento.

El diseño estadístico está dado para el presente estudio. Diseño Bloque Completamente al azar (DBCA), cuyo modelo lineal aditivo con el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

$Y_{ij}$ : Es la  $j$ -ésima observación, sujeto al  $i$ -ésima tratamiento (variable de respuesta).

$\mu$ : La medida poblacional o constante común

$\beta_j$ : Es el efecto de la  $j$ -ésima bloque del experimento

$\tau_i$ : Es el efecto del  $i$ -ésima accesiones o tratamiento

$\epsilon_{ij}$ : es el error experimental o residual  $e_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

**Tabla 1.** Análisis de Varianza ANOVA para la variable Emergencia de la Quinua.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	p	Signific
Bloques	3	1,0286	0,3429	199,755	<2e-16	***
Accesiones	23	0,1513	0,0066	3,832	8e-06	***
Residuales	69	0,1184	0,0017			

C.V. = 4,574658.

Según el ANOVA podemos identificar que la quinua no contiene azúcar, es baja en sodio y es considerada un alimento funcional por que mejora la salud y reduce el riesgo de contraer enfermedades y trae soluciones naturales siendo un alimento 100 % natural (Oblitas & Quinto 2015). Además, ayuda a perder esos kilos de más del cuerpo (Rodríguez 2015); la quinua contiene en una porción de 185 gramos: Energía 306 Kcal, Grasa 5,5 gramos, Proteínas 13,8 gramos, Agua 11,5 g, fibra dietética 7,9 g; 58 % de la cantidad diaria recomendada (CDR) de manganeso (Horák 2015), 28 % de la CDR de fósforo, 19 % de la CDR de folato, 18 % de la CDR de cobre, 15 % de la CDR de hierro, 13 % de la CDR de zinc, 9 % de la CDR de potasio, más del 10 % de la CDR de Vitaminas

## RESULTADOS Y DISCUSION

Respecto a este punto de caracterización agronómica como primer objetivo, que esta dada a la emergencia de la siembra de quinua. Expresado en días, transformado a logaritmo para que cumpla con los supuestos de normalidad; la emergencia comprende desde la siembra de la quínoa, fue en condiciones adecuadas de humedad, oxígeno y temperatura, emergieron muy rápidamente entre una escala de 6, 7, 8 ... 12 días promedios, dado los resultados del programa estadístico R. Se dieron las deducciones de análisis de variancia de la emergencia de la quinua.

A continuación se observa el ANOVA, presencia significativa ( $p=0,0000$ ) para las accesiones de quinua con C.V. = 4,57 %, por lo que se debe realizar la prueba de comparación de promedios Duncan para una mejor interpretación (Tabla 1).

B1 (tiamina) 0,2, mg, B2 (riboflavina) 0,4 mg, B6 (0,2 mg) y B9 (ácido fólico) 30 ug, pequeñas cantidades de calcio (Gómez & Aguilar 2016), vitamina B3 (niacina) 2,9 mg y Vitamina E 0,45 mg, incluye 222 calorías con 49,2 gramos de carbohidratos, 4 gramos de grasa; Potasio 780 mg, Fósforo 230 mg, Magnesio 210 mg, Calcio 79 mg, Sodio 61 mg, Hierro 7,8 mg; también contiene una cantidad mínima grasa esencial omega 6 y omega -3 (García-Parra & Plazas-Leguizamón 2019). Y el ácido linoleico (Padrón *et al.* 2014)

A continuación, se presenta con mayor rapidez la emergencia de la accesión Maranga, que supera a las demás accesiones, y son similares a las accesiones CHULLPIB, PANDELA, TITICACA, WITULLANV, INIAS, MISA2,

NEGRAK, PASANKA, WITULLARI, HUARIP, y KANKOL, y con retardo de emergencia las accesiones de Blanca de Juli y Jankoj. Con rangos que varían desde 6 – 13 y

con promedio general de  $8.34 \pm 0.83$  emergentes de las plántulas de las accesiones quinua (Tabla 2).

