

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN MEJORAMIENTO GENÉTICO DE
PLANTAS**



**“RESPUESTA AL MILDIÚ (*Peronospora variabilis*)
Y VARIACIÓN FENOTÍPICA DE POBLACIONES
PROVENIENTES DE CRUZAS INTERESPECÍFICAS DEL
GÉNERO *CHENOPODIUM* EN GENERACIÓN F4”**

Presentada por:

DENISSE PATRICIA DEZA MONTOYA

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO
MAGISTER SCIENTIAE EN MEJORAMIENTO GENÉTICO DE
PLANTAS**

Lima - Perú

2021

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN MEJORAMIENTO GENÉTICO DE
PLANTAS**

**“RESPUESTA AL MILDIÚ (*Peronospora variabilis*)
Y VARIACIÓN FENOTÍPICA DE POBLACIONES
PROVENIENTES DE CRUZAS INTERESPECÍFICAS DEL
GÉNERO *CHENOPODIUM* EN GENERACIÓN F4”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO
MAGISTER SCIENTIAE**

Presentada por:

DENISSE PATRICIA DEZA MONTOYA

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Raúl Blas Sevillano
PRESIDENTE

Dra. Luz Gómez Pando
ASESOR

Mg.Sc. María de Lourdes Tapia y Figueroa
MIEMBRO

Mg.Sc. Ana Eguiluz de la Barra
MIEMBRO

DEDICATORIA

A Dios y a la Santísima Virgen María por concederme la vida y salud.

A todos los miembros de mi familia, de manera particular a mis padres, Víctor y Yanett por su apoyo incondicional, amor y comprensión durante este tiempo; a mis hermanos Víctor y Manuel, por su cariño y compañía; a mis sobrinos Lucía Alessandra y Víctor Ignacio por ser alegría en mi vida.

A mis abuelitos queridos Ernesto (†) y Dorlisca (†), quienes desde mis primeros años me brindaron todo su amor y cariño.

A Sady, por su cariño, apoyo, tiempo y comprensión.

A la Dra. Luz Gómez, por la confianza depositada en mí, por los consejos y apoyo brindado.

¡Muchas gracias!

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater, la Universidad Nacional Agraria La Molina por ser forjadora en mi formación profesional.

Al proyecto de investigación: “Identificación de líneas con resistencia genética al mildiú en poblaciones obtenidas por inducción de mutaciones y en el germoplasma colectado en Perú para una producción con enfoque orgánico y sostenible del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd)”. Contrato 014 - 2015 - INIA - PNIA - UPMSI/IE.

A la Dra. Luz Rayda Gómez Pando, por patrocinar la presente tesis, por su apoyo, paciencia, tiempo y dedicación en el asesoramiento, ejecución y revisión del presente trabajo de investigación.

Al Dr. Raúl Blas Sevillano, Mg. Sc. María de Lourdes Tapia y Figueroa y Mg. Sc. Ana Eguiluz De La Barra por su tiempo, sugerencias y consejos durante y después de la presente investigación.

A los Drs. Rick Jellen y Jeff Maughan, profesores del Colegio de Ciencias de la Vida y Vida Silvestre de la Universidad Brigham Young (Estados Unidos de América) por su colaboración en la presente tesis.

Al Mg. Sc. Iván Soto Rodríguez, por sus orientaciones y enseñanza en el análisis estadístico e interpretación de los resultados del presente trabajo.

A los miembros del Programa de Cereales y Granos Nativos: Mg.Sc. Enrique Aguilar (†), Dr. Jorge Jiménez, Ing. Martha Ibáñez, Dra. Elizabeth Heros, Sr. César Inga, Sra. Ruth Paucar, Econ. Liliana Limas, Sr. Hugo Ccente, Sra. Carmen, Sra. Juanita, Sr. William Romero, Sr. Osvaldo, Sra. Erodita y Sra. Marcelina; gracias por las facilidades proporcionadas para el uso de las instalaciones y amistad brindada.

Al Ing. José Falconí, por sus orientaciones y sugerencias brindadas.

A los estudiantes del círculo de investigación La Orden del Agro, por el apoyo brindado en las evaluaciones realizadas.

A todos mis amigos de la maestría con quienes compartí innumerables horas de estudio y de intercambio de conocimientos.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.	IMPORTANCIA.....	3
2.1.1.	Superficie cosechada (ha), producción (t), rendimiento (kg/ha) y exportación (t) nacional de la quinua.....	3
2.2.	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	5
2.3.	CENTRO DE ORIGEN Y EVOLUCIÓN DEL CULTIVO DE LA QUINUA.....	6
2.4.	DIVERSIDAD GENÉTICA DE LA QUINUA.....	6
2.5.	MORFOLOGÍA DE LA QUINUA	7
2.5.1.	Raíz	7
2.5.2.	Tallo	7
2.5.3.	Hojas	7
2.5.4.	Inflorescencia.....	8
2.5.5.	Flores.....	8
2.5.6.	Fruto.....	9
2.5.7.	Semilla	9
2.6.	MILDIÚ DE LA QUINUA.....	10
2.7.	CONTROL DEL MILDIÚ	11
2.7.1.	Control cultural	11
2.7.2.	Control químico	11
2.7.3.	Control genético.....	11
2.8.	RESISTENCIA GENÉTICA.....	12
2.9.	HIBRIDACIONES	14
2.9.1.	Hibridaciones interespecíficas	15
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1.	UBICACIÓN EXPERIMENTAL.....	16
3.2.	MATERIALES	16

3.2.1.	Material genético.....	16
3.2.2.	Materiales de campo y otros	17
3.2.3.	Equipos	17
3.3.	METODOLOGÍA	18
3.3.1.	Manejo del experimento.....	18
3.3.2.	Evaluaciones	18
3.4.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	25
3.4.1.	Diseño experimental	25
3.4.2.	Procesamiento de datos.....	25
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1.	OBJETIVO 1	26
4.1.1.	Evaluación de la respuesta de las plantas de poblaciones F ₄ provenientes de cruzamientos interespecíficos del género <i>Chenopodium</i> , a la infección de mildiú originado por <i>Peronospora variabilis</i>	26
4.1.2.	Grado de resistencia de la población F ₄ de cruza interespecíficas del género <i>Chenopodium</i>	27
4.1.3.	Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE)	47
4.2.	OBJETIVO 2	62
4.2.1.	Determinación de la variación fenotípica en caracteres morfológicos y otros de plantas de poblaciones F ₄ provenientes de cruzamientos interespecíficos del género <i>Chenopodium</i>	62
4.2.2.	Análisis de componentes principales (ACP).....	62
4.2.3.	Análisis de componentes principales para las 88 plantas caracterizadas.....	78
4.2.4.	Análisis de clúster	86
V.	CONCLUSIONES	88
VI.	RECOMENDACIONES	89
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
VIII.	ANEXOS	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Serie histórica de la superficie cosechada (ha), producción (t) y el rendimiento (kg/ha) de quinua en el Perú. 2008- 2017	3
Tabla 2.	Cruzamientos interespecíficos y testigos de comparación empleados en la evaluación de caracteres agronómicos y en la caracterización morfológica. La Molina 2017-2018.....	17
Tabla 3.	Escala de evaluación de la reacción a mildiú (<i>Peronospora variabilis</i> , antes llamada <i>P. farinosa</i> f.sp. <i>chenopodii</i>) en hojas primarias de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>).	24
Tabla 4.	Severidad de los síntomas de mildiú (<i>Peronospora variabilis</i>) en plantas seleccionadas de la cruzada XREAL-1 (Compuesto de cruza Real-1/ BYU 937, Real-1/ BYU 1301; Real-1/BYU 1314; Real-1/ 1101) a los 50, 72 y 107 días después de la siembra (dds). La Molina 2017.....	30
Tabla 5.	Severidad de los síntomas de mildiú (<i>Peronospora variabilis</i>) en plantas seleccionadas del compuesto de cruza X0654 (Compuesto Real-1 (0654) / BYU 937, Real-1 (0654) / BYU 1301; Real-1 (0654) /BYU 1314; Real-1 (0654) / BYU 1101) a los 50, 72 y 107 días después de la siembra (dds). La Molina 2017.	31
Tabla 6.	Severidad de los síntomas de mildiú (<i>Peronospora variabilis</i>) en plantas seleccionadas de la cruzada C4R-2 (Co407/BYU 937) a los 50, 72 y 107 días después de la siembra (dds). La Molina 2017.	32
Tabla 7.	Severidad de los síntomas de mildiú (<i>Peronospora variabilis</i>) en plantas seleccionadas de la cruzada 06R-1 (0654/BYU 937) a los 50, 72 y 107 días después de la siembra (dds). La Molina 2017.	35
Tabla 8.	Severidad de los síntomas de mildiú (<i>Peronospora variabilis</i>) en plantas seleccionadas de la cruzada R1Y-5 (Real-1/BYU 1101) a los 50, 72 y 107 días después de la siembra (dds). La Molina 2017.....	37
Tabla 9.	Severidad de los síntomas de mildiú (<i>Peronospora variabilis</i>) en plantas seleccionadas de la cruzada NLR-1 (NL-6/ Unknown) a los 50, 72 y 107 días después de la siembra (dds). La Molina 2017.	40
Tabla 10.	Severidad de los síntomas de mildiú (<i>Peronospora variabilis</i>) en plantas seleccionadas de la cruzada R1R-7 (Real-1/BYU 937) a los 50, 72 y 107 días después de la siembra (dds). La Molina 2017.	41
Tabla 11.	Severidad de los síntomas de mildiú (<i>Peronospora variabilis</i>) en plantas seleccionadas del compuesto de cruza X11-54 (Compuesto 11-54 / BYU 937, 11-54 / BYU 1301; 11-54 /BYU 1314) a los 50, 72 y 107 días después de la siembra (dds). La Molina 2017.....	42
Tabla 12.	Número de genotipos identificados por su grado de resistencia al mildiú (<i>Peronospora variabilis</i>) en cruza interespecíficas del género <i>Chenopodium</i> en condiciones de La Molina 2017.....	46

Tabla 13. Valores de Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) para el mildiú (<i>Peronospora variabilis</i>) en genotipos de las cruzas interespecíficas del género <i>Chenopodium</i> X0654 (Compuesto Real-1 (0654) / BYU 937, Real-1 (0654) / BYU 1301; Real-1 (0654) /BYU 1314; Real-1 (0654) / BYU 1101), en condiciones de La Molina 2017.....	49
Tabla 14. Valores de Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) para el mildiú (<i>Peronospora variabilis</i>) en genotipos de las cruzas interespecíficas del género <i>Chenopodium</i> 06R-1 (0654/BYU 937), en condiciones de La Molina 2017.	50
Tabla 15. Valores de Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) para el mildiú (<i>Peronospora variabilis</i>) en genotipos de las cruzas interespecíficas del género <i>Chenopodium</i> cruza XREAL (Compuesto de cruzas Real-1/BYU 937, Real-1/BYU 1301; Real-1/BYU 1314; Real-1/ 1101), en condiciones de La Molina 2017.....	52
Tabla 16. Valores de Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) para el mildiú (<i>Peronospora variabilis</i>) en genotipos de las cruzas interespecíficas del género <i>Chenopodium</i> cruza C4R (Co407/BYU 937), en condiciones de La Molina 2017.....	53
Tabla 17. Valores de Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) para el mildiú (<i>Peronospora variabilis</i>) en genotipos de las cruzas interespecíficas del género <i>Chenopodium</i> cruza NLR-1 (NL-6/Unknown) en condiciones de La Molina 2017.....	56
Tabla 18. Valores de Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) para el mildiú (<i>Peronospora variabilis</i>) en genotipos de las cruzas interespecíficas del genero <i>Chenopodium</i> de la cruza R1R-7 (Real-1/BYU 937), en condiciones de La Molina 2017.....	57
Tabla 19. Valores de Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) para el mildiú (<i>Peronospora variabilis</i>) en genotipos de las cruzas interespecíficas del género <i>Chenopodium</i> de la cruza X11-54 (Compuesto 11-54 / BYU 937, 11-54 / BYU 1301; 11-54 /BYU 1314), en condiciones de La Molina 2017.	58
Tabla 20. Valores de Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) para el mildiú (<i>Peronospora variabilis</i>) en genotipos de las cruzas interespecíficas del género <i>Chenopodium</i> de la cruza R1Y-5 (Real-1/BYU 1101), en condiciones de La Molina 2017.....	60
Tabla 21. Componentes principales con sus respectivos valores propios, varianza absoluta y acumulada, derivados del análisis de datos morfológicos y agronómicos de la cruza XREAL-1 (Compuesto de cruzas Real-1/ BYU 937, Real-1/ BYU 1301; Real-1/BYU 1314; Real-1/ 1101).....	63
Tabla 22. Correlaciones de las variables con los componentes principales seleccionados del análisis de datos morfológicos y agronómicos de la cruza XREAL-1. (Compuesto	

de cruzas Real-1/ BYU 937, Real-1/ BYU 1301; Real-1/BYU 1314; Real-1/ 1101)
64

- Tabla 23. Componentes principales con sus respectivos valores propios, varianza absoluta y acumulada, derivados del análisis de datos morfológicos y agronómicos de la cruzada X0654 8 (Compuesto de Real-1 (0654) / BYU 937, Real-1 (0654) / BYU 1301; Real-1 (0654) /BYU 1314; Real-1 (0654) / BYU 1101). 65
- Tabla 24. Correlaciones de las variables con los componentes principales seleccionados del análisis de datos morfológicos y agronómicos de la colección de la cruzada X0654 (Compuesto de Real-1 (0654) / BYU 937, Real-1 (0654) / BYU 1301; Real-1 (0654) /BYU 1314; Real-1 (0654) / BYU 1101). 66
- Tabla 25. Componentes principales con sus respectivos valores propios, varianza absoluta y acumulada, derivados del análisis de datos morfológicos y agronómicos de la cruzada C4R-2 (Co407/BYU 937). 67
- Tabla 26. Correlaciones de las variables con los componentes principales seleccionados del análisis de datos morfológicos y agronómicos de la cruzada C4R-2 (Co407/BYU 937). 68
- Tabla 27. Componentes principales con sus respectivos valores propios, varianza absoluta y acumulada, derivados del análisis de datos morfológicos y agronómicos de la cruzada 06R-1 (0654/BYU 937). 70
- Tabla 28. Correlaciones de las variables con los componentes principales seleccionados del análisis de datos morfológicos y agronómicos de la cruzada 06R-1 (0654/BYU 937).
71
- Tabla 29. Componentes principales con sus respectivos valores propios, varianza absoluta y acumulada, derivados del análisis de datos morfológicos y agronómicos de la cruzada R1Y-5 (Real-1/BYU 1101). 73
- Tabla 30. Correlaciones de las variables con los componentes principales seleccionados del análisis de datos morfológicos y agronómicos de la cruzada R1Y-5 (Real-1/BYU 1101). 74
- Tabla 31. Componentes principales con sus respectivos valores propios, varianza absoluta y acumulada, derivados del análisis de datos morfológicos y agronómicos de la cruzada R1R-7. Real-1/BYU 937. 76
- Tabla 32. Correlaciones de las variables con los componentes principales seleccionados del análisis de datos morfológicos y agronómicos de la cruzada R1R-7. Real-1/BYU 937..... 77
- Tabla 33. Componentes principales con sus respectivos valores propios, varianza absoluta y acumulada, derivados del análisis de datos morfológicos y agronómicos del total de genotipos caracterizados. 79
- Tabla 34. Correlaciones de las variables con los componentes principales seleccionados del análisis de datos morfológicos y agronómicos de 88 genotipos procedentes de las cruces interespecíficas de *Chenopodium*. 81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Superficie cosechada departamental (ha) del cultivo de quinua en el Perú en el año 2017.....	4
Figura 2. Principales exportadores de quinua en el Perú (periodo 2017-2018).	5
Figura 3. Manejo del experimento: A) bandejas; B) riego; C) instalación y sistema de nebulización; D) plántulas en emergencia; E) plantas en crecimiento; F) madurez de cosecha.	19
Figura 4. Evaluaciones en campo y laboratorio del experimento: A) días a la floración; B) días a la cosecha; C) altura de planta; D) rendimiento de grano.....	20
Figura 5. Caracterización morfológica de las cruza interespecíficas: A) color de axilas; B) forma de hojas y número de dientes; C) color de tallo y presencia de estrías, D y E) tipo, densidad y forma de panoja; F) color de tallo.....	21
Figura 6. Síntomas observados durante las evaluaciones de mildiú en quinua.....	22
Figura 7. Índice de esporulación para determinar susceptibilidad o resistencia al mildiú. .	23
Figura 8. Hojas de quinua con diferentes grados de severidad de mildiú de acuerdo con la escala de Danielsen y Ames (2000) en evaluaciones realizadas en las cruza interespecíficas del género <i>Chenopodium</i> en generación F ₄ . La Molina, 2017..	24
Figura 9. Registros de temperatura máxima y mínima (°C) y de humedad relativa media (%). Registrados por el observatorio Alexander Von Humboldt de la Universidad Nacional Agraria La Molina 2017, Lima-Perú.	26
Figura 10. Diagrama de sedimentación de la CRUZA X REAL-1 (Compuesto de cruza Real-1/ BYU 937, Real-1/ BYU 1301; Real-1/BYU 1314; Real-1/ 1101).....	63
Figura 11. Diagrama de sedimentación de la CRUZA X0654 (Compuesto Real-1 (0654) / BYU 937, Real-1 (0654) / BYU 1301; Real-1 (0654) /BYU 1314; Real-1 (0654) / BYU 1101).....	65
Figura 12. Diagrama de sedimentación de la CRUZA C4 R-2 (Co407/BYU 937).	68
Figura 13. Diagrama de sedimentación de la CRUZA 06R-1 (0654/BYU 937).....	71
Figura 14. Diagrama de sedimentación de la CRUZA R1Y-5 (Real-1/BYU 1101).....	74
Figura 15. Diagrama de sedimentación de la CRUZA R1R-7. Real-1/BYU 937.....	76
Figura 16. Diagrama de sedimentación de 88 genotipos procedentes de las cruza interespecíficas de <i>Chenopodium</i>	80
Figura 17. Variación del rendimiento de planta (g) en 88 genotipos seleccionados de las cruza interespecíficas del género <i>Chenopodium</i> en condiciones de La Molina. 2017.....	84
Figura 18. Variación de los días a la floración de 88 genotipos seleccionados de las cruza interespecíficas del género <i>Chenopodium</i> en condiciones de La Molina. 2017. .	84

