



UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS



FICA
FACULTAD DE INGENIERÍA
Y CIENCIAS AGRARIAS



CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y AGRONÓMICA DE 161 ACCESIONES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) EN EL DISTRITO DE LONYA CHICO, AMAZONAS

Auto:

Victor Hugo Baldera Chapoñan

Tesis I

Asesor:

M.Sc. Flavio Lozano Isla



UNTRM

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa*) es un pseudocereal originario de las regiones andinas de América del Sur, es reconocida por su alto valor nutritivo (Abugoch James, 2009a). Sus semillas no contiene gluten, poseen un bajo índice glucémico y presentan un equilibrio excepcional de aminoácidos esenciales, fibra, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales (Maradini-Filho, 2017).

Sin embargo, la diversidad genética de la quinua enfrenta un gran desafío: la erosión genética (pérdida progresiva de diversidad genética dentro de una especie).

En este contexto, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las características morfológica y agronómica de 161 accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa*) bajo condiciones del distrito de Lonya Chico, Amazonas?

OBJETIVOS

Objetivo general

- Caracterizar a nivel morfológico y agronómico de las accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa*) bajo condiciones del distrito de Lonya Chico, Amazonas.

Objetivos específicos

- Describir las características morfológicas de las accesiones de quinua durante las etapas de floración y madurez fisiológica, usando los descriptores para el cultivo de quinua.
- Determinar los caracteres morfológicos y agronómicos que discriminan las accesiones de quinua.
- Identificar genotipos sobresalientes en base a sus características morfológicas y agronómicas para su uso en programas de mejoramiento.

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa*), pseudocereal originario de los Andes, es altamente nutritiva y resistente a condiciones extremas como sequía y salinidad (Shen et al., 2022). Sin embargo, su diversidad genética está amenazada por la erosión genética, el reemplazo de variedades tradicionales por cultivos comerciales y la pérdida de hábitats naturales (Molina Sagua, 2016).

La variabilidad genética es crucial para la resiliencia de los cultivos ante desafíos ambientales, como el cambio climático y la aparición de plagas y enfermedades (Bhargava et al., 2007). La caracterización morfológica y agronómica de las accesiones de quinua es clave para identificar genotipos con alta tolerancia al estrés abiótico, resistencia a enfermedades y mayor rendimiento (Laura, 2023).

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Estudios como los de Naim et al. (2024) y Moosavi et al. (2022) han destacado que la caracterización morfológica de la quinua permite identificar genotipos con rasgos favorables como alto rendimiento y maduración temprana. Características como el diámetro de la panícula y el índice de cosecha están correlacionadas con el rendimiento, lo que facilita la selección de genotipos superiores para programas de mejoramiento.

León (2020) realizó una investigación en el INIA "Santa Ana"-Huancayo durante la campaña agrícola 2016-2017, como parte del proyecto "Genotipificación por secuenciamento (GBS)". Se caracterizaron rasgos morfológicos y se evaluaron componentes de rendimiento en accesiones del Banco de Germoplasma del INIA. El tratamiento CQA-023 destacó por su alto rendimiento (2500 kg/ha), y el análisis de regresión identificó que el diámetro y longitud de la panoja fueron los principales factores que influyeron en el rendimiento

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En la UNSCH, se evaluaron 36 cultivares de quinua de Puno bajo condiciones de Ayacucho en 2012-2013. Se analizaron descriptores morfológicos y agronómicos, encontrando una amplia variabilidad fenotípica y agrupando los cultivares en 12 morfotipos. Las entradas T13 y T15 destacaron por su alto rendimiento (12.1 y 11.95 T/ha), y características como el peso de 1000 semillas, peso de grano por panoja y longitud de panoja mostraron alta correlación con el rendimiento (Arotinco Palomino, 2013)

La conservación de la diversidad morfológica de la quinua es esencial para la seguridad alimentaria y la preservación del patrimonio cultural y agrícola de las comunidades andinas (Chevarria-Lazo et al., 2014). Sin embargo, la falta de caracterización de muchas accesiones limita su aprovechamiento en programas de mejoramiento.

HIPÓTESIS

Las 161 accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa*) establecidas en el distrito de Lonya Chico, Amazonas, presentan diferencias significativas en sus características morfológicas y agronómicas.