**Tabla 2.** Prueba de comparación de promedios de Duncan para la variable de respuesta Emergencia.

Accesiones	n	Mín	- Máx	Promedio	± D.S.	Duncan ( $p \leq 0.05$ )
MARANGA	4	8	- 10	10,00	± 2,31	a
CHULLPIB	4	7	- 12	9,50	± 2,89	ab
PANDELA	4	6	- 13	9,25	± 3,77	abc
TITICACA	4	6	- 12	9,25	± 3,20	abc
WITULLANV	4	7	- 12	9,25	± 2,22	abc
INIAS	4	6	- 12	9,00	± 3,46	abcd
MISA <sup>2</sup>	4	8	- 10	9,00	± 1,15	abcd
NEGRAK	4	6	- 12	9,00	± 3,46	abcd
PASANKA	4	6	- 12	9,00	± 3,46	abcd
WITULLARI	4	6	- 12	9,00	± 3,46	abcd
HUARIP	4	6	- 10	8,50	± 1,91	abcde
KANKOL	4	6	- 12	8,50	± 3,00	abcde
CHOCLITO	4	6	- 10	8,00	± 2,31	bcde
KUCHIWI	4	6	- 10	8,00	± 2,31	bcde
WITULLARC	4	7	- 9	8,00	± 1,15	bcde
WITULLAAC	4	6	- 10	7,75	± 2,06	cde
QOYTO	4	6	- 9	7,50	± 1,73	de
KELLOV	4	6	- 9	7,50	± 1,73	de
WITULLAA	4	6	- 9	7,50	± 1,73	de
WITULLAN	4	6	- 9	7,50	± 1,73	de
WITULLANO	4	6	- 9	7,50	± 1,73	de
WITULLARO	4	6	- 9	7,50	± 1,73	de
BLANCAJU	4	6	- 9	7,25	± 1,50	e
JANKOJ	4	6	- 8	7,00	± 1,15	e
Total	96	6	- 13	8,34	± 0,83	

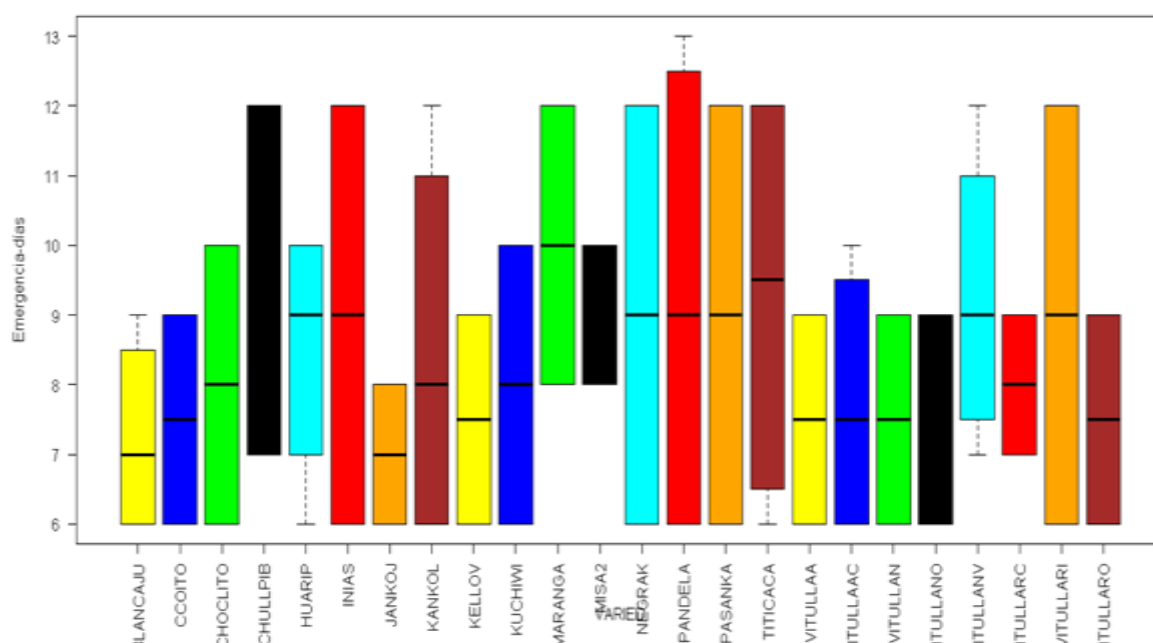
\*\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05