Figura 19. Variación de los días a la maduración de 88 genotipos seleccionados de las cruzas interespecíficas del género <i>Chenopodium</i> en condiciones de La Molina. 2017 .	85
Figura 20. Variación de altura de planta (cm) de 88 genotipos seleccionados de las cruzas interespecíficas del género <i>Chenopodium</i> en condiciones de La Molina. 2017 .	85
Figura 21. Grupos de similitud formados en la población caracterizada derivada de cruzas interespecíficas de <i>Chenopodium</i> sp, evaluadas en generación F ₄ en condiciones de La Molina 2017.	87

RESUMEN

La mayoría de las variedades cultivadas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) son susceptibles al mildiú (*Peronospora variabilis* Gäum.), por lo que debe buscarse fuentes de resistencia en otras especies del género *Chenopodium*. Los objetivos de esta investigación fueron: (1) evaluar la respuesta de poblaciones de plantas F₄ provenientes de cruzamientos interespecíficos de *Chenopodium* spp., a la infección por mildiú y (2) determinar la variación fenotípica, altura de planta, peso de granos (g planta⁻¹) y los días a la floración y a la maduración. En la investigación realizada en el Programa de Investigación en Cereales y Granos Nativos de la UNALM, se evaluaron 9090 plantas provenientes de las cruzas de accesiones: Real 1, Línea 0654, Línea NL-6, Línea 11-54 y Co407 por las accesiones BYU 937, BYU 1301 y BYU 1314 de *C. berlandieri* var. *boscianum* colectada en Galveston Bay, Texas y BYU 1101 de *C. hircinum* colectada en Argentina, de la Universidad Brigham Young (EUA). El experimento fue conducido en una casa de mallas, bajo infección natural y condiciones controladas favorables para el mildiú. La severidad del mildiú fue máxima a los 72 días después de la siembra. Se identificaron y seleccionaron plantas con resistencia cuantitativa en cruzas simples y compuestas. Veintiuna plantas resistentes fueron seleccionadas de las cruzas XREAL-1, 15 plantas de las cruzas X0654, 72 plantas de la cruzada C4R-2, 68 plantas de la cruzada 06R-1, 62 plantas de la cruzada R1Y-5, 7 plantas de la cruzada NLR-1, 27 plantas de la cruzada R1R-7 y 41 plantas de las cruzas X11-54. En conclusión, en total se identificaron 5 genotipos muy resistentes, 241 moderadamente resistentes y 58 moderadamente susceptibles. En los 88 genotipos con mayor resistencia al mildiú, el rendimiento varió de 0.038 a 3.7 g planta⁻¹; la floración de 72 a 78 días; la maduración, de 102 a 115 días y la altura de planta de 30 a 92 cm. Las cruzas C4R y R1Y-5 pueden ser fuentes muy promisorias de resistencia al mildiú, sin embargo, se recomienda seguir evaluando en generaciones filiales posteriores.

Palabras claves: mildiú, resistencia cuantitativa, quinua, *Chenopodium quinoa*, *C. berlandieri*, *C. hircinum*

ABSTRACT

Most cultivated quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) varieties are susceptible to downy mildew (*Peronospora variabilis* Gäum.) and so thus, sources of resistance is necessary to search from other species related to genus *Chenopodium*. The current research had two objectives: (1) to evaluate F4 plant populations of *Chenopodium spp.* from interspecific crosses to the infection of *Peronospora variabilis* and (2) to determine the phenotypic variation in morphological characters, plant size, grain yield (g plant⁻¹) and days to flowering and to maturity. The research was carried out in the Research Program on Cereals and Native Grains at UNALM. A total of 9090 plants were evaluated in generation F4 from crosses of quinoa accessions: Real 1, Line 0654, Line NL-6, Line 11-54 and Co407 by accessions from BYU 937, BYU 1301 and BYU 1314 of *C. berlandieri* var. *boscianum* collected in Galveston Bay, Texas and BYU 1101 of *C. hircinum* collected in Argentina, from Brigham Young University - USA. The experiment was conducted in a greenhouse, under natural infection and controlled conditions favorable to mildew. The highest values of the disease were observed 72 days after planting. According to infection levels, plants with quantitative resistance were identified and selected. 21 resistant plants were selected from the XREAL-1 crosses, 15 plants from the crosses X0654, 72 plants from the C4R-2 cross, 68 plants from the 06R-1 cross, 62 plants from the R1Y-5 cross, 7 plants from the NLR-1 cross, 27 plants from the R1R-7 cross and 41 plants from the crosses X11-54. In conclusion, 5 very resistant genotypes, 241 moderately resistant and 58 moderately susceptible, were identified. About the 88 genotypes with the highest mildew resistance, yield varied from 0.038 to 3.7 g plant⁻¹; flowering occurred at from 72 to 78 days; maturity from 102 to 115 days and plant height was from 30 to 92 cm. C4R and R1Y-5 crosses may be promising sources of mildew resistance, but it must continue evaluating the next generations.

Key words: downy mildew, quantitative resistance, quinoa, *Chenopodium quinoa*, *C. berlandieri*, *C. hircinum*

I. INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), es una especie anual originaria de América del Sur. Fue domesticada en los países andinos aproximadamente hace 5000 años, por generaciones de agricultores que identificaron y seleccionaron los genotipos con caracteres adecuados para su explotación agronómica, sus diferentes usos y procesos; en un territorio con amplia variación de climas, suelos y grupos culturales; como es la región andina de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina; lo que explica la gran diversidad genética encontrada en la actualidad (Lumbreras *et al.* 2008; Bazile *et al.* 2016).

El reconocimiento del valor nutritivo de la quinua determinó el incremento de su consumo y demanda en el mercado nacional e internacional, originando el aumento del área de cultivo y su introducción a nuevas zonas de producción. En la actualidad la quinua es cultivada en 95 países del mundo y la rápida expansión global del área cultivada permite ver la quinua como un cultivo de gran importancia y potencial; siendo los principales productores de quinua en el mundo Perú y Bolivia, estos dos países producen más del 80 por ciento de la quinua en el mundo (Bazile *et al.* 2016).

La siembra en grandes extensiones y otras zonas del mundo mostró en su real magnitud los factores que limitan su cultivo y entre ellas destaca la alta susceptibilidad de las variedades comerciales a la enfermedad del mildiú, causado por *Peronospora variabilis* Gäum. (= *P. farinosa* f.sp. *chenopodii* Byford). Testen *et al.* (2013), señalan que la enfermedad de mildiú reduce el rendimiento en al menos un 33 por ciento en variedades resistentes y hasta un 99 por ciento en variedades susceptibles.

El método tradicional de control de mildiú es la aplicación de fungicidas. Los pesticidas brindan protección efectiva pero su aplicabilidad puede ser negativa en gran escala a lo largo del tiempo por sus efectos adversos en el ambiente y por la aparición de nuevas cepas patógenas resistentes. Además de estos efectos negativos, reduce la rentabilidad del agricultor y la calidad orgánica de los granos de quinua.

La resistencia genética tiene la ventaja de ser un método de control poco costoso, nada nocivo para el medio ambiente y que asegura una producción sostenible (Solveig y Ames 2000 citados por Calixtro 2017). Sin embargo, numerosos estudios informan que la mayor parte del germoplasma de quinua es susceptible a la enfermedad de mildiú señalándose la necesidad de emplear fuentes de resistencia provenientes de otras especies del género *Chenopodium*.

Considerando lo arriba señalado es indispensable iniciar un programa de mejoramiento genético de la quinua que permita desarrollar variedades con resistencia genética para ponerlas a disposición de los agricultores; especialmente para los de pequeña escala y asegurar una producción orgánica.

De acuerdo con lo presentado anteriormente, la hipótesis a comprobar en este trabajo fue:

“Algunas plantas provenientes de cruza entre especies del género *Chenopodium* tienen resistencia al patógeno *Peronospora variabilis* causante de la enfermedad de mildiú en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)”.

Para dar comprobación de esta hipótesis se trazaron los objetivos siguientes:

- Evaluar la respuesta de las plantas de poblaciones F₄ provenientes de cruzamientos interespecíficos del género *Chenopodium* a la infección de mildiú originado por *Peronospora variabilis*.
- Determinar la variación fenotípica en caracteres morfológicos y otros de plantas de poblaciones F₄ provenientes de cruzamientos interespecíficos del género *Chenopodium*.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. IMPORTANCIA

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) tiene alto valor nutritivo y gran capacidad para desarrollar en condiciones adversas de clima y suelo (Gómez y Aguilar 2016). Sus granos poseen una composición de aminoácidos equilibrada para la dieta humana (Stevens *et al.* 2006). La quinua está adaptada a ambientes extremos de la región del altiplano andino.

2.1.1. Superficie cosechada (ha), producción (t), rendimiento (kg/ha) y exportación (t) nacional de la quinua

La serie histórica de la superficie, la producción y el rendimiento de quinua en el Perú se presenta en la Tabla 1. Desde el año 2008 al 2015 se incrementó la superficie cosechada, la producción total y el rendimiento de la quinua, alcanzando en el año 2015, 69903 hectáreas, 120 mil toneladas, y 1525 kg/ha, respectivamente.

Tabla 1. Serie histórica de la superficie cosechada (ha), producción (t) y el rendimiento (kg/ha) de quinua en el Perú. 2008- 2017

Año	Superficie Cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (kg/ha)
2008	31163	29867	958
2009	34026	39397	1158
2010	35313	41079	1163
2011	35475	41182	1161
2012	38498	44210	1148
2013	44868	52129	1161
2014	68140	114725	1684
2015	69903	120000	1525
2016	63900	44000	1307
2017	61721	78657	1274

FUENTE: FAOSTAT- Dirección de estadística (2018).

A partir del 2016 se apreció un descenso en la superficie, la producción y el rendimiento a nivel nacional. De acuerdo a estadísticas del año 2017, aproximadamente el 57.1 % de la superficie cosechada se encuentra localizada en Puno, seguida de Ayacucho con el 19.5 %, Apurímac con el 6.2 % y con los departamentos de Cuzco, Junín, Ancash, Arequipa, Cajamarca, Huancavelica, Huánuco, La Libertad, Lambayeque, Moquegua y Tacna con superficies no significativas (Figura 1).

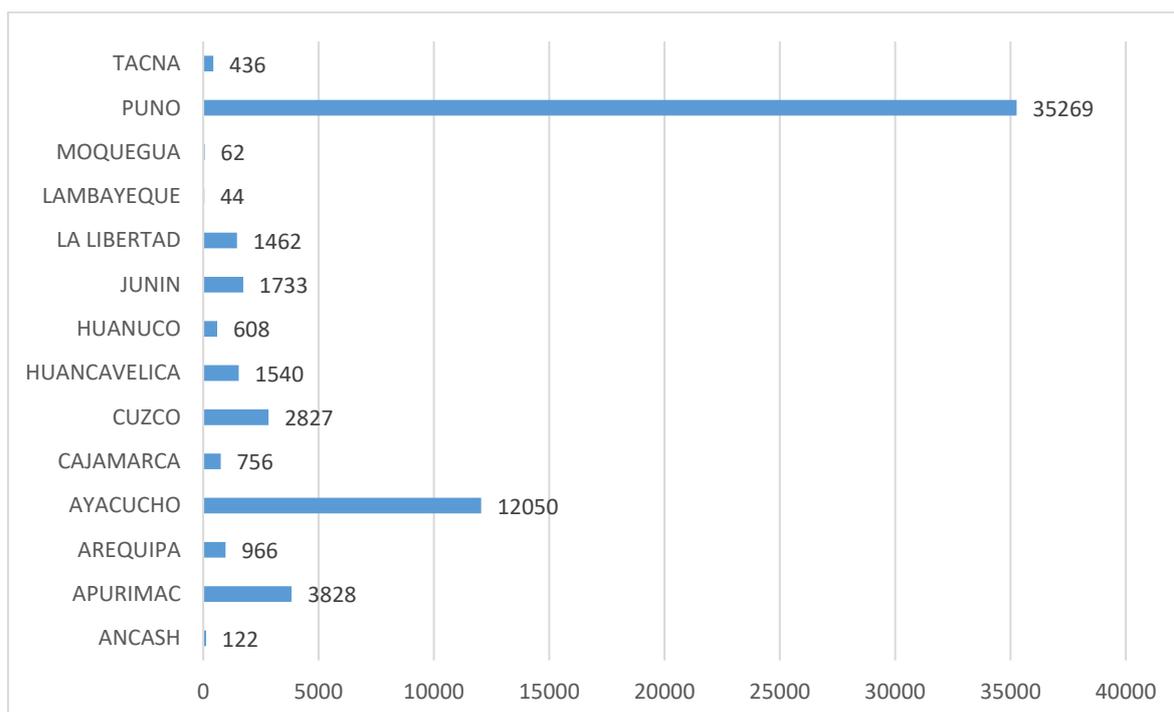


Figura 1. Superficie cosechada departamental (ha) del cultivo de quinua en el Perú en el año 2017.

En la Figura 2 se presenta información relacionada a las exportaciones de quinua para el año 2017 y 2018 (AGRODATAPERU 2019). La exportación de quinua peruana en el 2018 se valorizó en 108 millones de dólares (Precio FOB), por 50349.7 kg, valor 15 % menos de la reportada para el 2015 (142 millones), de acuerdo a la SUNAT (Superintendencia Nacional de Administración Tributaria). Para lo que va del 2019, el 38 % de la quinua fue exportada a Estados Unidos, el 6 % a Francia, el 6 % a Canadá, el 6 % a España, el 5 % a Inglaterra, el 4 % a Holanda, el 4 % a Brasil, el 3 % a Chile, el 3 % a Italia, el 3 % a Alemania y el 23 % a varios países.

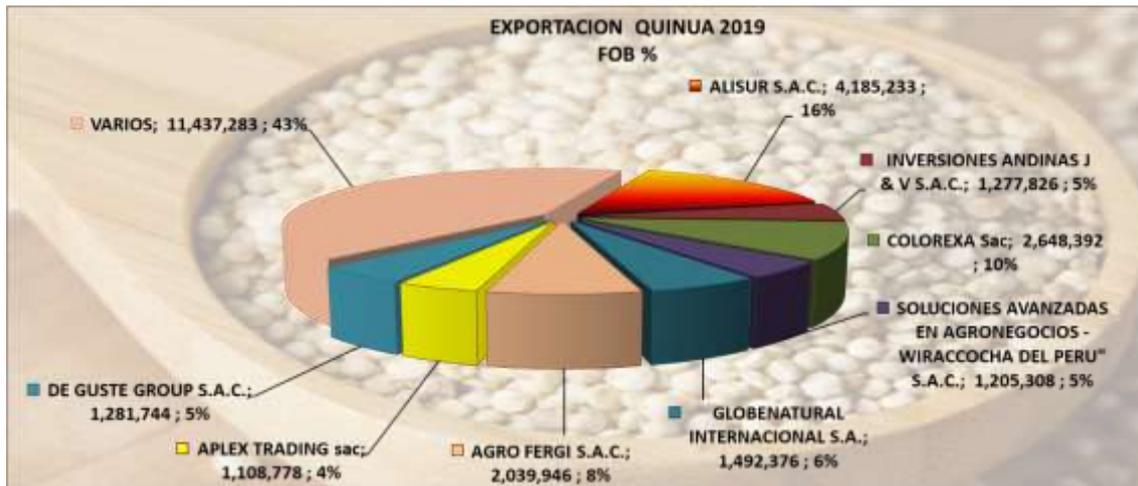


Figura 2. Principales exportadores de quinua en el Perú (periodo 2017-2018).
FUENTE: AGRODATA (2019).