METODOLOGÍA

Entorno de trabajo

Esta investigación será realizada en el distrito de Lonya Chico, ubicado en la región de Amazonas.



METODOLOGÍA

Población, muestra y muestreo

Población: La población estará compuesta por las accesiones de quinua provenientes del Banco de Germoplasma de la UNSCH

Muestra: Estará compuesta por 161 accesiones de quinua.

Muestreo: El muestreo será probabilístico.



METODOLOGÍA

Variable del estudio

Variable independiente

- Las 161 accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa*)

Variable dependiente

La diversidad morfológica y agronómica en 161 accesiones de quinua, serán evaluadas de acuerdo a los descriptores mínimos para quinua por Bioversity International et al., (2013).

Características morfológica y agronómica:

- Altura de planta (cm)
- Diámetro del tallo (cm)
- Hábito de crecimiento
- Color del tallo principal
- Forma de la panoja
- Longitud de la panoja (cm)
- Diámetro de la panoja (cm)
- Densidad de la panoja (cm)
- Color de la panoja al 50 % de la floración
- Color de la panoja al 50% madurez fisiológica
- Número de días hasta el 50% de floración
- Número de días hasta el 50% de la madurez fisiológica
- Contenido de clorofila al 50% de floración
- Acame
- Índice de cosecha
- Presencia de plagas y enfermedades
- Forma del grano
- Diámetro del grano (mm)
- Peso de 1000 granos (g)
- Rendimiento de semilla por planta (g)
- Grado de dehiscencia
- Color del pericarpio
- Color de la episperma

METODOLOGÍA

Métodos

Tipo y nivel de la investigación

Este trabajo corresponde a una investigación básica o fundamental.

De nivel descriptivo, cuyo objetivo es caracterizar y documentar la diversidad en 161 accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa*) mediante la evaluación de sus características morfológicas y agronómicas.

Diseño de la investigación

El estudio empleará un diseño de investigación experimental. Para la evaluación de las accesiones de quinua, se implementará un Diseño Aumentado

Técnicas e instrumentos para la recopilación de datos

Se usará un método descriptivo con observación y análisis cuantitativo cualitativo.

Procedimiento e instrumentos para recopilación de datos

Recopilación de datos



METODOLOGÍA

Metodología en recopilación de datos caracterización morfológica y agronómica

Cada variable será evaluada a través de métodos estandarizados que incluyen mediciones directas en campo, observaciones sistemáticas y registros.

Para : Altura de planta (cm), diámetro del tallo (cm), longitud de la panoja (cm), diámetro de la panoja (cm), se utilizara una wincha y vernier.



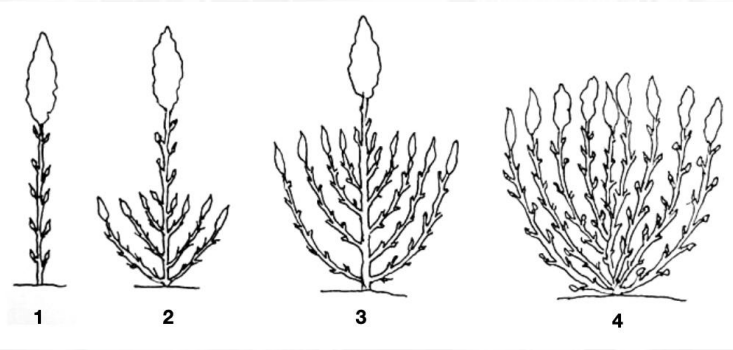
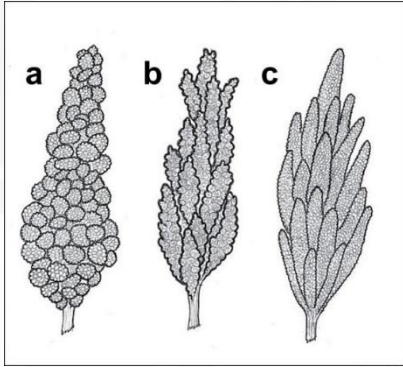
Para: Color de la panoja al 50 % de la floración , color de la panoja al 50% madurez fisiológica. Se utilizará las categorización International et al. (2013).