Los sistemas agrícolas más sostenidas y con mayor diversidad genética de la planta de la quinua, posee la mayor distribución de forma diversa de accesiones a colores y es de progenitores silvestres en los alrededores de Lago Titicaca (Parra 2014). Además la Nasa incluyó a la quinoa dentro del sistema ecológico de apoyo de la vida controlada (Padrón *et al.* 2019), como producto de inclusión en las misiones espaciales dentro de las naves, convirtiéndose en un cultivo adecuado y respuesta a la temperatura, humedad y Luz (Daza *et al.* 2015), que requiere control de plasticidad fenotípica de la quinua, será ventajoso siempre que la variación ambiental sea una mayor escala de resistencias por el poco requerimiento de los recursos hídricos (Mujica 2015); el manejo de la quinua a colores no resulta ser sostenible, mientras no

se valoren las características propias en la zona sin degenerativas, como factores de resistencia a cambios ambientales (Mujica 2015): las plagas como *Pernospora variabilis*, *Eurysacca quinao Povoluy* y otras amenazas (Ormeño 2015).

A continuación la emergencia (días) es transformada a logaritmo para que cumpla con los supuestos de normalidad; respecto al diagrama de caja de accesiones respecto a emergencia en comparación con los tratamientos, en las barras es percibido, esto se notan con longitudes variables resonantes. Entre blanca de Juli, Qoyto, Choclito, INIA, Kancolla, Pandela Pasankalla y las Witullas son más emergentes dentro de los 6 días y más tardíos en emerger son Maranga y Misa<sup>2</sup> (Figura 1).



**Figura 1.** Emergencia transformada a logaritmo para supuesto de normalidad.

Referente al resultado indica que la emergencia de las plantas obedece a la capacidad de campo edafológico, tiempo y la geografía territorial, y se vuelve vigoroso en las hojas cotiledonales (Alanoca & Machaca 2020). La quinua del altiplano Puneño, muestra tener una emergencia totalmente viva y tolerante que las mejoradas. Por consiguiente, compara y concuerda con los estipulados en esta

investigación pues manifiesta que en general, la quinua presenta alta vigorosidad de emergencia (Cruz 2016), y que en algunas accesiones éste se vuelve en par de hojas cotiledonales y posterior a verdaderas (Mina 2018). Ajusta con la fisiología, manifiesta también que el desarrollo de la planta comienza, pero se abastece con reservas nutritivas de la semilla (Padrón *et al.* 2014); es

así la información obtenida con respecto a la emergencia, quien revela que la emergencia de la quinua depende de las precipitaciones pluviales y del tiempo de la siembra (Mina 2018), profundiza sobre la plántula sale del suelo y extiende las hojas cotiledonales en el surco a manera de hileras dentro de 7 a 10 días después de la siembra (Quispe 2017).

Finalmente se tiene los resultados sobre rendimiento de la quinua. Este variable se determinó después de la cosecha, trillado,

tamizado y venteado para el retiro de broza de cada accesión por parcela y se registró el peso en Kilogramos. Dada los resultados del programa estadístico R el análisis de coeficiente de variabilidad ANOVA. A continuación, se presenta diferencia significativa ( $p=0,0000$ ) para las accesiones de quinua con C.V. = 5,02 %, por lo que se debe realizar la prueba de comparación de promedios Duncan para una mejor interpretación (Tabla 3).