2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Judd *et al.* (2008) clasifican taxonómicamente a la quinua de la siguiente manera:

- Reino:** Plantae
- División:** Magnoliophyta
- Clase:** Magnoliopsida
- Orden:** Caryophyllales
- Familia:** Amaranthaceae
- Subfamilia:** Chenopodioideae
- Género:** *Chenopodium*
- Sección:** Chenopodia
- Subsección:** Cellulata
- Especie:** *Chenopodium quinoa* Willdenow
- Nombre común:** quinua, quinoa

2.3. CENTRO DE ORIGEN Y EVOLUCIÓN DEL CULTIVO DE LA QUINUA

El centro de origen de la quinua está ubicado en la región andina de Sudamérica, con la mayor diversidad localizada en los alrededores del lago Titicaca de Perú y Bolivia. Aparentemente, su domesticación tomó mucho tiempo; el proceso probablemente se inició con el uso de las hojas en la alimentación y luego con las semillas (Bukasov 1965). Uhle (1919) señala que los hallazgos de restos arqueológicos evidencian que la quinua se empezó a usar 5000 años AC en el área de Ayacucho, Perú. Towle (1961) menciona varios hallazgos arqueológicos de quinua, consistentes en ramas fructíferas terminales y granos sueltos, encontrados en diferentes regiones del Perú y en la zona costera de Arica, Chile. Núñez (1970), señala que los hallazgos muestran que la quinua fue utilizada al menos antes del año 3000 AC en el norte de Chile.

Por otro lado, la mayor diversidad de las formas cultivadas y silvestres se encuentra entre el sur del nudo de Pasco y el altiplano boliviano (Gandarillas 1979). Durante los miles de años, la especie se adaptó a diferentes condiciones agroclimáticas, edáficas y culturales, que se reflejan en gran diversidad de genotipos que permiten su cultivo actual desde el nivel del mar hasta los 4000 m.s.n.m y sus usos diversos en las diferentes comunidades étnicas de acuerdo a sus necesidades alimentarias (Mujica *et al.* 2001a).

2.4. DIVERSIDAD GENÉTICA DE LA QUINUA

El género *Chenopodium* agrupa especies con una amplia distribución mundial relativamente poco estudiadas y en su mayoría no cultivadas. Las quinuas se dividen en dos grupos principales: (1) quinuas cultivadas, de semillas claras con una testa delgada y translúcida y (2) quinuas silvestres con semillas oscuras y testa densa. Se sugiere incluir las quinuas silvestres, en una posición intermedia entre quinua (*C. quinoa* Willd.) y algunos de sus posibles ancestros como *C. berlandieri* distribuida en Norteamérica (Wilson y Heiser 1979 citados por Fuentes *et al.* 2009) o *C. hircinum* distribuida en los Andes y la pampa argentina de Sudamérica (Heiser y Nelson 1974 citados por Fuentes *et al.* 2009). Además, *C. quinoa* ssp *melanospermum*, destaca por presentar semillas negras con márgenes semiredondeados de amplia distribución en los Andes. *C. quinoa* ssp *milleanum*, caracterizada por la presencia de semillas negras de diámetro fluctuante entre 1.5 a 1.8 mm. La quinua, junto con sus

parientes silvestres (*Chenopodium carnosolum*, *C. petiolare*, *C. pallidicaule*, *C. hircinum* y *C. ambrosioides incisum*), tiene una gran diversidad y variabilidad en usos (Fuentes *et al.* 2009).

2.5. MORFOLOGÍA DE LA QUINUA

2.5.1. Raíz

La quinua presenta una raíz pivotante vigorosa muy ramificada. A partir de unos pocos centímetros del cuello, empieza a ramificarse en raíces, secundarias, terciarias, etc. La profundidad de la raíz guarda estrecha relación con la altura de la planta. Se han podido detectar plantas de 1.70 m de altura con una raíz de 1.50 m, y plantas de 90 cm con una raíz de 80 cm (Gandarillas 1979, Gómez y Aguilar 2016).

2.5.2. Tallo

El tallo es cilíndrico en el cuello de la planta y anguloso en la parte alta a partir de la emergencia de las ramificaciones, es de color verde, rosado, rojo o púrpura tendiendo a cambiar de color al madurar, muchas veces presenta estrías de colores diferentes al del tallo (Echegaray 2003). La altura varía de 0.70 a 3.0 m. La textura de la médula en las plantas jóvenes es blanda, cuando se acerca a la madurez es esponjosa y hueca, de color crema y sin fibras. Por el contrario, la corteza es firme y compacta, formada por tejidos fuertes (Gandarillas 1979, Gómez y Aguilar 2016).

2.5.3. Hojas

Las hojas como todas las dicotiledóneas están formadas por el peciolo y la lámina. Los peciolos son largos, finos y acanalados en su lado superior y de un largo variable dentro de la misma planta. La lámina es polimorfa, tiene las hojas inferiores de forma romboidal o triangular y las superiores, lanceoladas o triangulares (Gandarillas 1979, Gómez y Aguilar 2016).

Gandarillas (1968) indica que el número de dientes es uno de los caracteres más constantes variando según la raza de 3 a 20, siendo en el último caso hojas aserradas. Las hojas inferiores pueden medir hasta 15 cm de largo por 12 cm de ancho. Las superiores son más pequeñas y pueden carecer de dientes, como las hojas que salen de las inflorescencias que apenas miden 10 cm de largo por 2 cm de ancho.

Mujica (1988), describe la coloración de la lámina de la hoja como verde con diferentes tonalidades y con coloración rojiza y púrpura. Presenta nervaduras muy pronunciadas y fácilmente visibles, que nacen del peciolo y que generalmente son en número de tres, existen genotipos que tienen abundante cantidad de hojas y otros con menor, generalmente las quinuas de valle tienen un follaje abundante.

2.5.4. Inflorescencia

La inflorescencia de la quinua es racimosa y por la disposición de las flores en el racimo se considera como una panoja. Puede ser laxa o compacta, dependiendo de la longitud de los ejes secundarios y de los pedicelos. Las panojas tienen los ejes secundarios y pedicelos cortos.

El eje principal de la inflorescencia, según Gandarillas (1979) es anguloso y las flores se agrupan a lo largo del eje principal o los ejes secundarios y dan lugar a las formas de inflorescencia amarantiforme y glomerulada respectivamente. La inflorescencia ancestral es la glomerulada, la misma que es dominante sobre la amarantiforme, siendo esta última por lo tanto un mutante. En la inflorescencia glomerulada se observa que del eje principal nacen los ejes secundarios y de estos los ejes glomerulados de 0.5 a 3.0 cm de longitud. El tipo de inflorescencia amarantiforme el eje glomerular nace directamente del eje principal.

La longitud de la panoja es variable, dependiendo de los genotipos, tipo de quinua, lugar donde se desarrolla y condiciones de fertilidad de los suelos, alcanzando de 30 a 80 cm de longitud por 5 a 30 cm de diámetro, el número de glomérulos por panoja varía de 80 a 120, el tamaño de glomérulos esféricos es muy variable, mientras que en las especies silvestres no pasan de 5 mm y las cultivadas varían entre 8 y 20 mm, el número de semillas por panoja es 100 a 3000, encontrando panojas grandes que rinden hasta 500 gramos de semilla por inflorescencia (Mujica *et al.* 2001b, Gómez y Aguilar 2016).

2.5.5. Flores

Son pequeñas, incompletas, sésiles y carecen de pétalos, constituida por una corola formada por cinco piezas florales sepaloides. Las flores en el glomérulo pueden ser hermafroditas, pistiladas (femeninas) y androestériles, lo que indica que podría tener hábito autógamo como alógamo (Rea *et al.* 1979).

Las flores presentan, por lo general un perigonio sepaloide, rodeado de cristales de oxalato de calcio generalmente cristalinas, con cinco sépalos, de color verde, un androceo con cinco estambres cortos, curvos de color amarillo y filamentos cortos y un gineceo con estigma central, plumoso y ramificado con dos a tres ramificaciones estigmáticas, ovario elipsoidal, súpero, unilocular, las flores hermafroditas, en el glomérulo, son apicales y sobresalen a las pistiladas, en los trabajos de cruzamiento se ha observado una gran cantidad de aberraciones florales en quinua, tales como protoandria, pues se observan estambres secos cuando las flores están completamente abiertas y protoginia, observando ramas estigmáticas extendidas sin apertura de las tecas de los estambres, flores ginomonoicos, encontrando solo ramas estigmáticas en las partes inferiores de las flores, aunque es común observar flores en distintas fases de desarrollo en el mismo glomérulo: en formación, en antesis y secas (Mujica *et al.* 2001, Gómez y Aguilar 2016).

2.5.6. Fruto

Está constituido por el perigonio que envuelve al fruto por completo y contiene una sola semilla o aquenio. En estado maduro del grano, el perigonio tiene forma estrellada, por la quilla que presentan los cinco sépalos y se desprende con facilidad al frotarlo cuando está seco (Gandarillas 1979).

El aquenio deriva de un ovario supero unilocular y de simetría dorsiventral, tiene forma cilíndrico-lenticular, levemente ensanchado hacia el centro, en la zona ventral del aquenio se observa una cicatriz que es la inserción del fruto en el receptáculo floral (Mujica *et al.* 2001a). Es de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal, presentando: pericarpio, en ella se ubica la saponina que le da el sabor amargo al grano y su adherencia a la semilla es variable con los genotipos. El color del fruto está asociado con el color del perigonio, del pericarpio y de la planta, donde resulta que puede ser verde, purpura o rojo.

2.5.7. Semilla

Es el fruto maduro sin el perigonio y el pericarpio. Está envuelto con el episperma o cubierta de la semilla, y las otras dos partes son el embrión y el perisperma que es el órgano de reserva (Apaza *et al.* 2013, Gómez y Aguilar 2016).

2.6. MILDIÚ DE LA QUINUA

En todas las zonas donde se cultiva quinua, la enfermedad clave es el mildiú, causada por *Peronospora variabilis* Gäum (Pañka *et al.* 2004, Kumar *et al.* 2006, Testen *et al.* 2013, Li *et al.* 2017, Dugan *et al.* 2017).

El mildiú es la enfermedad más importante de la quinua y es causado por *Peronospora variabilis* Gäum de la clase Oomycota, orden Peronosporales, familia Peronosporaceae (Choi *et al.* 2010). Anteriormente denominada *Peronospora farinosa* f.sp. *chenopodii* (Fr.) y *Peronospora effusa* (Grev. ex Desm.) Ces (Bazán 1965, 1973). Plata *et al.* (2013), a través de pruebas moleculares demuestra que todos los aislamientos bolivianos corresponden a *Peronospora variabilis* y que reflejan una sola población.

Danielsen y Ames (2000), indican que los denominados mildiú son parásitos obligados (biotróficos) altamente especializados que parasitan plantas vasculares en un rango limitado de especies. Debido a esta especialización fisiológica está subdividido en tres grupos según sus hospedantes: *P. farinosa* f.sp. *betae* en *Beta* spp., *P. farinosa* f.sp. *spinaciae* en *Spinacia* spp., y *P. variabilis* en *Chenopodium* spp.

Las plantas de quinua infectadas por *Peronospora variabilis* Gäum, presentan una variedad de síntomas, dependiendo de: (1) el cultivar, (2) la etapa de desarrollo y (3) las condiciones ambientales. Los síntomas típicos incluyen lesiones cloróticas pálidas o amarillas en la superficie de la hoja (que causan una reducción en el área fotosintética de la planta y eventualmente se torna necrótica). En condiciones de alta humedad, las manchas correspondientes a la cara inferior de las hojas se cubren de una pulverulencia blanca al principio y gris purpúrea o gris violeta, dependiendo del pigmento que predomina en la planta y constituido por las estructuras esporulativas del mildiú (Bazán 1965). En algunas variedades altamente susceptibles, como la variedad boliviana Utusaya, el mildiú puede causar una defoliación de 100 por ciento y como consecuencia se produce la maduración prematura (Bonifacio 1995, Danielsen y Ames 2008). El grado de esporulación varía considerablemente en las variedades, muy probablemente debido a la variación genética dentro de la población del mildiú y las variedades de quinua (Danielsen y Ames 2000).

La transmisión del mildiú de la quinua es través de oosporas que se alojan en el pericarpio de la semilla (Mercado 2001, Testen *et al.* 2013) y en hojas viejas de plantas infectadas; observado en plantas procedentes de Huancayo, Puno, Ayacucho, Cajamarca, Cusco y La

Paz (Danielsen y Ames 2008). De aislamientos colectados en Perú y Bolivia se logró la producción de oosporas, lo que mostró que en estos países existen los dos tipos de apareamiento, P1 y P2, necesarios para que se produzca la estructura sexual (Ibid.).

El grado de daño que causa el mildiú es variable, dependiendo de los factores del medio ambiente como son la temperatura y la humedad. Con humedad relativa mayor a 80 por ciento y temperatura entre 15 a 25 °C, el mildiú puede causar pérdidas en el rendimiento entre 33 y 58 por ciento y en condiciones de alta presión de inóculo y variedades muy susceptibles, puede llegar a reducir el rendimiento hasta en un 100 por ciento (Alandia *et al.* 1979, Otazú *et al.* 1976, Danielsen y Ames 2000, Bonifacio 1995, Choi *et al.* 2010, Testen *et al.* 2013). Además de la reducción del rendimiento, el mildiú afecta la calidad del grano al opacar o negrearlo en su capa externa (Bonifacio 1995).

2.7. CONTROL DEL MILDIÚ

Al igual que otras enfermedades el control de mildiú puede realizarse en tres modalidades:

2.7.1. Control cultural

Basado en rotaciones de cultivo, prácticas agronómicas para disminuir la humedad en el campo como distancia de surcos y plantas apropiadas, drenaje, dirección de surcos con respecto al viento y otros. Li *et al.* (2017), recomiendan dejar de sembrar quinua por un periodo de 3-5 años después de una epidemia muy severa.

2.7.2. Control químico

Empleando una diversidad de fungicidas. Li *et al.* (2017), recomiendan la aplicación de Mancozeb y Cimoxanil en estados tempranos y con la aplicación dirigida al envés de las hojas. Abd-Elmoity y Ali (2016), reportan el control de mildiú empleando un fungicida a base de cobre en condiciones de Egipto.

2.7.3. Control genético

Uso de variedades resistentes. La resistencia genética tiene la ventaja de ser un método de control poco costoso, nada nocivo para el medio ambiente y que asegura una producción sostenible. Danielsen y Ames (2000), señalan que dentro del germoplasma de quinua existe

una amplia variabilidad en la respuesta a la infección por mildiú, desde alta susceptibilidad a resistencia.

En la década de los setentas se informó que las variedades UNTA60, UNTA63, UNTA116, UNTA140 y Tupiza eran altamente resistentes; Kanccolla, Illimani, Ccoyto-1, UNTA97 y UNTA98 eran moderadamente resistentes; Sajama y Oxfam eran susceptibles y UNTA18 y UNTA39 eran muy susceptibles (Otazú *et al.* 1976).

La resistencia genética de los cultivos a los organismos plaga disminuyen la necesidad de aplicar pesticidas, aminoran la contaminación de las cosechas, del medio ambiente y los riesgos para la salud humana; además de reducir los costos de producción de los cultivos tornándolos competitivos y sostenibles (Vallejo y Estrada 2002).

2.8. RESISTENCIA GENÉTICA

La resistencia vertical ofrece una protección completa hacia cierta raza del patógeno, pero este tipo de resistencia tiende a perderse relativamente rápido debido a cambios en el patógeno (mutación y selección). La resistencia horizontal da una protección incompleta pero duradera y es efectiva contra las razas del patógeno.

El estudio de la resistencia genética en la interacción huésped patógeno enmarca bases genéticas, fitopatológicas, fisiológicas, bioquímicas y moleculares (Lemus 2005). Los tipos de resistencia de la quinua al mildiú fueron estudiados por Ochoa *et al.* (1999), empleando 20 aislamientos de mildiú y 60 líneas de quinua empleando una escala relacionada con el nivel de severidad y con valores que describieron la respuesta de la quinua desde totalmente resistente (0) a completamente susceptible (5). De las 60 líneas estudiadas, 22 líneas mostraron susceptibilidad a todos los aislamientos del mildiú y que los grupos de virulencia aparentemente estuvieron restringidos a las diferentes regiones de cultivo de la quinua.