A la par se registrara el número de días hasta el 50% de floración, número de días hasta el 50% de la madurez fisiológica.

METODOLOGÍA

Forma de la panoja y habito de crecimiento



Densidad de la panoja



El contenido de clorofila



También se registrará la presencia de plagas y enfermedades mediante observaciones y registros sistemáticos



El índice de cosecha se calculará con una balanza digital, aplicando la fórmula $IC = \frac{Pg}{Pb+Pg} * 100$, donde Pg representa el peso del grano y Pb el peso de la broza International et al. (2013).

METODOLOGÍA

Diseño experimental

En la investigación se empleará un diseño aumentado, adecuado para evaluar un total de 158 accesiones de quinua junto con 3 testigos (cultivares mejorados).

Augmented RCBD Layout 16 x 13

16	0	0	161	1	160	159	158	157	156	155	3	2	154
15	144	3	145	146	147	148	149	150	151	1	152	153	2
14	143	142	141	3	140	139	2	138	137	1	136	135	134
13	124	125	126	127	1	128	129	3	130	131	2	132	133
12	123	122	121	120	119	118	3	1	117	2	116	115	114
11	04	05	06	07	08	1	2	09	110	111	112	3	113
10	03	2	02	01	1	00	99	3	98	97	96	95	94
9	84	2	85	86	87	1	88	89	3	90	91	92	93
8	83	82	81	2	80	79	3	78	77	1	76	75	74
7	64	65	66	1	67	68	2	69	70	71	3	72	73
6	3	63	62	1	61	60	59	58	2	57	56	55	54
5	44	1	45	46	3	47	48	49	50	51	52	53	2
4	43	42	41	40	39	3	38	1	37	2	36	35	34
3	3	24	25	26	27	1	28	29	30	31	2	32	33
2	23	22	3	21	20	1	2	19	18	17	16	15	14
1	4	5	6	7	8	1	3	9	10	11	2	12	13
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Análisis de datos

El análisis se realizará en R 4.4.3 (R Core Team, 2025) utilizando las siguientes técnicas:

ANOVA: Determina si hay diferencias significativas entre grupos, usando las funciones "aov" y "anova" en R (Okoye et al., 2024).

PCA: Reduce la dimensionalidad de datos correlacionados y permite visualizar patrones, utilizando el paquete FactoMineR (Lê et al., 2008). También se aplicará FAMD para integrar datos cualitativos y cuantitativos.

Cluster analysis: Agrupa observaciones similares para identificar patrones (Flynt & Dean, 2016).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Abugoch James, L. E. (2009a). Chapter 1 Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): *Composition, Chemistry, Nutritional, and Functional Properties. Advances in Food and Nutrition Research*, 58, 1–31. [https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(09\)58001-1](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(09)58001-1)
- Abugoch James, L. E. (2009b). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): *composition, chemistry, nutritional, and functional properties. Advances in Food and Nutrition Research*, 58, 1–31. [https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(09\)58001-1](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(09)58001-1)
- Fuentes, F. F., Maughan, P. J., & Jellen, E. N. (2009). Diversidad genética y recursos genéticos para el mejoramiento de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Revista geográfica de Valparaíso*, 42, 20-33.
- Maradini-Filho, A. M. (2017). Quinoa: Nutritional aspects. *Journal of Nutraceuticals and Food Science*, 2(1), 3.
- Pilatásig Molina, F. E. (2023). *Los efectos del cambio climático sobre la producción de quinua y la capacidad de adaptación de los agricultores de la comunidad de San José de la parroquia Juan Montalvo del cantón Latacunga* [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <https://repositorio.utc.edu.ec/items/2c3e1565-ab4e-4709-9c56-74a12b90a252>
- Quispe, J. H., Prudencio, L. M., Quispe, J. H., & Prudencio, L. M. (2024). Sostenibilidad de la producción de quinua en las comunidades andinas de Anta, Cusco - Perú antes de la pandemia. *Idesia (Arica)*, 42(4), 12– 22. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292024000400012>
- Taco, R. E. P., Pando, L. R. G., & Otiniano, A. M. J. (2020). Sostenibilidad ambiental de la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en los valles interandinos del Perú. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3), 1–17. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1309