**Tabla 3.** Análisis de varianza rendimiento de quinua por parcelas

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	p	Signif.
Bloq	3	25015,365	8338,4549	16,97288	2,327e-08	***
Accesiones	23	811021,990	35261,8256	71,77528	< 2,22e-16	***
Residuals	69	33898,385	491,2809			

C.V. = 5,01597417972

Se identifica el consumo actual de la quinua fundamentalmente por los estratos, con la distinción en la soberanía alimentaria en la población local y nacional (Laura 2018); la quinua no contiene azúcar, es baja en sodio y es considerada un alimento funcional por que mejora la salud y reduce el riesgo de contraer enfermedades y trae soluciones naturales siendo un alimento 100 % natural (Oblitas & Quinto 2015). Además, ayuda a perder esos kilos de más del cuerpo, la cual se describe a continuación: vitamina B3 (niacina) 2,9 mg y Vitamina E 0,45 mg, incluye 222 calorías con 49,2 gramos de carbohidratos, 4 gramos de grasa; Potasio 780 mg, Fósforo 230 mg, Magnesio 210 mg, Calcio 79 mg, Sodio 61 mg,

Hierro 7,8 mg; también contiene una cantidad mínima graso esencial omega 6 y omega -3 (García-Parra & Plazas-Leguizamón 2019). Y el ácido linoleico (Padrón *et al.* 2014).

A continuación se presenta con mayor peso de producción la accesión Kankol que supera a las demás accesiones, y son similares a las accesiones Choclito, Inias, Blancaju, Titicaca, Maranga, Pasank, Jankoj, Pandela y con menor cantidad de la producción en calidad de rendimiento de plantas de quinua, las accesiones Qoyto y Negrak. Con rangos que varían desde 216 – 622 y con promedio general de  $441,8854 \pm 17,63084$  kg pesados electrónicamente (Tabla 4).



**Tabla 4.** Rendimiento de la quinua/ parcela por accesión.

Accesiones	n	Min.	-	Max.	Promedio	±	D.S.	Duncan (p≤0.05)
KANKOL	4	587	-	563	614,5	±	32,7872	a
CHOCLITO	4	568	-	584	574,75	±	7,2744	b
INIAS	4	515	-	622	568	±	56,8213	b
BLANCAJU	4	523	-	563	546	±	16,8721	bc
TITICACA	4	517	-	572	543,75	±	28,7677	bc
MARANGA	4	515	-	551	532	±	19,6977	c
PASANKA	4	490	-	556	519,25	±	32,0143	c
JANKOJ	4	482	-	496	487,5	±	5,9722	d
PANDELA	4	475	-	489	483	±	6,0553	d
KUCHIWI	4	469	-	473	470,75	±	1,7078	de
CHULLPIB	4	457	-	482	468,75	±	11,3541	de
KELLOV	4	453	-	464	457,75	±	4,6458	de
WITULLARI	4	398	-	479	437,5	±	40,9268	ef
WITULLARO	4	385	-	434	407,25	±	22,7943	fg
WITULLARC	4	390	-	411	398,75	±	8,8459	g
WITULLANO	4	377	-	395	387	±	8,124	gh
WITULLANV	4	363	-	394	380,25	±	14,0327	gh
WITULLAAC	4	330	-	392	358	±	32,7006	hi
MISA <sup>2</sup>	4	310	-	412	346,25	±	45,0805	i
HUARIP	4	312	-	382	345,25	±	33,5993	i
WITULLAN	4	320	-	362	341	±	18,9912	i
WITULLAA	4	321	-	359	337,75	±	17,5381	i
QOYTO	4	260	-	394	330,75	±	70,6511	i
NEGRAK	4	216	-	284	269,5	±	10,2144	j
TOTAL	96	216	-	622	441,88542	±	17,630846	