Kumar *et al.* (2006), estudiaron la respuesta de 27 accesiones de *C. quinoa*, dos accesiones de *C. berlandieri* subsp *nuttaliae* y una de cada una de las siguientes especies *C. bushianum*, *C. ugandae*, *C. strictum*, *C. ficifolium* y *C. opulifolium* al mildiú y hallaron que cuatro accesiones de quinua fueron inmunes/resistentes, sugiriendo una especialización fisiológica del mildiú.

Mhada *et al.* (2014), estudiaron 79 accesiones conformadas por dos especies silvestres locales (*C. album* y *C. murale*) y varias variedades de *C. quinoa* desarrolladas en Marruecos a través del método de selección recurrente por su resistencia a *Peronospora farinosa* (*P. variabilis*); observando que el material genético presentó diferentes grados de resistencia cuantitativa empleando tres criterios: el periodo de incubación, el periodo de latencia y el área de progreso bajo la curva de la enfermedad; siendo las accesiones M2a y S938/1 las más resistentes con el periodo más largo de incubación igual a 7 días y el periodo de latencia de 12 días y un valor de 4 del área de progreso bajo la curva de la enfermedad.

Tapia *et al.* (2014), indican que la colección de quinua del Ecuador, compuesta por 469 entradas, fue caracterizada por su respuesta al mildiú y en función a la severidad de mildiú se formaron tres grupos. El grupo 1 (154 muestras) fue el más resistente, con un porcentaje promedio de 28.9 %, observándose las entradas ECU-238, ECU-270, ECU-271, ECU-281, ECU-290, ECU-313, ECU-381 con porcentajes muy bajos (5 %).

Gandarillas *et al.* (2015), señalan la resistencia genética como uno de los métodos más efectivos para el control de mildiú. Señala que la resistencia puede estar gobernado por genes mayores (resistencia vertical) o genes menores (resistencia horizontal) o una combinación de ambos, dando lugar a una resistencia durable. Esta resistencia se ha identificado en variedades de quinua tardías y otras especies de *Chenopodium* como *C. hircinum*, *C. nuttalliae*, *C. petiolare*, *C. album* y *C. ambrosioides*.

Farong (2016), informa el desarrollo de la primera variedad de China Longli 1 con características agronómicas, de calidad, tolerancia a factores abióticos y altamente resistente a mildiú, fue desarrollada de una accesión proveniente de Bolivia, denominada Puno por selección individual.

Benlhabib *et al.* (2016), evaluaron 76 accesiones, derivadas de cruzamientos entre dos parentales NL-6 y 0654, en generación F6 por respuesta al mildiú, los datos analizados les permitieron formar seis grupos, los más resistentes en el grupo 1 y los más susceptibles en el grupo 6. Es importante señalar que el parental NL-6 era ligeramente susceptible y 0654 el más resistente. El 50 % de las accesiones (36/72) fueron clasificadas entre los dos padres indicando que la segregación transgresiva para resistencia fue importante en la población 39. Se apreció que los genotipos más susceptibles desarrollaron rápidamente síntomas de la

enfermedad y la inmediata esporulación; mientras que las resistentes retardaron el progreso de la enfermedad previniendo el crecimiento de las esporas y su diseminación en el campo.

Khalifa y Thabet (2018), en un estudio realizado en Egipto evaluando la respuesta a mildiú de tres variedades de quinua: Hualhuas, CICA y Real encontró que la variedad Hualhuas es resistente a mildiú en condiciones de Egipto y que el conocimiento de los aspectos fisiológicos o moleculares de los mecanismos de resistencia puede proveer una posible ruta para mejorar la resistencia a mildiú de otros genotipos de quinua.

2.9. HIBRIDACIONES

La hibridación es el proceso a través del cual se cruzan progenitores de diferente constitución genética, con el objeto de lograr la transferencia de características deseables (genes) entre los progenitores. La hibridación o cruzamiento es la principal estrategia para el mejoramiento genético de las especies autógamas; a través de ella se logran formas cultivadas superiores a las existentes. La hibridación como método de mejoramiento, tiene los siguientes objetivos: (1) combinar en un solo genotipo, los genes favorables presentes en dos o más progenitores diferentes, (2) aumentar la variabilidad genética, utilizando los procesos de recombinación y segregación y (3) aprovechar la segregación transgresiva en herencia cuantitativa (Vallejo y Estrada 2002).

La hibridación es una fuerza evolutiva que puede reformular potencialmente la composición genética de las poblaciones y crear genotipos novedosos que facilitan la adaptación a nuevos entornos (Stebbins 1950; Anderson y Stebbins 1954; Arnold 1997 citados por Culley y Hardiman 2008).

Las hibridaciones en quinua han sido empleadas para obtener variedades mejoradas en varias características por ejemplo en Holanda se cruzó satisfactoriamente variedades de zonas alta con la de las zonas bajas lográndose material para latitudes templadas (Mastebroek y Van Loo 2000). Se han informado de varios métodos de emasculación y polinización manual que permitirá obtener variedades nuevas por hibridación para diferentes ambientes con caracteres apropiados para reducir los daños causados por el cambio climático y así una mayor contribución a zonas marginales y lograr una agricultura sustentable. Peterson *et al.* (2015), describen una técnica basada en el aislamiento de pequeños grupos de flores en la

parte baja de la planta, emasculación de las flores masculinas y el subsecuente apareamiento de plantas femeninas, con las flores emasculadas, con el progenitor masculino, con flores en anthesis, y señala que la técnica de emasculación y polinización desarrollada fue comprobada entre variedades de la especie y cruza con quinua y *Chenopodium berlandieri*.

2.9.1. Hibridaciones interespecíficas

Las cruza entre especies del género *Chenopodium* se han reportado desde la década de los 80 - 90s. Wilson y Manhart (1993) y Ward y Johnson (1993) mostraron que las cruza interespecíficas son viables especialmente *C. quinoa* cruzada con *C. nuttalliae*, *C. berlandieri*, *C. petiolare* y *C. carnosolum*. Por otro lado, Bonifacio 1995 informa cruza entre *C. quinoa* var. Sajama y *C. carnosolum* var. Ajara, logrando una variedad denominada Sayaña. Este tipo de cruza, sin embargo, no se han explotado todavía y son importantes porque a través de ellas se pueden incorporar genes de resistencia/tolerancia a factores bióticos y abióticos que mejorarían aún más la quinua y su capacidad de prosperar en condiciones marginales.

La hibridación inter- o intraespecífica puede generar nuevos genotipos que poseen características positivas como resultado de un aumento de la varianza genética, nuevas interacciones epistáticas, enmascaramiento o descarga de alelos recesivos perjudiciales y/o transferencia de genes favorables (Lee 2002).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN EXPERIMENTAL

La investigación se llevó a cabo en el Programa de Investigación en Cereales y Granos Nativos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, en el distrito de La Molina, Lima – Perú, con condiciones climáticas típicas de la costa central peruana.

3.2. MATERIALES

3.2.1. Material genético

Se utilizaron semillas F₄ provenientes de cruzamientos intraespecíficos realizados en el Colegio de Ciencias de la Vida y Vida Silvestre de la Universidad Brigham Young (Estados Unidos de América) como parte de las actividades del convenio UNALM/BYU.

El material genético estuvo compuesto de diferente número de genotipos por cruzas que se listan en la Tabla 2.

Las especies empleadas fueron:

Chenopodium quinoa:

Las accesiones: Real 1, Línea 0654, Línea NL-6, Línea 11-54 y Co407

Chenopodium berlandieri* y *C. hircinum:

Las accesiones: BYU 937, (Accesión de *C. berlandieri* var. *boscianum* colectada en Galveston Bay, Texas). BYU 1301, (Accesión de *C. berlandieri* var. *boscianum*). BYU 1314 (Accesión de *C. berlandieri* var. *Zschackei*). BYU 1101 (accesión de *C. hircinum* colectada en Argentina)

Tabla 2. Cruzamientos interespecíficos y testigos de comparación empleados en la evaluación de caracteres agronómicos y en la caracterización morfológica. La Molina 2017-2018.

Denominación de la crusa	Progenitores	Nro. de plantas evaluadas
XREAL-1	Compuesto proveniente de la mezcla de cruzas Real-1/BYU 937, Real-1/BYU 1301; Real-1/BYU 1314; Real-1/1101	630
X0654	Compuesto proveniente de la mezcla de Real-1 (0654) / BYU 937, Real-1 (0654) / BYU 1301; Real-1 (0654) /BYU 1314; Real-1 (0654) / BYU 1101	450
C4R-2	Co407/BYU 937	2160
06R-1	0654/BYU 937	1740
R1Y-5	Real-1/BYU 1101	1860
NLR-1	NL-6/Unknown	210
R1R-7	Real-1/BYU 937	810
X11-54	Compuesto de 11-54 / BYU 937, 11-54 / BYU 1301; 11-54 /BYU 1314	1230
Testigos	(1) Silvestre 1, (2) Silvestre 2, (3) LM – 89, (4) MQPas-50 (5) MQAM- 250Gy – 283	

3.2.2. Materiales de campo y otros

- Libreta y registro de campo. Sustrato: compost + tierra de chacra (3:1). Bandejas Forestray 60A. Bolsa de papel Kraft. Etiquetas. Carteles de identificación. Insecticidas. Pala. Carretilla. Bandejas. Hoz. Regla métrica. Rafia. Lápiz. Carta de colores.

3.2.3. Equipos

- Balanza analítica.

3.3.METODOLOGÍA

3.3.1.Manejo del experimento

Siembra

El sustrato utilizado fue compost y tierra de chacra en una proporción 3:1. Se sembró 10 semillas por cada celda de las bandejas Forestray 60A, manteniendo la identidad de las poblaciones de cada cruce (Figura 3A).

Riego

El agua de caño se colocó en la portabandeja de tal forma que el agua subió por capilaridad para dotar de agua a las plantas de la bandeja (Figura 3B y C).

Control sanitario

Por los objetivos planteados en la investigación no se utilizó ningún fungicida, dado que se buscó identificar plantas con resistencia genética en la población F₄ provenientes de cruzamientos interespecíficos. Las plagas fueron controladas mediante control químico.

Cosecha

La cosecha se realizó cuando las plantas llegaron a su madurez fisiológica (de coloración amarilla), y fue manual e individual (Figura 3F).

3.3.2.Evaluaciones

Días a la floración (días)

Número de días transcurridos desde la fecha del riego de inicio hasta el 50 por ciento de apertura de las flores en la inflorescencia (presencia de flores abiertas con anteras visibles en antesis) Figura 4A.

Días a la maduración (días)

Número de días transcurridos desde la fecha del riego de inicio hasta que el 50 por ciento de los granos de la inflorescencia presenten el estado de grano pastoso rayable con la uña Figura 4B.



Figura 3. Manejo del experimento: A) bandejas; B) riego; C) instalación y sistema de nebulización; D) plántulas en emergencia; E) plantas en crecimiento; F) madurez de cosecha.

Altura de planta (cm)

Se tomó la altura de planta un día antes de iniciar la cosecha, con una regla graduada desde la base de la planta hasta el punto apical de la panoja (Figura 4C).

Rendimiento (g/planta)

Se pesaron los granos de las plantas en una balanza de precisión y se expresó en g/planta (Figura 4D).



Figura 4. Evaluaciones en campo y laboratorio del experimento: A) días a la floración; B) días a la cosecha; C) altura de planta; D) rendimiento de grano

Caracterización morfológica

Se caracterizó las plantas seleccionadas con el Descriptor de Quinoa (*Bioversity International et al.* 2013) y se recolectó información de: (1) presencia de ramificación, (2) color de tallo, (3) color de estría, (4) color de axilas, (5) forma de hoja de tallo, (6) forma de hoja de panoja, (7) borde de hoja, (8) número de dientes, (8) color de peciolo, (9) color de lámina foliar, (9) color de panoja en floración, (10) forma de la panoja y (11) densidad de panoja. Los datos colectados fueron colocados en una hoja Excel y luego fueron procesados considerando los objetivos de la presente investigación (Figura 5 A - F).

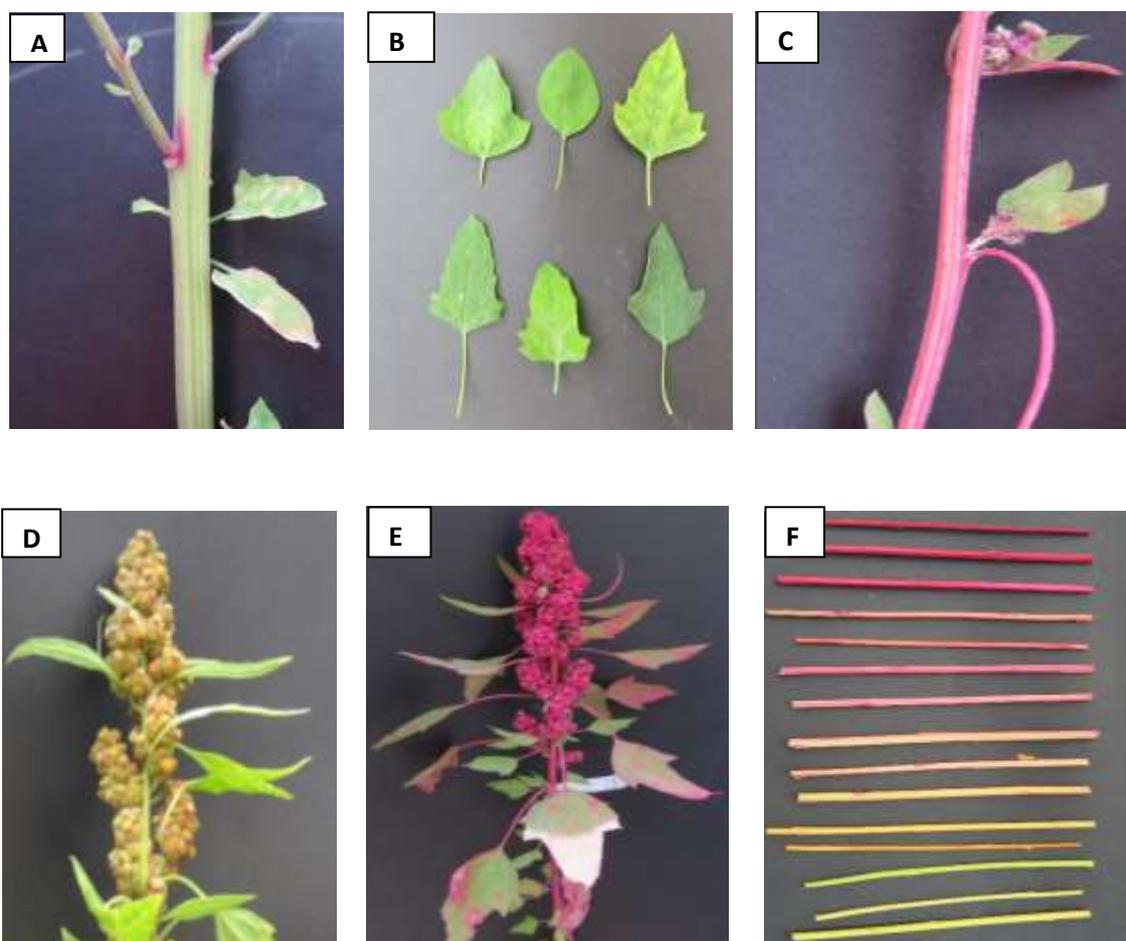


Figura 5. Caracterización morfológica de las cruces interespecíficas: A) color de axilas; B) forma de hojas y número de dientes; C) color de tallo y presencia de estrías, D y E) tipo, densidad y forma de panoja; F) color de tallo.

Evaluación de la enfermedad de mildiú

Se evaluó el mildiú en tres estadios fenológicos: (1) ramificación, (2) floración y (3) maduración se tomaron tres plantas de cada genotipo y se registró las lecturas de la enfermedad en el tercio (inferior, medio y superior de cada planta), el valor final resultó del promedio de todas las lecturas/planta/genotipo (Figura 6). Se siguió el procedimiento descrito como protocolo 10 en “El mildiú de la quinua en la zona andina” (Danielsen y Ames 2000).



Figura 6. Síntomas observados durante las evaluaciones de mildiú en quinua

Se evaluó el porcentaje de área afectada de cada hoja usando la escala propuesta por Danielsen y Ames (2000) (Figura 7 y Figura 8). Los valores se obtuvieron en promedio de 3 plantas/3 lecturas/genotipo.