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Flynt, A., & Dean, N. (2016). A Survey of Popular R Packages for Cluster Analysis. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 41(2), 205-225. <https://doi.org/10.3102/1076998616631743>
- Fuentes, F. F., Maughan, P. J., & Jellen, E. N. (2009). Diversidad genética y recursos genéticos para el mejoramiento de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Revista geográfica de Valparaíso*, 42, 20-33.
- Giorgi, F. M., Ceraolo, C., & Mercatelli, D. (2022). The R Language: An Engine for Bioinformatics and Data Science. In *Life* (Vol. 12, Issue 5). <https://doi.org/10.3390/life12050648>
- Holland, S. M. (2008). Principal components analysis (PCA). *Department of Geology, University of Georgia, Athens, GA, 30602*, 2501.
- Laura, R. (2023). Caracterización agronómica y morfológica de las accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) obtenidas ancestralmente vía Descriptor Bioversity International. *Revista de Investigaciones* , 12, 1-14.
- Lê, S., Josse, J., & Husson, F. (2008). FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software*, 25(1). <https://doi.org/10.18637/jss.v025.i01>
- León, P. (2020). *Caracterización morfológica y componentes de rendimiento de cien accesiones de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) procedentes de cuatro regiones del país* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/6428>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Maradini-Filho, A. M. (2017). Quinoa: Nutritional aspects. *Journal of Nutraceuticals and Food Science*, 2(1), 3.

Molina Sagua, M. (2016). *Evaluación fenológica y variación del rendimiento de cultivares nativos de quinua (Chenopodium quinoa Willdenow) en tres zonas agroecológicas de Puno* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano].
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/12130>

Moosavi, S. S., Moradi Rizvandi, R., Abdollahi, M. R., & Bagheri, M. (2022). Evaluation of Diversity and Application of Agronomic, Morphological, and Physiological Traits to Improve Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Grain Yield. *Isfahan University of Technology - Journal of Crop Production and Processing*, 11(4), 53–68. <https://doi.org/10.47176/JCPP.11.4.26417>

Naim, J., Khatun, S. M., Das, B., Mim, M. H., Akter, S., Shakil, M. R., Shozib, H. B., Toderich, K., & Hossain, M. A. (2024). Phenotyping of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Genotypes for Morphological, Yield and Nutritional Quality Traits. *Phyton-International Journal of Experimental Botany*, 93(12), 3443–3463. <https://doi.org/10.32604/PHYTON.2024.058786>

Okoye, K. y Hosseini, S. (2024). Análisis de varianza (ANOVA) en R: ANOVA unidireccional y bidireccional. En *Programación R: Análisis estadístico de datos en investigación* (pp. 187-209). Singapur: Springer Nature Singapore.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Pilatásig Molina, F. E. (2023). *Los efectos del cambio climático sobre la producción de quinua y la capacidad de adaptación de los agricultores de la comunidad de San José de la parroquia Juan Montalvo del cantón Latacunga* [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <https://repositorio.utc.edu.ec/items/2c3e1565-ab4e-4709-9c56-74a12b90a252>
- Quispe, J. H., Prudencio, L. M., Quispe, J. H., & Prudencio, L. M. (2024). Sostenibilidad de la producción de quinua en las comunidades andinas de Anta, Cusco - Perú antes de la pandemia. *Idesia (Arica)*, 42(4), 12–22. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292024000400012>
- R Core Team. (2025). *R: A language and environment for statistical computing* (Versión 4.4.3). R Foundation for Statistical Computing.
- Shen, Z. J., Xu, S. X., Huang, Q. Y., Li, Z. Y., Xu, Y. D., Lin, C. S., & Huang, Y. J. (2022). TMT proteomics analysis of a pseudocereal crop, quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), during seed maturation. *Frontiers in Plant Science*, 13, 975073. <https://doi.org/10.3389/FPLS.2022.975073>
- Taco, R. E. P., Pando, L. R. G., & Otiniano, A. M. J. (2020). Sostenibilidad ambiental de la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en los valles interandinos del Perú. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3), 1–17. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1309

An aerial photograph of a city, likely San Francisco, with a blue overlay. The image shows a dense urban area with many buildings, including a large, modern building in the foreground. The text "¡Gracias!" is centered in the middle of the image.

¡Gracias!