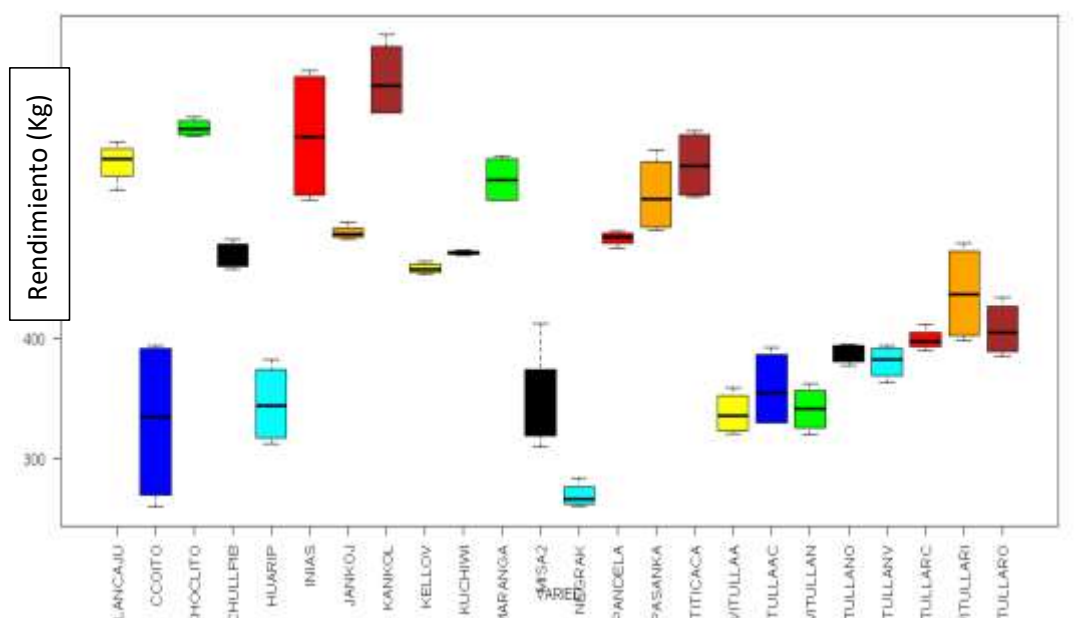
\*\*\* La correlación es altamente significativa en el nivel 0,01

\*\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,05

Los resultados coinciden con Calle *et al.* (2016). sobre las accesiones altas y bajas, en la quinua también se observan ambos extremos, pudiendo variar los periodos entre 54,00 cm a 2,10 mts. A sí mismo Gómez & Aguilar (2016) señala que la quinua del altiplano es de regular tamaño. Finalmente compara Infante *et al.* (2018) mencionan que las plantas de grano blanco alcanzando alturas de 1,2, además las accesiones Kancolla y Real tienen alturas en promedio de 1,30 a 1,95 m respectivamente.

Tambien, Quispe (2017) menciona que la accesión INIA y Titicaca alcanzan una altura promedio de 1,95 m, las variedades Pasankalla, Choclito, Pandela, Chullpi alcanzan una altura de 1,99 m respectivamente (León 2020).

La producción de las accesiones de quinua por parcelas del desgrano de la planta, es transformado a logaritmo para que cumpla con los supuestos de normalidad (Figura 2).