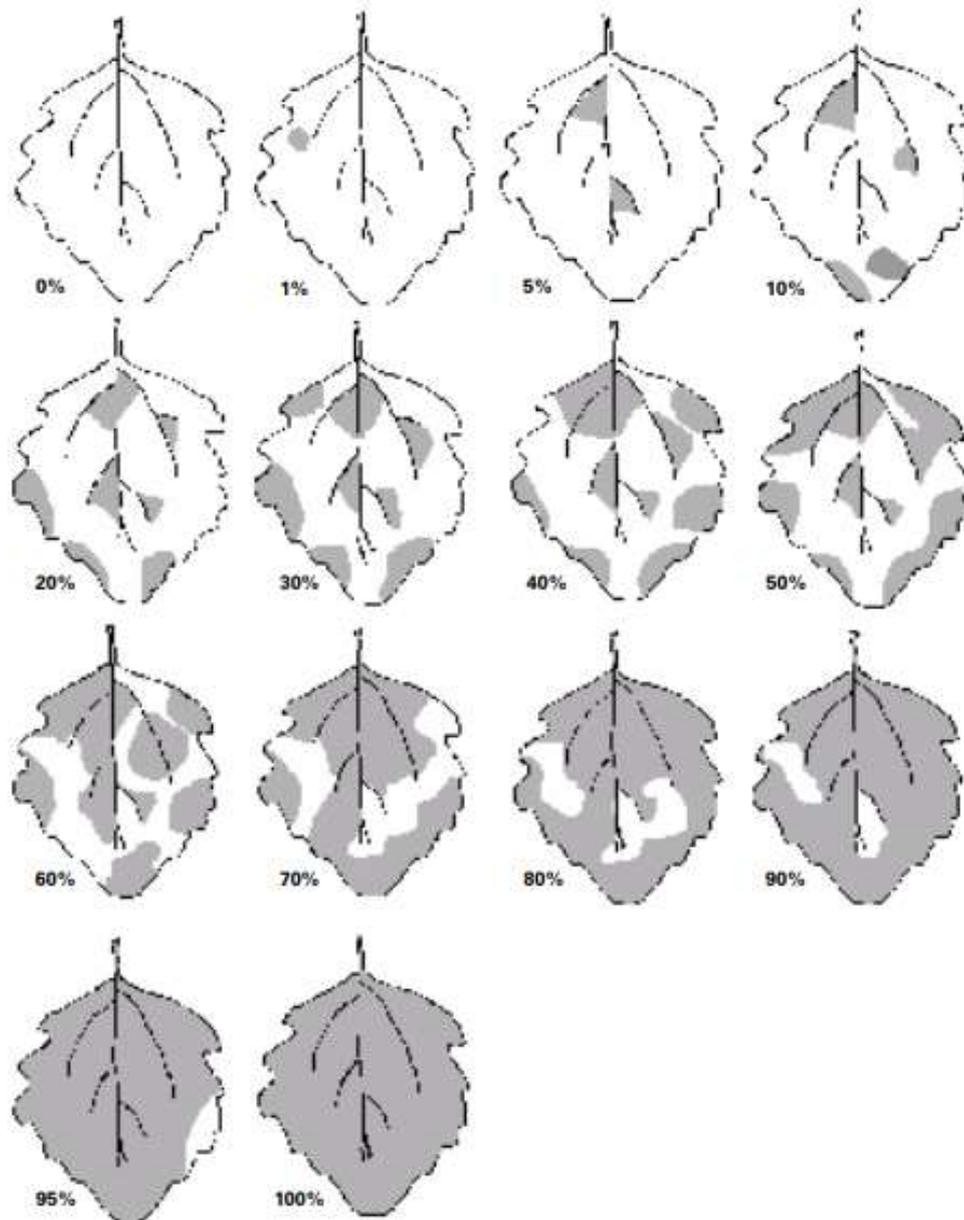


Figura 7. Índice de esporulación para determinar susceptibilidad o resistencia al mildiú.

FUENTE: Danielsen y Ames (2000)



Figura 8. Hojas de quinua con diferentes grados de severidad de mildiú de acuerdo con la escala de Danielsen y Ames (2000) en evaluaciones realizadas en las cruzas interespecíficas del género *Chenopodium* en generación F4. La Molina, 2017.

En la Tabla 3 se presenta la calificación del grado de resistencia descrita por Danielsen y Ames (2000), para determinar la clase de resistencia.

Tabla 3. Escala de evaluación de la reacción a mildiú (*Peronospora variabilis*, antes llamada *P. farinosa* f.sp. *chenopodii*) en hojas primarias de quinua (*Chenopodium quinoa*).

Escala	% de hoja infectada	Clase
0	0	Inmune
1	0 - 10	Muy resistente
2	11 - 25.	Moderadamente resistente
3	26 - 50	Moderadamente susceptible
4	51 - 100	Muy susceptible

FUENTE: Danielsen y Ames (2000).

ABCPE (área bajo la curva de progreso de la enfermedad)

En función a las evaluaciones realizadas en los tres estadios fenológicos se determinó el ABCPE. Los valores de severidad son empleados para calcular el valor del área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE), en inglés “*area under disease progress curve*” (AUDPC) que es un parámetro útil para comparar resistencia/susceptibilidad entre diferentes genotipos de quinua y el comportamiento de los genotipos bajo diferentes ambientes climáticos.

La fórmula empleada fue:

$$\text{ABCPE} = \sum_{i=1}^N [(X_{i+1}) + X_i]/2](t_{i+1} - t_i)$$

Donde X_i representa la observación correspondiente al tiempo i , X_{i+1} es la observación correspondiente al tiempo $i+1$, t_i es el número de días a partir de la primera evaluación hasta el día de la i -ésima evaluación (Campbell y Madden 1990).

3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.4.1. Diseño experimental

El material genético se sembró sin repeticiones manteniendo la identidad de cada cruce. Se incluyó testigos comerciales.

3.4.2. Procesamiento de datos

La información de campo colectada de la caracterización morfológica, agronómica y respuesta a mildiú de las plantas seleccionadas en las poblaciones segregantes, fue digitada en una base de datos Excel y se procedió al análisis multivariado y al de componentes principales, utilizando el programa Minitab versión 17 (*Minitab Statistical Software*, 2010). Para el análisis de agrupamiento se utilizó el paquete *factoextra* y la interfaz R-Studio del ambiente para cómputo estadístico R (R *Core Team* 2018) versión 3.5.2.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. OBJETIVO 1

4.1.1. Evaluación de la respuesta de las plantas de poblaciones F₄ provenientes de cruzamientos interespecíficos del género *Chenopodium*, a la infección de mildiú originado por *Peronospora variabilis*

Se evaluaron en total 9090 plantas. Se midió la severidad de la enfermedad como el área de las hojas de las plantas con síntomas de mildiú en condiciones de infección natural, favorecidas por nebulizaciones de agua en la casa de mallas. La humedad varió de 75.8 a 80.7 por ciento, temperatura máxima igual a 27.9 °C y fue constante durante todo el periodo de estudio, y la temperatura mínima varió de 13.6 a 16.6 °C (Figura 9).

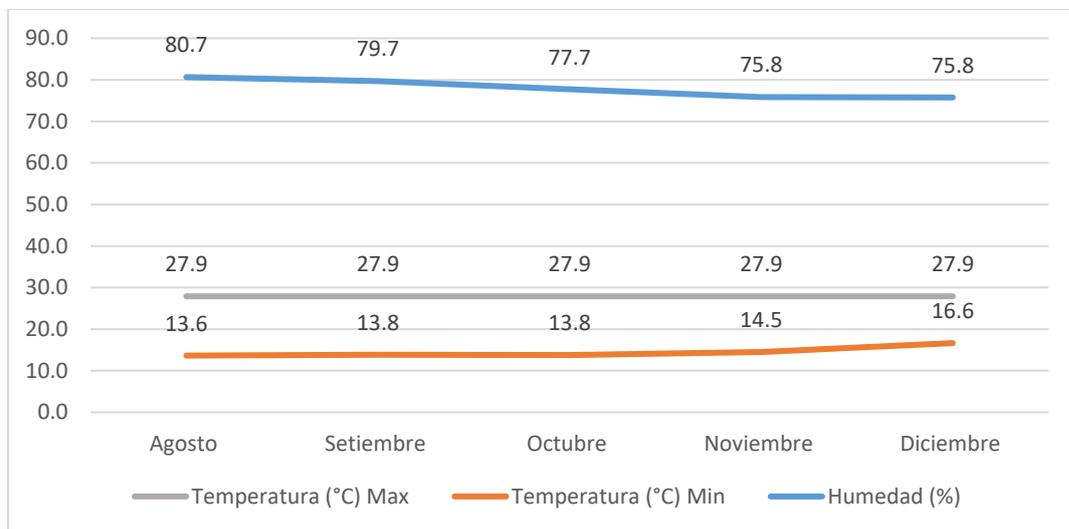


Figura 9. Registros de temperatura máxima y mínima (°C) y de humedad relativa media (%). Registrados por el observatorio Alexander Von Humboldt de la Universidad Nacional Agraria La Molina 2017, Lima-Perú.

El desarrollo del hongo fue favorecido por el medio ambiente y los valores hallados variaron de 2 a 80 % de severidad. Las condiciones favorables para el desarrollo del hongo incluyen una humedad relativa mayor al 80 por ciento y temperaturas entre 15 y 25 °C (Alandia 1979; Otazú *et al.* 1976; Danielsen y Ames 2000).

4.1.2. Grado de resistencia de la población F₄ de cruzas interespecíficas del género *Chenopodium*

Población de la crucea XREAL-1 (Compuesto de Real-1/ BYU 937, Real-1/ BYU 1301; Real-1/ BYU 1314; Real-1/ 1101)

Compuesto de conformado por 630 plantas. En la Tabla 4 se presenta los valores observados en las 21 plantas seleccionadas. Estas plantas presentaron las lecturas más bajas. En los primeros 50 días la severidad en el total del material genético evaluado varió de 6.11 a 28.89 por ciento, a los 72 días varió de 13.3 a 76.7 por ciento y a los 107 días de 3.9 a 12.2 por ciento. Considerando el valor promedio total al final del ciclo destaca por su menor valor el genotipo 36 XREAL.2 con 10.37 por ciento de severidad.

Población de la crucea X0654 (Compuesto de Real-1 (0654)/ BYU 937, Real-1 (0654)/ BYU 1301; Real-1 (0654)/ BYU 1314; Real-1 (0654)/ BYU 1101)

Se evaluaron 450 plantas. Las 15 plantas seleccionadas presentaron las lecturas más bajas. En los primeros 50 días la severidad en el total del material genético evaluado varió de 5.0 a 29.44 por ciento, a los 72 días varió de 21.1 a 70.0 por ciento y a los 107 días de 3.3 a 7.2 por ciento. Considerando el valor promedio total al final del ciclo destaca por su menor valor el genotipo 84 X0654.1 con 12.96 por ciento de severidad (Tabla 5).

Población de la crucea C4R (Co407/ BYU 937)

Conformada por 2160 plantas. En la Tabla 6, se presenta los valores observados en las 72 plantas seleccionadas de la crucea. En los primeros 50 días la severidad en el total del material genético evaluado varió de 5.0 a 23.89 %, a los 72 días varió de 18.9 % a 68.9 y a los 107 días de 2.2 – 9.4 %. Considerando el valor promedio total al final del ciclo destaca por su menor valor el genotipo 1202 C4R.2 con 11.48 % de severidad.

Población de la cruza 06R-1 (0654/BYU 937)

Se evaluaron 1740 plantas. Las 58 plantas seleccionadas presentaron las lecturas más bajas (Tabla 7). En los primeros 50 días la severidad en el total del material genético evaluado varió de 5.0 a 27.78 por ciento, a los 72 días varió de 22.2 a 68.9 por ciento y a los 107 días de 2.2 a 10.0 por ciento. Considerando el valor promedio total al final del ciclo destaca por su menor valor el genotipo 918 06R.1 con 12.04 por ciento de severidad.

Población de la cruza RIY-5 (Real-1/BYU 1101)

Conformada por 1860 plantas. En la Tabla 8, se presenta los valores observados en las 62 plantas seleccionadas. En los primeros 50 días la severidad en el total del material genético evaluado varió de 5.0 a 22.2 por ciento, a los 72 días varió de 16.7 a 67.8 por ciento y a los 107 días de 2.2 a 10.0 por ciento. Considerando el valor promedio total al final del ciclo destaca por su menor valor el genotipo 370 RIY.5 con 9.44 por ciento de severidad.

Población de la cruza NLR-1 (NL-6/Unknown)

Se evaluaron en total 210 plantas. Las siete plantas seleccionadas presentaron las lecturas más bajas (Tabla 9). En los primeros 50 días la severidad en el total del material genético evaluado varió de 6.11 a 13.89 por ciento, a los 72 días varió de 25.0 a 74.4 por ciento y a los 107 días de 5.6 a 8.9 por ciento. Considerando el valor promedio total al final del ciclo destaca por su menor valor el genotipo 133 LNR.2 con 13.52 por ciento de severidad.

Población de la cruza RIR-7 (Real-1/BYU 937)

Conformada por 810 plantas. En la Tabla 10, se presenta los valores observados en las 27 plantas seleccionadas. En los primeros 50 días la severidad en el total del material genético evaluado varió de 5.0 a 22.78 por ciento, a los 72 días varió de 18.9 a 70.0 por ciento y a los 107 días de 3.9 a 10 por ciento. Considerando el valor promedio total al final del ciclo destaca por su menor valor el genotipo 1343 RIR7.1 con 9.63 por ciento de severidad.

Población de la cruza X11-54 (11-54/BYU 937, 11-54/BYU 1301; 11-54/BYU 1314)

Se evaluaron un total de 1230 plantas. En la Tabla 11, se presenta los valores observados en las 41 plantas seleccionadas. En los primeros 50 días la severidad en el total del material genético evaluado varió de 5.0 a 28.89 por ciento, a los 72 días varió de 26.1 a 64.4 por

ciento y a los 107 días de 2.2 – 8.1 por ciento. Considerando el valor promedio total al final del ciclo destaca por su menor valor el genotipo 178 X11.54 con 13.89 por ciento de severidad.

Tabla 4. Severidad de los síntomas de mildiú (*Peronospora variabilis*) en plantas seleccionadas de la cruz XREAL-1 (Compuesto de cruza Real-1/ BYU 937, Real-1/ BYU 1301; Real-1/BYU 1314; Real-1/ 1101) a los 50, 72 y 107 días después de la siembra (dds). La Molina 2017.

Nro. entrada	Cruzas	Severidad del mildiú (%)			
		50	72	107	Promedio total
		dds*			
1	36 XREAL.2	11.7	13.3	6.1	10.4
16	9 XREAL.1	10.0	25.6	6.1	13.9
41	33 XREAL.2	6.11	31.7	8.3	15.4
43	66 XREAL.4	11.7	22.8	5.0	13.2
45	1 XREAL.1	10.6	33.9	6.7	17.0
52	5 XREAL.1	10.6	42.8	7.8	20.4
59	37 XREAL.2	16.7	38.9	12.2	22.6
67	34 XREAL.2	10.6	16.1	3.9	10.2
69	25 XREAL.1	12.8	41.1	8.3	20.7
79	50 XREAL.2	11.1	66.7	8.3	28.7
81	61 XREAL.3	15.0	57.8	6.7	26.5
82	48 XREAL.2	13.3	63.3	8.3	28.3
84	19 XREAL.1	12.8	61.1	5.0	26.3
99	43 XREAL.2	11.1	76.7	8.9	32.2
102	65 XREAL.4	6.67	28.9	5.0	13.5
107	45 XREAL.2	12.2	74.4	6.1	30.9
128	28 XREAL.1	28.9	61.1	6.7	32.2
138	42 XREAL.2	13.3	66.7	7.2	29.1
158	60 XREAL.3	15.0	61.1	4.4	26.9
162	20 XREAL.1	6.67	54.4	5.6	22.2
165	15 XREAL.1	12.2	25.6	5.0	14.3

Real (*C. quinoa*)

BYU 937, (Accesión de *C. berlandieri* var. *boscianum* colectada en Galveston Bay, Texas)

BYU 1301, (Accesión de *C. berlandieri* var. *boscianum*)

BYU 1314 (Accesión de *C. berlandieri* var. *Zschackei*)

BYU 1101 (accesión de *C. hircinum* colectada en Argentina)

* dds: días después de la siembra

Tabla 5. Severidad de los síntomas de mildiú (*Peronospora variabilis*) en plantas seleccionadas del compuesto de cruzas X0654 (Compuesto Real-1 (0654) / BYU 937, Real-1 (0654) / BYU 1301; Real-1 (0654) /BYU 1314; Real-1 (0654) / BYU 1101) a los 50, 72 y 107 días después de la siembra (dds). La Molina 2017.