**Figura 2.** Análisis estadístico de la variable rendimiento parcela.

Los resultados de rendimiento de parcela muestran en el Figura 3 se puede apreciar que el mayor rendimiento por parcela obtuvo la accesión 03-05-339 BG (Kancolla) con 0,614.50 Kg/parcela lo significaba 1,137.96 Kg / ha. Seguido por las accesiones 03-07-654 BG (Choclito) con 0,574.75 Kg/parcela lo que significaba 1,064.35 Kg/ha, continuado por la accesión INIA con 0,568.00 kg/parcela lo que significaba 1,051.85 kg/ha, además sigue la accesión 03-05-020 BG (Blanca de Juli) con 0,546.00 Kg/parcela lo que significaba 1,011.11Kg/ha y el rendimiento más bajo la obtuvo accesión 03-02-502 BG (Qoyto) con 0,330.75 kg/ha lo que significaba 612,50 Kg/ha, seguido por las accesiones 03-07-661 BG (Negrak) con 0,269.50 Kg/ha, lo que significaba 499,07 Kg/ha. Para lo cual Calle *et*

*al.* (2016) registró en las accesiones comparadas de peso de las variedades Choclito y blanca de Juli rendimientos promedios de 503 y 564 kg/ha respectivamente, además Torres *et al.* (2000) menciona que la accesión INIA Salcedo puede alcanzar rendimientos de 1,700kg/ha. Así también Laura (2018), registró el rendimiento de la accesión Blanca de Juli y Choclito de 1502 Kg/ha. Finalmente Rojas *et al.* (2010), menciona que las accesiones Real Boliviana y Negra de Oruro alcanzan rendimientos de 1850 kg/ha y 1010 Kg/ha respectivamente. Cabe resaltar que las accesiones Kancolla, Titicaca y Pandela y Pasankalla alcanzan rendimientos de 1200 a 17000 kg/ha (León 2020).

## CONCLUSIONES

Los parámetros de caracterización agronómica más impactantes son las accesiones Maranga con 5,67 g, INIAS con 5,62 g, Blanca de Juli con 5,27g como expresiones máximas; existe también las mínimas afirmaciones como Negra Kollana con 2,74 g y Qoyto con 3,55g, dentro de un coeficiente de variabilidad de 6,66 %. El segundo parámetro de caracterización morfológica resaltante es la accesión Titicaca se manifiesta en 4 variables como son: diámetro de panoja, LMH, AMH, y diámetro del tallo como primera accesión que perfecciona su hábitat andino con nociones ancestrales; en el segundo caso es seguido por INIA, Choclito, Maranga, Chullpi, Misa<sup>2</sup>, Witulla rojo intenso, Pasankalla, Kankolla respectivamente. Mientras tercer parámetro de evaluación con el resultado del rendimiento de las accesiones de la quinua de acuerdo a las discriminaciones de las accesiones, con mejor logró resultó la accesión 03-05-339 BG (Kancolla) con 0,614.50 Kg/parcela, significa 1,137.96 Kg / ha. Seguido por las accesiones 03-07-654 BG (Choclito) con 0,574.75 Kg/parcela, significa 1,064.35 Kg/ha, continuado por la accesión INIAS con 0,568.00 kg/parcela, significa 1,051.85 kg/ha, además sigue la accesión 03-05-020 BG (Blanca de Juli) con 0,546.00 Kg/parcela, significa 1,011.11Kg/ha y el rendimiento más bajo la obtuvo accesión 03-02-502 BG (Qoyto) con 0.330.75 kg/ha, significa 612,50 Kg/ha, seguido por la accesión 03-07-661 BG (Negrak) con 0,269.50 Kg/ha, que significa 499,07 Kg/ha.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional del Altiplano, Escuela de Posgrado, Doctorado en Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, mi alma mater, por darme la oportunidad de amplificar mis conocimientos.

## REFERENCIAS

Alanoca, C., & Machaca, E. (n.d.). Caracterización agro morfológica de 10

accesiones y variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd .) en condiciones del Valle Alto de Cochabamba. 21–29.

[http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/pdf/rciii/v1n5/v1n5\\_a04.pdf](http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/pdf/rciii/v1n5/v1n5_a04.pdf)

Andia Espino, E. G. (2017). Evaluación y selección de cultivares de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) grano amarillo. CANAÁN 2735 msnm - INIA - Ayacucho. Universidad Nacional de San Cristóbal De Huamanga. 2021. <http://repositorio.unsch.edu.pe/xmlui/handle/UNSCH/2653>

Bioversity International, FAO, PROINPA, I. y FIDA. (2013). Descriptores para Quinua y sus parientes silvestres. <https://www.biodiversityinternational.org/e-library/publications/detail/descriptores-para-quinua-chenopodium-quinoa-willd-y-sus-parientes-silvestres/>

Caballero, A., Maceda, W., Miranda, R., & Bosque, H. (n.d.). Rendimiento y contenido de proteína de la Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en cinco fases fenológicas, bajo cuatro niveles de incorporación de estiércol, under f. 68–75. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2409-16182015000100009&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2409-16182015000100009&script=sci_abstract)

Calle, L., Castillo, C., Vargas, A., & Flores, A. (2016). Evaluación de características comerciales en Quinua roja (*Chenopodium quinoa* Willd.) en K'iphak'iphani, provincia Ingavi – La Paz. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria, 3(2):207-2(2), 213–213. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2409-16182016000200010&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2409-16182016000200010&lng=en&nrm=iso&tlng=es)

- Casas, A., Torres-Guevara, J., & Parra, F. (2017). Domesticación en el Continente Americano umen 2. Investigación para el manejo. May, 575. <https://www.fondoeditorialunalm.com/wp-content/uploads/2020/09/DOMESTICACION.pdf>
- Cruz, M. (2016). Caracterización agronómica de la colección de germoplasma de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) del banco nacional de granos altoandinos, del altiplano centro de la estación experimentnal de patacamaya. 84. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/7604>
- Daza, R., Burín, D., Pereyra, E., & Heras, A. (2015). Quinoa, regalo ancestral: historia, contexto, tecnología, políticas. In Jujuy: Fundación Nueva Gestión. <https://www.aacademica.org/david.burin/34.pdf>
- García-Parra, M. Á., & Plazas-Leguizamón, N. Z. (2019). Análisis del ciclo de vida de las publicaciones sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), a través de curvas en S. <http://www.scielo.org.co/pdf/ridi/v9n2/2389-9417-ridi-9-02-379.pdf>
- Gómez Pando, L., & Aguilar Castellanos, E. (2016). Guía de cultivo de la quinua. In Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://www.fao.org/3/i5374s/i5374s.pdf>
- Horák, M. (2015). Etnobotánica Y Fitoterapia En América. [https://issuu.com/miroslavhorak13/docs/horak\\_ethnobotanica\\_fitoterapia-b5-](https://issuu.com/miroslavhorak13/docs/horak_ethnobotanica_fitoterapia-b5-)
- Jacobsen, E. (n.d.). Las polillas de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en el Peru: *Eurysacca* : *Gelechiidae*. (pp. 1–2). <https://www.revperuentomol.com.pe/index.php/rev-peruentomol/article/view/139>
- Laura Sucasaca, R. (2018). Enrique Guzmán y Valle Alma Máter del Magisterio Nacional La gestión educacional y producción de quinua orgánica ( *Chenopodium quinoa* Willd ) del banco de germoplasma de la Universidad Nacional del Altiplano según Bioersity Internacional. 01, 14–167.
- León Huamán, P. D. (2020). Caracterización morfológica y componentes de rendimiento de cien accesiones de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) procedentes de cuatro regiones del país. i, 148. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20500.12894/6428?show=full>
- Mamani Condori, M. B. (2018). Comportamiento agronómico de diez cultivares de quinua *enopodium quinoa* Willd.) procedentes del Valle Altoandino, en zona árida. 121. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8354>
- Mina Chala, A. C. (2018). Evaluación de las propiedades funcionales de concentrados proteicos de hojas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) variedad INIAP-Tunkahuan obtenidos con dos procedimientos de extracción. *Gastrointestinal Endoscopy*, 10(1), 279. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/16606>
- Oblitas, E., & Quinto, D. (2015). Tradición y cambios culturales en la producción de quinua en omunidad de Vizallani Cabana. Tesis, 1–187. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3221159>
- Ormeño. (2015). Agrupamiento de 16 accesiones peruanas de quinua (*Chenopodium Quinoa* willd.) en