Nro. entrada	Cruzas	Severidad del mildiú (%)			
		50	72	107	Promedio total
		dds*			
1	36 XREAL.2	11.67	13.33	6.11	10.37
3	92 X0654.1	10.00	29.4	3.9	14.44
15	90 X0654.1	7.78	26.7	5.6	13.33
53	87 X0654.1	9.44	27.8	5.0	14.07
56	85 X0654.1	18.33	32.2	5.6	18.70
71	83 X0654.1	12.22	53.3	7.2	24.26
73	84 X0654.1	13.33	21.1	4.4	12.96
86	79 X0654.1	7.78	70.0	7.2	28.33
87	88 X0654.1	12.78	66.7	7.2	28.89
122	80 X0654.1	23.33	56.7	4.4	28.15
127	81 X0654.1	29.44	63.3	5.0	32.59
137	72 X0654.1	11.11	53.3	6.1	23.52
144	86 X0654.1	10.00	28.3	7.8	15.37
208	73 X0654.1	5.00	54.4	5.6	21.67
235	75 X0654.1	7.78	55.6	3.3	22.22
268	91 X0654.1	10.00	43.3	3.9	19.07

Real (*C. quinoa*)

BYU 937 (Accesión de *C. berlandieri* var. *boscianum* colectada en Galveston Bay, Texas)

BYU 1301 (Accesión de *C. berlandieri* var. *boscianum*)

BYU 1314 (Accesión de *C. berlandieri* var. *Zschackei*)

BYU 1101 (accesión de *C. hircinum* colectada en Argentina)

* dds: días después de la siembra

Tabla 6. Severidad de los síntomas de mildiú (*Peronospora variabilis*) en plantas seleccionadas de la cruz C4R-2 (Co407/BYU 937) a los 50, 72 y 107 días después de la siembra (dds). La Molina 2017.

Nro. entrada	Cruzas	Severidad del mildiú (%)			
		50	72	107	Promedio total
		dds*			
4	1142 C4R.2	7.22	27.8	5.6	13.52
7	1137 C4R.2	12.22	28.9	2.2	14.44
12	1080 C4R.2	7.78	24.4	5.6	12.59
18	1097 C4R.2	10.00	24.4	7.2	13.89
20	1078 C4R.2	9.44	27.2	5.6	14.07
26	1011 C4R.2	8.33	23.3	5.0	12.22
28	1055 C4R.2	11.67	20.6	5.6	12.59
31	1235 C4R.2	11.67	23.9	3.3	12.96
32	1024 C4R.2	20.00	25.6	3.9	16.48
34	1263 C4R.2	13.33	28.3	5.6	15.74
42	1187 C4R.2	11.67	18.9	5.6	12.04
47	1202 C4R.2	8.33	21.7	4.4	11.48
58	1084 C4R.2	14.44	30.0	6.1	16.85
60	1027 C4R.2	12.78	26.1	3.9	14.26
61	1076 C4R.2	8.89	30.0	5.6	14.81
64	1021 C4R.2	11.67	22.2	3.9	12.59
68	1167 C4R.2	13.33	27.8	4.4	15.19
74	1222 C4R.2	16.67	21.7	4.4	14.26
95	1085 C4R.2	10.00	25.0	3.3	12.78
98	1179 C4R.2	11.11	42.2	5.6	19.63
101	1211 C4R.2	14.44	29.4	5.6	16.48
103	1171 C4R.2	12.78	54.4	4.4	23.89
110	1238 C4R.2	12.22	26.7	5.0	14.63
111	1210 C4R.2	22.78	50.0	7.2	26.67
114	1022 C4R.2	13.89	25.0	7.2	15.37
115	1037 C4R.2	23.89	54.4	6.1	28.15
130	1098 C4R.2	20.00	60.0	7.2	29.07
132	1112 C4R.2	10.00	42.2	6.7	19.63
141	1177 C4R.2	15.00	56.7	8.9	26.85
149	1119 C4R.2	14.44	68.9	9.4	30.93

<<Continuación>>

Nro. entrada	Cruzas	Severidad del mildiú (%)			
		50	72	107	Promedio total
		dds*			
156	1195 C4R.2	8.89	28.9	5.6	14.44
157	1259 C4R.2.B	17.78	29.4	6.1	17.78
159	1266 C4R.2	11.67	57.8	3.3	24.26
161	1193 C4R.2	13.33	42.2	5.0	20.19
171	1225 C4R.2	5.00	28.3	6.7	13.33
172	1051 C4R.2	8.89	50.0	7.2	22.04
180	1008 C4R.2	5.00	25.6	5.6	12.04
181	1056 C4R.2	5.00	53.3	4.4	20.93
184	1147 C4R.2	5.00	43.9	5.0	17.96
187	1020 C4R.2	5.00	44.4	3.3	17.59
193	1214 C4R.2	7.22	50.0	6.7	21.30
194	1224 C4R.2	5.00	50.0	2.2	19.07
198	1070 C4R.2	6.11	55.6	5.6	22.41
200	1153 C4R.2	10.00	51.1	6.1	22.41
203	1095 C4R.2	5.56	54.4	3.3	21.11
204	1188 C4R.2	5.00	61.1	3.3	23.15
205	1261 C4R.2	5.00	52.2	5.6	20.93
206	1079 C4R.2	5.00	55.6	5.6	22.04
210	1138 C4R.2	5.00	52.2	8.3	21.85
211	1092 C4R.2	10.56	61.1	3.3	25.00
215	1173 C4R.2	12.22	48.9	5.6	22.22
227	1000 C4R.2	15.56	55.6	5.0	25.37
232	1081 C4R.2	7.22	48.9	2.2	19.44
240	1059 C4R.2	13.89	50.0	3.9	22.59
243	1206 C4R.2	14.44	57.8	4.4	25.56
247	1267 C4R.2	7.22	55.6	2.2	21.67
261	1163 C4R.2	11.11	38.9	4.4	18.15
264	1141 C4R.2	14.44	37.8	3.9	18.70
265	1140 C4R.2	6.67	46.7	3.3	18.89
269	1132 C4R.2	5.00	41.1	3.3	16.48
275	1249 C4R.2	10.00	43.3	6.1	19.81
280	1197 C4R.2	17.78	51.1	4.4	24.44

<<Continuación>>

Nro. entrada	Cruzas	Severidad del mildiú (%)			
		50	72	107	Promedio total
282	1007 C4R.2	11.11	46.7	2.2	20.00
286	1257 C4R.2	11.67	44.4	3.9	20.00
287	1086 C4R.2	5.00	46.7	3.9	18.52
288	1077 C4R.2	11.67	42.2	3.3	19.07
291	1115 C4R.2	13.33	46.7	3.3	21.11
292	1116 C4R.2.B	11.67	38.9	3.9	18.15
297	1117 C4R.2	5.00	42.2	5.0	17.41
299	1116 C4R.2.A	5.00	46.7	4.4	18.70
300	1071 C4R.2	5.00	47.8	6.1	19.63
301	1270 C4R.2.A	7.22	52.2	3.9	21.11

Co 407 (*C. quinoa*)

BYU 937, (Accesión de *C. berlandieri* var. *boscianum* colectada en Galveston Bay, Texas)

* dds: días después de la siembra

Tabla 7. Severidad de los síntomas de mildiú (*Peronospora variabilis*) en plantas seleccionadas de la cruz 06R-1 (0654/BYU 937) a los 50, 72 y 107 días después de la siembra (dds). La Molina 2017.

Nro. entrada	Cruzas	Severidad del mildiú (%)			
		50	72	107	Promedio total
		dds*			
4	1142 C4R.2	7.22	27.8	5.6	13.52
5	900 06R.1	12.22	28.3	4.4	15.00
8	845 06R.1	14.44	26.7	8.9	16.67
9	700 06R.1	7.78	26.7	7.2	13.89
14	530 06R.1	10.56	24.4	5.0	13.33
23	671 06R.1	7.78	26.7	5.0	13.15
25	543 06R.1	12.78	24.4	8.9	15.37
33	918 06R.1	9.44	22.2	4.4	12.04
35	871 06R.1	5.56	27.8	5.0	12.78
48	572 06R.1.A	11.67	33.3	5.0	16.67
49	770 06R.1	9.44	30.0	5.0	14.81
55	690 06R.1	13.89	22.2	4.4	13.52
62	756 06R.1	20.56	41.1	6.7	22.78
85	858 06R.1	13.33	29.4	4.4	15.74
92	748 06R.1	10.00	23.3	4.4	12.59
93	800 06R.1	13.89	25.6	6.1	15.19
96	641 06R.1	16.11	54.4	7.2	25.93
97	805 06R.1	12.78	56.7	6.1	25.19
100	758 06R.1	8.89	45.6	7.2	20.56
104	799 06R.1	7.78	55.6	5.0	22.78
116	697 06R.1	20.00	58.9	5.0	27.96
124	798 06R.1	27.22	50.0	6.7	27.96
129	791 06R.1	27.78	31.7	4.4	21.30
131	894 06R.1	6.67	40.0	5.6	17.41
133	546 06R.1	7.78	41.1	5.6	18.15
134	550 06R.1	14.44	68.9	8.9	30.74
135	597 06R.1	10.00	68.9	10.0	29.63
136	857 06R.1	20.56	75.6	7.8	34.63
142	643 06R.1	18.33	30.6	6.7	18.52
145	575 06R.1	17.78	50.0	5.0	24.26

<<Continuación>>

Nro. entrada	Cruzas	Severidad del mildiú (%)			
		50	72	107	Promedio total
		dds*			
150	507 06R.1	8.33	54.4	5.6	22.78
153	803 06R.1	12.78	55.6	6.7	25.00
164	903 06R.1	13.33	43.3	6.7	21.11
166	524 06R.1	23.33	52.2	4.4	26.67
176	689 06R.1	8.89	51.1	4.4	21.48
182	877 06R.1	5.00	41.7	4.4	17.04
185	897 06R.1	5.00	51.1	3.9	20.00
186	655 06R.1.A	5.00	44.4	2.2	17.22
196	533 06R.1	11.67	44.4	4.4	20.19
197	893 06R.1	5.00	61.1	4.4	23.52
199	574 06R.1	8.33	60.0	5.6	24.63
201	556 06R.1	5.00	50.0	4.4	19.81
212	678 06R.1	10.56	50.0	6.1	22.22
213	817 06R.1	5.00	46.7	5.6	19.07
219	531 06R.1	13.89	53.3	7.2	24.81
220	662 06R.1	16.11	54.4	5.6	25.37
222	618 06R.1	12.22	48.9	6.1	22.41
229	579 06R.1	14.44	57.8	5.0	25.74
238	816 06R.1	13.33	57.8	3.3	24.81
246	603 06R.1.A	5.00	56.7	2.8	21.48
253	560 06R.1	5.00	45.6	5.0	18.52
255	802 06R.1	10.00	37.8	2.2	16.67
259	573 06R.1	20.00	56.7	6.1	27.59
277	647 06R.1	10.00	52.2	4.4	22.22
279	504 06R.1	8.89	58.9	3.9	23.89
284	609 06R.1	11.67	45.6	3.9	20.37
289	907 06R.1	16.67	41.1	6.1	21.30
295	526 06R.1	13.89	40.0	3.3	19.07
302	503 06R.1	9.44	44.4	3.9	19.26

0654 (*C. quinoa*)

BYU 937 (Accesión de *C. berlandieri* var. *boscianum* colectada en Galveston Bay, Texas)

* dds: días después de la siembra

Tabla 8. Severidad de los síntomas de mildiú (*Peronospora variabilis*) en plantas seleccionadas de la cruz R1Y-5 (Real-1/BYU 1101) a los 50, 72 y 107 días después de la siembra (dds). La Molina 2017.

Nro. entrada	Cruzas	Severidad del mildiú (%)			
		50	72	107	Promedio total
dds*					
2	462 RIY.5	6.11	22.2	5	11.11
17	423 RIY.5	10.56	23.9	5.6	13.33
19	383 RIY.5	8.89	24.4	5.6	12.96
21	437 RIY.5	8.33	16.7	7.2	10.74
24	380 RIY.5	9.44	23.3	5.0	12.59
27	302 RIY.5	10.56	21.1	4.4	12.04
30	415 RIY.5	11.67	27.2	4.4	14.44
36	390 RIY.5	9.44	26.7	4.4	13.52
37	321 RIY.5	10.56	20.0	7.2	12.59
39	372 RIY.5	8.89	26.7	6.7	14.07
44	452 RIY.5	9.44	26.7	5.6	13.89
54	304 RIY.5	11.67	41.1	8.3	20.37
66	419 RIY.5	10.00	33.3	5.0	16.11
72	478 RIY.5	21.11	28.3	4.4	17.96
75	476 RIY.5	19.44	23.3	5.6	16.11
77	484 RIY.5	17.78	56.7	7.2	27.22
83	381 RIY.5	20.00	26.7	3.9	16.85
89	473 RIY.5	13.89	29.4	3.9	15.74
90	320 RIY.5	7.78	28.9	5.0	13.89
91	417 RIY.5	12.78	22.2	3.3	12.78
94	480 RIY.5.A	13.33	29.4	3.9	15.56
108	477 RIY.5	8.33	67.8	5.6	27.22
113	319 RIY.5	8.89	23.3	3.9	12.04
117	398 RIY.5	14.44	23.3	8.3	15.37
120	407 RIY.5	12.78	27.8	5.0	15.19
125	412 RIY.5	10.00	61.1	6.1	25.74
126	358 RIY.5	16.11	43.3	5.6	21.67

<<Continuación>>

Nro. entrada	Cruzas	Severidad del mildiú (%)			
		50	72	107	Promedio total
dds*					
139	404 RIY.5	13.89	28.9	5.0	15.93
140	285 RIY.5	11.67	55.6	8.3	25.19
143	400 RIY.5	14.44	29.4	7.2	17.04
146	409 RIY.5	13.89	61.1	10.0	28.33
147	384 RIY.5	11.67	28.9	3.3	14.63
148	413 RIY.5	17.78	32.8	5.6	18.70
151	427 RIY.5.A	15.56	58.9	8.3	27.59
155	429 RIY.5	12.78	29.4	3.3	15.19
163	359 RIY.5	20.00	32.2	6.7	19.63
173	463 RIY.5	22.22	28.3	2.2	17.59
175	357 RIY.5	7.22	26.7	4.4	12.78
179	370 RIY.5	5.00	20.0	3.3	9.44
188	368 RIY.5.A	5.00	29.4	3.9	12.78
190	436 RIY.5	5.00	35.0	6.7	15.56
192	402 RIY.5	8.89	60.0	4.4	24.44
195	467 RIY.5	5.00	50.6	4.4	20.00
216	323 RIY.5	11.67	28.9	5.0	15.19
224	471 RIY.5	11.11	56.7	4.4	24.07
225	427 RIY.5.C	13.89	58.9	5.0	25.93
230	456 RIY.5	11.67	56.7	7.2	25.19
234	427 RIY.5.B	7.22	41.1	3.9	17.41
236	361 RIY.5	12.78	57.8	7.8	26.11
241	460 RIY.5	16.11	56.7	5.6	26.11
245	428 RIY.5	5.00	47.8	3.3	18.70
260	329 RIY.5	8.33	42.2	4.4	18.33
263	352 RIY.5	14.44	52.2	2.8	23.15
270	414 RIY.5	16.67	42.2	9.4	22.78
273	466 RIY.5	11.11	50.0	6.1	22.41
281	391 RIY.5	10.00	42.2	4.4	18.89
285	482 RIY.5	10.00	34.4	2.8	15.74

<<Continuación>>

Nro. entrada	Cruzas	Severidad del mildiú (%)			
		50	72	107	Promedio total
293	490 RIY.5	18.89	46.7	3.9	23.15
294	368 RIY.5.B	12.22	42.2	3.3	19.26
296	449 RIY.5.B	12.22	46.7	4.4	21.11
298	432 RIY.5	5.00	47.8	2.2	18.33
303	328 RIY.5	7.22	47.8	3.9	19.63

Real 1 (*C. quinoa*)

BYU 1101 (accesión de *C. hircinum* colectada en Argentina)

* dds: días después de la siembra

Tabla 9. Severidad de los síntomas de mildiú (*Peronospora variabilis*) en plantas seleccionadas de la crusa NLR-1 (NL-6/ Unknown) a los 50, 72 y 107 días después de la siembra (dds). La Molina 2017.

Nro. entrada	Cruzas	Severidad del mildiú (%)			
		50	72	107	Promedio total
		dds*			
6	107 LNR.1	6.11	28.3	7.8	14.07
11	109 LNR.1	6.67	30.0	5.6	14.07
22	133 LNR.2	8.33	25.0	7.2	13.52
46	157 LNR.3	7.22	30.6	5.6	14.44
70	135 LNR.2	13.89	44.4	8.3	22.22
106	154 LNR.3	11.11	74.4	6.7	30.74
152	122 LNR.1	13.33	58.9	8.9	27.04

NL-6 (*C. quinoa*)

Unknown (*Chenopodium* sp.)

* dds: días después de la siembra

Tabla 10. Severidad de los síntomas de mildiú (*Peronospora variabilis*) en plantas seleccionadas de la cruz R1R-7 (Real-1/BYU 937) a los 50, 72 y 107 días después de la siembra (dds). La Molina 2017.

Nro. entrada	Cruzas	Severidad del mildiú (%)			
		50	72	107	Promedio total
		dds*			
10	1271 RIR7.1.A	11.67	26.1	5.0	14.26
13	170 RIR7.2	9.44	24.4	6.7	13.52
29	163 RIR7.2	9.44	25.6	3.9	12.96
38	1343 RIR7.1	6.11	18.9	3.9	9.63
40	1273 RIR7.1.A	10.00	26.1	5.6	13.89
50	1312 RIR7.1	12.22	19.4	5.0	12.22
57	1472 RIR7.1	15.00	47.8	5.6	22.78
63	1323 RIR7.1	11.67	32.2	7.2	17.04
65	1513 RIR7.1	13.89	25.6	8.9	16.11
76	1275 RIR7.1.A	14.44	47.8	5.6	22.59
78	1353 RIR7.1	17.22	66.7	8.3	30.74
80	1448 RIR7.1	11.11	32.8	5.0	16.30
88	1510 RIR7.1	15.00	70.0	8.9	31.30
105	1307 RIR7.1	12.22	25.0	3.9	13.70
112	1272 RIR7.1.A	22.78	54.4	3.9	27.04
121	159 RIR7.2	15.00	65.6	5.0	28.52
154	164 RIR7.2	11.11	58.9	10.0	26.67
160	167 RIR7.2	8.33	58.9	5.6	24.26
168	1327 RIR7.1	15.00	29.4	3.9	16.11
170	169 RIR7.2	5.00	37.8	6.1	16.30
174	1299 RIR7.1.B	12.22	39.4	3.9	18.52
183	166 RIR7.2	6.11	53.3	4.4	21.30
189	1500 RIR7.1	12.78	56.7	6.7	25.37
191	1511 RIR7.1	7.22	28.3	3.9	13.15
221	1282 RIR7.1.B	9.44	51.1	5.0	21.85
226	165 RIR7.2	10.00	55.6	3.9	23.15
278	161 RIR7.2	11.11	46.7	4.4	20.74

Real 1 (*C. quinoa*)

BYU 937 (Accesión de *C. berlandieri* var. *boscianum* colectada en Galveston Bay, Texas)

* dds: días después de la siembra

Tabla 11. Severidad de los síntomas de mildiú (*Peronospora variabilis*) en plantas seleccionadas del compuesto de cruzas X11-54 (Compuesto 11-54 / BYU 937, 11-54 / BYU 1301; 11-54 /BYU 1314) a los 50, 72 y 107 días después de la siembra (dds). La Molina 2017.

Nro. entrada	Cruzas	Severidad del mildiú (%)			
		50	72	107	Promedio total
		dds*			
51	178 X11.54	10.00	26.1	5.6	13.89
109	177 X11.54	5.00	58.9	4.4	22.78
118	183 X11.54	18.89	57.8	8.1	28.26
119	197 X11.54	7.22	44.4	3.3	18.33
123	210 X11.54	28.89	54.4	6.1	29.81
167	202 X11.54	13.89	53.3	3.3	23.52
169	204 X11.54	6.67	51.1	4.4	20.74
177	194 X11.54	5.00	36.1	6.1	15.74
178	182 X11.54	5.00	38.9	5.6	16.48
202	211 X11.54	5.00	54.4	2.8	20.74
207	218 X11.54	11.67	58.9	7.8	26.11
209	221 X11.54	7.78	61.1	8.9	25.93
214	181 X11.54	7.22	48.9	6.1	20.74
217	190 X11.54	7.22	43.3	5.0	18.52
218	214 X11.54	9.44	48.9	4.4	20.93
223	174 X11.54	9.44	54.4	5.0	22.96
228	213 X11.54	8.89	46.7	6.1	20.56
231	209 X11.54	10.00	56.7	6.1	24.26
233	195 X11.54	10.00	62.2	5.0	25.74
237	200 X11.54	8.89	57.8	5.0	23.89
239	185 X11.54	10.00	63.3	7.2	26.85
242	206 X11.54	10.00	56.7	5.0	23.89
244	216 X11.54	8.89	47.8	4.4	20.37
248	176 X11.54	8.33	56.7	2.8	22.59
249	189 X11.54	9.44	41.1	6.1	18.89
250	192 X11.54	16.67	42.2	4.4	21.11
251	212 X11.54	12.78	41.1	4.4	19.44
252	217 X11.54	15.00	43.3	4.4	20.93

<<Continuación>>

Nro. entrada	Cruzas	Severidad del mildiú (%)			
		50	72	107	Promedio total
		dds*			
254	220 X11.54	5.00	33.3	4.4	14.26
256	207 X11.54	11.67	35.6	2.8	16.67
257	175 X11.54	15.56	53.3	3.9	24.26
258	201 X11.54	11.67	64.4	3.9	26.67
262	193 X11.54	11.11	50.0	5.0	22.04
266	196 X11.54	11.11	41.1	3.3	18.52
267	219 X11.54	6.67	41.1	3.9	17.22
271	188 X11.54	7.22	51.1	2.2	20.19
272	199 X11.54	7.78	45.6	6.7	20.00
274	180 X11.54	14.44	53.3	4.4	24.07
276	203 X11.54	13.33	43.3	6.7	21.11
283	205 X11.54	10.00	52.2	2.8	21.67
290	208 X11.54	11.11	42.2	4.4	19.26

11-54 (*C. quinoa*)

BYU 937 (Accesión de *C. berlandieri* var. *boscianum* colectada en Galveston Bay, Texas)

BYU 1301 (Accesión de *C. berlandieri* var. *boscianum*)

BYU 1314 (Accesión de *C. berlandieri* var. *Zschackei*)

* dds: días después de la siembra

Observando la respuesta al mildiú de todos los genotipos evaluados y en todas las cruzas se puede apreciar un incremento de la severidad de la enfermedad desde la siembra hasta la fase de floración (aproximadamente a los 72 días después de la siembra), y luego un descenso de severidad en el periodo de crecimiento y formación de los granos ocurrido entre los 72 a 107 días después de la siembra. Estos mismos resultados fueron observados en diferentes condiciones y años por León (2003), Kumar *et al.* (2006), Risco (2014), Calixtro (2017) y Torres (2019).

León (2003) y Risco (2014), encontraron incrementos de la enfermedad en los tratamientos estudiados entre los 55 y 60 días, explicando que esto probablemente se debe a que las plantas en este periodo emplean toda la energía para el crecimiento vegetativo que se expresa en una mayor masa foliar y que favorece la formación de microambientes favorables para el

desarrollo del patógeno y una menor energía para emplear los mecanismos de defensa contra los estreses bióticos.

Por otro lado, considerando el valor promedio de la severidad de mildiú en las plantas seleccionadas al final del ciclo y la clasificación propuesta por Danielsen y Ames (2000), presentada en la Tabla 3 y en la Tabla 12, se clasifican los genotipos como:

Muy resistentes: cinco genotipos de las cruzas Xreal (2), RIR (1) y R1Y (2).

Moderadamente resistentes: 240 genotipos procedentes de las cruzas X0654 (11), 06R.1 (46), XREAL-1 (10), C4R-2 (64), NLR-1 (5), R1R-7 (20), X11.54 (34), R1Y-5 (50).

Moderadamente susceptibles: 58 genotipos procedentes de las cruzas X0654 (4), 06R.1 (12), XREAL-1 (9), C4R-2 (8), NLR-1 (2), R1R-7 (6), X11.54 (7), R1Y-5 (10).

La resistencia cualitativa o total no ha sido reportado en las variedades comerciales de quinua y las diversas investigaciones hacen referencia a la alta susceptibilidad de la quinua a este patógeno por lo que se hace necesario incorporar genes de resistencia de los parientes cercanos u otras especies del género *Chenopodium* y es ese tipo de evaluación la que se ha realizado en la presente investigación. En las diferentes cruzas, tal como se ha señalado en la clasificación de la resistencia se han identificado 245 genotipos muy resistentes y moderadamente resistentes al mildiú.

Similares resultados han sido reportados por otros investigadores con material de mejora derivada de otras especies del género *Chenopodium* que confirman los resultados de esta presente investigación: Kumar *et al.* (2006) en un estudio realizado en 27 accesiones de *C. quinoa*, dos accesiones de *C. berlandieri subsp nuttaliae* y una de cada una de las siguientes especies *C. bushianum*, *C. ugandae*, *C. strictum*, *C. ficifolium* y *C. opulifolium*, identifico cuatro accesiones resistentes al mildiú.

Mhada *et al.* (2014), informan diferentes grados de severidad de mildiú en 79 accesiones; conformadas por dos especies silvestres locales (*C. album* y *C. murale*) y varias variedades de *C. quinoa* desarrolladas en Marruecos.

Benhabib *et al.* (2016), en 76 accesiones, derivadas de cruzamientos entre dos *Chenopodium quinoa* y *Chenopodium berlandieri* identificaron grupos de diferentes grados de resistencia al mildiú.

Torres (2019), trabajando con el mismo material empleado en la presente investigación en la Generación F3 identificó genotipos calificados con valor mínimos de 10 % de severidad en la Cruza de Real-1/BYU 937 (R1R7.1), Compuesto Real-1/ BYU 937, Real-1/ BYU 1301; Real-1/BYU 1314; Real-1/ 1101 (XREAL.1), Co407/BYU 937 (C4R), Compuesto de Real-1 (0654)/ BYU 937, Real-1 (0654)/ BYU 1301; Real-1 (0654)/BYU 1314; Real-1 (0654)/ BYU 1102 (X0654.2), Cruza 0654/BYU 937 (06R-1), Cruza NL-6/Unknown (NLR.1).

Tabla 12. Número de genotipos identificados por su grado de resistencia al mildiú (*Peronospora variabilis*) en cruzas interespecíficas del género *Chenopodium* en condiciones de La Molina 2017.

Nomenclatura	Cruzas	Immune 0	Muy resistente (0 - 10 %)	Moderadamente resistente (11 - 25%)	Moderadamente susceptible (26 - 50%)	Muy susceptible (51 - 100%)
X0654	Compuesto Real-1 (0654) / BYU 937, Real-1 (0654) / BYU 1301; Real-1 (0654) /BYU 1314; Real-1 (0654) / BYU 1101			11	4	
06R-1	0654/BYU 937			46	12	
XREAL	Compuesto Real-1/ BYU 937, Real-1/ BYU 1301; Real-1/BYU 1314; Real-1/ 1101		2	10	9	
C4R	Co407/BYU 937.			64	8	
NLR	NL-6/Unknown			5	2	
R1R-7	Real-1/BYU 937		1	20	6	
X11-54	Compuesto 11-54 / BYU 937, 11-54 / BYU 1301; 11-54 /BYU 1314			34	7	
R1Y-5	Real-1/BYU 1101		2	50	10	

4.1.3. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE)

Los valores de severidad fueron empleados para calcular el valor del área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE), en inglés “*area under disease progress curve*” (AUDPC), que es un valor útil para observar la evolución de la enfermedad, comparar resistencia/susceptibilidad entre diferentes genotipos de quinua y observar el comportamiento de los genotipos bajo diferentes ambientes climáticos.

Población de la cruce X0654 (Compuesto de Real-1 (0654)/BYU 937, Real-1 (0654)/BYU 1301; Real-1 (0654)/BYU 1314; Real-1 (0654)/BYU 1101)

El ABCPE de los 15 genotipos seleccionados varió de 1024.4 a 2713.3, correspondiendo el valor más bajo a 90 X0654.1 y el más alto a 81 X0654.1; con una severidad media de 13.3 a 32.6 por ciento; respectivamente (Tabla 13).

Población de la cruce 06R-1 (0654/BYU 937)

El ABCPE de los 58 genotipos seleccionados varió de 957.8 a 2737.8, correspondiendo el valor más bajo a 918 06R.1 y el más alto a 857 06R.1; con una severidad media de 12.0 a 34.6 por ciento; respectivamente (Tabla 14).

Población de la cruce XREAL-1 (Compuesto de Real-1/ BYU 937, Real-1/ BYU 1301; Real-1/BYU 1314; Real-1/ 1101)

En la Tabla 15 se presenta la información de los valores hallados del ABCPE. El ABCPE de los 21 genotipos seleccionados varió de 837.2 a 2661.1, correspondiendo el valor más bajo a 1 XREAL.1 y el más alto a 9 XREAL.1; con una severidad media de 10.0 a 32.2 por ciento; respectivamente.

Población de la cruce C4R (Co407/BYU 937)

El ABCPE de los 72 genotipos seleccionados varió de 896.7 a 2374.4, correspondiendo el valor más bajo a 1008 C4R.2 y el más alto a 1119 C4R.2; con una severidad media de 12.0 a 34.6 por ciento; respectivamente (Tabla 16).

Población de la cruza NLR-1 (NL-6/Unknown)

En la Tabla 17 se presenta la información de los valores hallados del ABCPE. El ABCPE de los 7 genotipos seleccionados varió de 1026.1 a 2354.4, correspondiendo el valor más bajo a 133 LNR.2 y el más alto a 154 LNR.3; con una severidad media de 13.5 a 30.7 por ciento; respectivamente.

Población de la cruza R1R-7 (Real-1/BYU 937)

En la Tabla 18 se presenta la información de los valores hallados del ABCPE. El ABCPE de los 27 genotipos seleccionados varió de 746.7 a 2414.4, correspondiendo el valor más bajo a 1343 R1R7.1 y el más alto a 1510 R1R7.1; con una severidad media de 9.6 a 31.3 por ciento; respectivamente.

Población de la cruza X11-54 (11-54/BYU 937, 11-54/BYU 1301; 11-54/BYU 1314)

El ABCPE de los 41 genotipos seleccionados varió de 1090.6 a 2486.7, correspondiendo el valor más bajo a 220 X11.54 y el más alto a 210 X11.54; con una severidad media de 13.9 a 29.8 por ciento; respectivamente (Tabla 19).

Población de la cruza RIY-5 (Real-1/BYU 1101)

En la Tabla 20 se presenta la información de los valores hallados del ABCPE. El ABCPE de los 62 genotipos seleccionados varió de 726.7 a 2167.8, correspondiendo el valor más bajo a 370 RIY.5 y el más alto a 409 RIY.5; con una severidad media de 9.4 a 28.3 por ciento; respectivamente. El Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE) ha sido empleada en el estudio de la respuesta de la quinua a la enfermedad de mildiú por varios autores como Danielsen *et al.* (2000), Danielsen y Munk (2004), Kumar *et al.* (2006), Risco (2014) y Calixtro (2017). Muchos de los trabajos de investigación mostraron una correlación altamente significativa entre el ABCPE y el rendimiento de granos.

Tabla 13. Valores de Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) para el mildiú (*Peronospora variabilis*) en genotipos de las cruzas interespecíficas del género *Chenopodium* X0654 (Compuesto Real-1 (0654) / BYU 937, Real-1 (0654) / BYU 1301; Real-1 (0654) /BYU 1314; Real-1 (0654) / BYU 1101), en condiciones de La Molina 2017.

Nro. entrada	Genotipo	Mildiú (%)	ABCPE Total
15	90 X0654.1	13.3	1024.4
73	84 X0654.1	13.0	1070.0
53	87 X0654.1	14.1	1104.4
3	92 X0654.1	14.4	1150.6
144	86 X0654.1	15.4	1177.2
268	91 X0654.1	19.1	1497.8
56	85 X0654.1	18.7	1543.3
208	73 X0654.1	21.7	1618.9
235	75 X0654.1	22.2	1715.6
137	72 X0654.1	23.5	1818.9
71	83 X0654.1	24.3	1874.4
86	79 X0654.1	28.3	2131.1
87	88 X0654.1	28.9	2227.8
122	80 X0654.1	28.1	2318.9
127	81 X0654.1	32.6	2713.3

Tabla 14. Valores de Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) para el mildiú (*Peronospora variabilis*) en genotipos de las cruzas interespecíficas del género *Chenopodium* 06R-1 (0654/BYU 937), en condiciones de La Molina 2017.