- relación al origen utilizando marcadores ssr. Universidad Nacional Agraria La Molina, 88. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1883>
- Padrón, C., Oropeza, R., & Montes, A. (2014). Semillas de quinua (*Chenopodium quinoa* denow): composición química y procesamiento. Aspectos relacionados con otras áreas. <http://bdigital.ula.ve/storage/pdf/rvcta/v5n2/art05.pdf>
- Parra Rondinel, F. (2014). Informe final “Servicio de elaboración de un documento técnico sobre especies de plantas domesticadas y parientes silvestres para la gestión del acceso a los recursos genéticos” Fabiola Parra Rondinel Lima, diciembre de 2014 Ministerio del Ambiente. 01, 3–47. [https://www.academia.edu/62224088/Estado\\_pluricultural\\_Final\\_PDF](https://www.academia.edu/62224088/Estado_pluricultural_Final_PDF)
- Quispe Mamani, G. (2017). Universidad mayor de san andrés facultad de agronomía carrera Ingeniería agronómica tesis de grado. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/15411/T-2487.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez, J. H. (2015). La quinua, una opción para la nutrición del paciente con diabetes s. *Revista Cubana de Endocrinología*, 26(3), 0–0. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-29532015000300010](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-29532015000300010)
- Rojas Capcha, A. C. (2019). Caracterización fenotípica de 402 accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en condiciones de la Molina-Lima. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4804>
- Rojas, W., Soto, J. L., Pinto, M., Jäger, M., & Padulosi, S. (2010). Granos andinos: avances, y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia. [https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/migrated/uploads/tx\\_news/Granos\\_andinos\\_avances\\_logros\\_y\\_experiencias\\_desarrolladas\\_en\\_quinua\\_ca%C3%B1ahua\\_y\\_kiwicha\\_en\\_Per%C3%BA\\_1412.pdf](https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/migrated/uploads/tx_news/Granos_andinos_avances_logros_y_experiencias_desarrolladas_en_quinua_ca%C3%B1ahua_y_kiwicha_en_Per%C3%BA_1412.pdf)
- Torres Guevara, J., Parra, F., & Casas, A. (2017). Panorama de los recursos genéticos en Perú. Domesticación En El Continente Americano Vol. 2, May, 25. [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/149247/CONICET\\_Digital\\_Nro\\_bc39b266-50d1-47e7-9041-8fb4a5b448c8\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/149247/CONICET_Digital_Nro_bc39b266-50d1-47e7-9041-8fb4a5b448c8_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Torres, J., Vargas, H., Corredor, G., & Reyes, L. M. (2000). Caracterización morfoagronómica de diecinueve cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la Sabana de Bogotá. *Agronomía colombiana*, 17(1–3), 60–68. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/34314>
- Vargas Zambrano, P., Arteaga Solorzano, R., & Cruz Viera, L. (2019). Análisis Bibliográfico sobre el Potencial Nutricional de la Quinua (*Chenopodium Quinoa*) Como Alimento Funcional. *Centro Azúcar*, 46(4), 12–12. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2223-48612019000400089](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612019000400089)
- Veloza Ramírez, C., Romero Guerrero, G., & Gómez Piedras, J. J. (2016). Respuesta morfoagronómica y calidad en proteína de tres accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la sabana norte de Bogotá. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-42262016000200009&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-42262016000200009&script=sci_abstract&tlng=es)

Wilfredo Rojas, A. V. M. y M. P. Porcel.  
(2018). La diversidad genética de la  
quinua: potenciales en el mejoramiento  
y agroindustria.

[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?scri  
pt=sci\\_arttext&pid=S2409-  
16182016000200001](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182016000200001)