Nro. entrada	Genotipo	Mildiú (%)	ABCPE Total
33	918 06R.1	12.0	957.8
35	871 06R.1	12.8	964.4
92	748 06R.1	12.6	1005.6
23	671 06R.1	13.1	1016.7
9	700 06R.1	13.9	1047.8
14	530 06R.1	13.3	1061.1
55	690 06R.1	13.5	1117.8
49	770 06R.1	14.8	1160.0
25	543 06R.1	15.4	1195.6
5	900 06R.1	15.0	1210.6
93	800 06R.1	15.2	1224.4
85	858 06R.1	15.7	1278.3
182	877 06R.1	17.0	1283.9
8	845 06R.1	16.7	1311.1
131	894 06R.1	17.4	1317.8
186	655 06R.1.A	17.2	1322.2
48	572 06R.1.A	16.7	1323.3
255	802 06R.1	16.7	1335.6
133	546 06R.1	18.1	1385.6
253	560 06R.1	18.5	1388.9
213	817 06R.1	19.1	1424.4
201	556 06R.1	19.8	1492.2
302	503 06R.1	19.3	1505.6
185	897 06R.1	20.0	1512.2
142	643 06R.1	18.5	1517.2
295	526 06R.1	19.1	1546.7
100	758 06R.1	20.6	1560.0
196	533 06R.1	20.2	1593.3
284	609 06R.1	20.4	1613.3
246	603 06R.1.A	21.5	1635.6
164	903 06R.1	21.1	1656.7

<<Continuación>>

Nro. entrada	Genotipo	Mildiú (%)	ABCPE Total
176	689 06R.1	21.5	1660.0
289	907 06R.1	21.3	1713.3
212	678 06R.1	22.2	1715.6
277	647 06R.1	22.2	1727.8
150	507 06R.1	22.8	1738.9
104	799 06R.1	22.8	1738.9
222	618 06R.1	22.4	1747.8
197	893 06R.1	23.5	1770.0
279	504 06R.1	23.9	1846.7
129	791 06R.1	21.3	1853.9
62	756 06R.1	22.8	1861.1
199	574 06R.1	24.6	1877.8
219	531 06R.1	24.8	1934.4
153	803 06R.1	25.0	1942.2
145	575 06R.1	24.3	1960.0
97	805 06R.1	25.2	1962.2
238	816 06R.1	24.8	1971.1
220	662 06R.1	25.4	2018.9
229	579 06R.1	25.7	2034.4
96	641 06R.1	25.9	2042.2
166	524 06R.1	26.7	2207.8
135	597 06R.1	29.6	2222.2
259	573 06R.1	27.6	2222.2
116	697 06R.1	28.0	2262.2
124	798 06R.1	28.0	2323.3
134	550 06R.1	30.7	2366.7
136	857 06R.1	34.6	2737.8

Tabla 15. Valores de Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) para el mildiú (*Peronospora variabilis*) en genotipos de las cruzas interespecíficas del género *Chenopodium* cruza XREAL (Compuesto de cruzas Real-1/BYU 937, Real-1/BYU 1301; Real-1/BYU 1314; Real-1/ 1101), en condiciones de La Molina 2017.

Nro. entrada	Genotipo	Mildiú (%)	ABCPE Total
67	34 XREAL.2	10.2	837.2
1	36 XREAL.2	10.4	838.9
102	65 XREAL.4	13.5	1032.2
43	66 XREAL.4	13.1	1059.4
16	9 XREAL.1	13.9	1084.4
41	33 XREAL.2	15.4	1128.3
165	15 XREAL.1	14.3	1148.9
45	1 XREAL.1	17.0	1320.6
52	5 XREAL.1	20.4	1558.3
69	25 XREAL.1	20.7	1604.4
162	20 XREAL.1	22.2	1678.9
59	37 XREAL.2	22.6	1743.3
84	19 XREAL.1	26.3	2057.8
81	61 XREAL.3	26.5	2077.8
158	60 XREAL.3	26.9	2130.0
82	48 XREAL.2	28.3	2180.0
79	50 XREAL.2	28.7	2183.3
138	42 XREAL.2	29.1	2247.8
107	45 XREAL.2	30.9	2386.7
99	43 XREAL.2	32.2	2441.1
128	28 XREAL.1	32.2	2661.1

Tabla 16. Valores de Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) para el mildiú (*Peronospora variabilis*) en genotipos de las cruza interespecíficas del género *Chenopodium* cruza C4R (Co407/BYU 937), en condiciones de La Molina 2017.

Nro. entrada	Genotipo	Mildiú (%)	ABCPE Total
180	1008 C4R.2	12.0	896.7
47	1202 C4R.2	11.5	903.9
26	1011 C4R.2	12.2	953.3
12	1080 C4R.2	12.6	968.9
42	1187 C4R.2	12.0	970.0
171	1225 C4R.2	13.3	981.7
28	1055 C4R.2	12.6	1011.7
64	1021 C4R.2	12.6	1030.0
95	1085 C4R.2	12.8	1031.7
4	1142 C4R.2	13.5	1032.2
31	1235 C4R.2	13.0	1063.9
18	1097 C4R.2	13.9	1072.2
20	1078 C4R.2	14.1	1098.3
156	1195 C4R.2	14.4	1120.0
61	1076 C4R.2	14.8	1147.8
60	1027 C4R.2	14.3	1167.2
110	1238 C4R.2	14.6	1176.7
7	1137 C4R.2	14.4	1193.3
74	1222 C4R.2	14.3	1203.9
114	1022 C4R.2	15.4	1226.1
68	1167 C4R.2	15.2	1236.7
269	1132 C4R.2	16.5	1254.4
34	1263 C4R.2	15.7	1266.1
297	1117 C4R.2	17.4	1305.6
101	1211 C4R.2	16.5	1333.9
187	1020 C4R.2	17.6	1337.8
184	1147 C4R.2	18.0	1347.2
58	1084 C4R.2	16.9	1355.6
287	1086 C4R.2	18.5	1401.1
299	1116 C4R.2.A	18.7	1408.9
32	1024 C4R.2	16.5	1413.3

<<Continuación>>

Nro. entrada	Genotipo	Mildiú (%)	ABCPE Total
261	1163 C4R.2	18.1	1434.4
292	1116 C4R.2.B	18.1	1446.7
265	1140 C4R.2	18.9	1453.3
300	1071 C4R.2	19.6	1460.0
194	1224 C4R.2	19.1	1461.1
157	1259 C4R.2.B	17.8	1461.7
132	1112 C4R.2	19.6	1508.9
232	1081 C4R.2	19.4	1513.3
264	1141 C4R.2	18.7	1518.9
288	1077 C4R.2	19.1	1522.2
275	1249 C4R.2	19.8	1528.9
98	1179 C4R.2	19.6	1533.3
205	1261 C4R.2	20.9	1563.3
181	1056 C4R.2	20.9	1575.6
286	1257 C4R.2	20.0	1585.6
282	1007 C4R.2	20.0	1597.8
210	1138 C4R.2	21.9	1602.2
193	1214 C4R.2	21.3	1603.3
161	1193 C4R.2	20.2	1605.6
203	1095 C4R.2	21.1	1607.8
301	1270 C4R.2.A	21.1	1620.0
206	1079 C4R.2	22.0	1646.7
172	1051 C4R.2	22.0	1671.1
247	1267 C4R.2	21.7	1680.0
198	1070 C4R.2	22.4	1686.7
291	1115 C4R.2	21.1	1693.3
200	1153 C4R.2	22.4	1723.3
215	1173 C4R.2	22.2	1740.0
204	1188 C4R.2	23.1	1754.4
240	1059 C4R.2	22.6	1804.4
103	1171 C4R.2	23.9	1883.3
159	1266 C4R.2	24.3	1911.1
211	1092 C4R.2	25.0	1954.4
280	1197 C4R.2	24.4	1980.0

<<Continuación>>

Nro. entrada	Genotipo	Mildiú (%)	ABCPE Total
227	1000 C4R.2	25.4	2018.9
243	1206 C4R.2	25.6	2026.7
141	1177 C4R.2	26.9	2081.1
111	1210 C4R.2	26.7	2171.1
115	1037 C4R.2	28.1	2306.7
130	1098 C4R.2	29.1	2321.1
149	1119 C4R.2	30.9	2374.4

Tabla 17. Valores de Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) para el mildiú (*Peronospora variabilis*) en genotipos de las cruzas interespecíficas del género *Chenopodium* cruza NLR-1 (NL-6/Unknown) en condiciones de La Molina 2017.

Nro. entrada	Genotipo	Mildiú (%)	ABCPE Total
22	133 LNR.2	13.5	1026.1
6	107 LNR.1	14.1	1037.2
11	109 LNR.1	14.1	1067.8
46	157 LNR.3	14.4	1101.7
70	135 LNR.2	22.2	1727.8
152	122 LNR.1	27.0	2076.7
106	154 LNR.3	30.7	2354.4

Tabla 18. Valores de Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) para el mildiú (*Peronospora variabilis*) en genotipos de las cruza interespecíficas del género *Chenopodium* de la cruza R1R-7 (Real-1/BYU 937), en condiciones de La Molina 2017.

Nro. entrada	Genotipo	Mildiú (%)	ABCPE Total
38	1343 RIR7.1	9.6	746.7
50	1312 RIR7.1	12.2	996.1
191	1511 RIR7.1	13.1	1022.8
29	163 RIR7.2	13.0	1033.3
13	170 RIR7.2	13.5	1044.4
40	1273 RIR7.1.A	13.9	1090.6
105	1307 RIR7.1	13.7	1119.4
10	1271 RIR7.1.A	14.3	1142.8
170	169 RIR7.2	16.3	1210.0
65	1513 RIR7.1	16.1	1263.3
80	1448 RIR7.1	16.3	1289.4
63	1323 RIR7.1	17.0	1326.7
168	1327 RIR7.1	16.1	1330.6
174	1299 RIR7.1.B	18.5	1480.6
183	166 RIR7.2	21.3	1615.6
278	161 RIR7.2	20.7	1628.9
221	1282 RIR7.1.B	21.9	1687.8
76	1275 RIR7.1.A	22.6	1792.2
226	165 RIR7.2	23.1	1803.3
57	1472 RIR7.1	22.8	1812.2
160	167 RIR7.2	24.3	1850.0
189	1500 RIR7.1	25.4	1970.0
154	164 RIR7.2	26.7	2012.2
112	1272 RIR7.1.A	27.0	2235.6
121	159 RIR7.2	28.5	2248.9
78	1353 RIR7.1	30.7	2403.3
88	1510 RIR7.1	31.3	2414.4

Tabla 19. Valores de Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) para el mildiú (*Peronospora variabilis*) en genotipos de las cruza interespecíficas del género *Chenopodium* de la cruza X11-54 (Compuesto 11-54 / BYU 937, 11-54 / BYU 1301; 11-54 /BYU 1314), en condiciones de La Molina 2017.

Nro. entrada	Genotipo	Mildiú (%)	ABCPE Total
51	178 X11.54	13.9	1090.6
254	220 X11.54	14.3	1075.6
177	194 X11.54	15.7	1168.3
178	182 X11.54	16.5	1230.0
267	219 X11.54	17.2	1322.2
256	207 X11.54	16.7	1347.8
217	190 X11.54	18.5	1413.3
119	197 X11.54	18.3	1417.8
249	189 X11.54	18.9	1453.3
266	196 X11.54	18.5	1474.4
272	199 X11.54	20.0	1512.2
290	208 X11.54	19.3	1517.8
251	212 X11.54	19.4	1550.0
214	181 X11.54	20.7	1567.8
271	188 X11.54	20.2	1568.9
228	213 X11.54	20.6	1572.2
244	216 X11.54	20.4	1576.7
169	204 X11.54	20.7	1580.0
202	211 X11.54	20.7	1580.0
218	214 X11.54	20.9	1624.4
276	203 X11.54	21.1	1656.7
252	217 X11.54	20.9	1685.6
283	205 X11.54	21.7	1704.4
109	177 X11.54	22.8	1714.4
250	192 X11.54	21.1	1717.8
262	193 X11.54	22.0	1720.0
248	176 X11.54	22.6	1755.6
223	174 X11.54	23.0	1771.1
237	200 X11.54	23.9	1834.4
242	206 X11.54	23.9	1846.7
231	209 X11.54	24.3	1862.2

<<Continuación>>

Nro. entrada	Genotipo	Mildiú (%)	ABCPE Total
167	202 X11.54	23.5	1880.0
274	180 X11.54	24.1	1915.6
209	221 X11.54	25.9	1932.2
257	175 X11.54	24.3	1947.8
233	195 X11.54	25.7	1985.6
207	218 X11.54	26.1	2001.1
239	185 X11.54	26.9	2044.4
258	201 X11.54	26.7	2085.6
118	183 X11.54	28.3	2238.2
123	210 X11.54	29.8	2486.7

Tabla 20. Valores de Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) para el mildiú (*Peronospora variabilis*) en genotipos de las cruza interespecíficas del género *Chenopodium* de la cruza R1Y-5 (Real-1/BYU 1101), en condiciones de La Molina 2017.

Nro. entrada	Genotipo	Mildiú (%)	ABCPE Total
179	370 RIY.5	9.4	726.7
21	437 RIY.5	10.7	817.8
2	462 RIY.5	11.1	845.6
113	319 RIY.5	12.0	957.8
27	302 RIY.5	12.0	970.0
188	368 RIY.5.A	12.8	970.6
37	321 RIY.5	12.6	981.1
175	357 RIY.5	12.8	988.9
24	380 RIY.5	12.6	993.3
19	383 RIY.5	13.0	1008.9
17	423 RIY.5	13.3	1055.0
91	417 RIY.5	12.8	1062.2
36	390 RIY.5	13.5	1068.9
90	320 RIY.5	13.9	1072.2
39	372 RIY.5	14.1	1080.0
44	452 RIY.5	13.9	1084.4
190	436 RIY.5	15.6	1148.3
30	415 RIY.5	14.4	1162.8
147	384 RIY.5	14.6	1188.9
216	323 RIY.5	15.2	1212.2
117	398 RIY.5	15.4	1220.0
120	407 RIY.5	15.2	1224.4
155	429 RIY.5	15.2	1242.8
285	482 RIY.5	15.7	1260.0
66	419 RIY.5	16.1	1263.3
94	480 RIY.5.A	15.6	1270.6
89	473 RIY.5	15.7	1290.6
139	404 RIY.5	15.9	1292.2
234	427 RIY.5.B	17.4	1342.2
143	400 RIY.5	17.0	1357.2
75	476 RIY.5	16.1	1361.1

<<Continuación>>

Nro. entrada	Genotipo	Mildiú (%)	ABCPE Total
298	432 RIY.5	18.3	1405.6
260	329 RIY.5	18.3	1417.8
245	428 RIY.5	18.7	1421.1
83	381 RIY.5	16.9	1441.1
281	391 RIY.5	18.9	1477.8
195	467 RIY.5	20.0	1506.1
303	328 RIY.5	19.6	1508.9
72	478 RIY.5	18.0	1530.6
148	413 RIY.5	18.7	1537.2
173	463 RIY.5	17.6	1539.4
294	368 RIY.5.B	19.3	1542.2
54	304 RIY.5	20.4	1564.4
163	359 RIY.5	19.6	1618.9
296	449 RIY.5.B	21.1	1668.9
273	466 RIY.5	22.4	1735.6
126	358 RIY.5	21.7	1741.1
270	414 RIY.5	22.8	1787.8
263	352 RIY.5	23.1	1864.4
224	471 RIY.5	24.1	1878.9
192	402 RIY.5	24.4	1882.2
293	490 RIY.5	23.1	1901.1
140	285 RIY.5	25.2	1925.6
230	456 RIY.5	25.2	1937.8
125	412 RIY.5	25.7	1973.3
236	361 RIY.5	26.1	2013.3
225	427 RIY.5.C	25.9	2042.2
108	477 RIY.5	27.2	2072.2
241	460 RIY.5	26.1	2074.4
151	427 RIY.5.A	27.6	2148.9
77	484 RIY.5	27.2	2157.8
146	409 RIY.5	28.3	2167.8

4.2. OBJETIVO 2

4.2.1. Determinación de la variación fenotípica en caracteres morfológicos y otros de plantas de poblaciones F₄ provenientes de cruzamientos interespecíficos del género *Chenopodium*

Considerando que, además de la resistencia al mildiú se requiere de genotipos con valor agronómico se seleccionaron 88 genotipos, del total seleccionado, en base a su respuesta al mildiú y se caracterizaron morfológicamente y agronómicamente y los resultados se analizaron bajo diversas modalidades y se presentan y discuten a continuación manteniendo la identidad de las cruzas.

4.2.2. Análisis de componentes principales (ACP)

Se determinó para conocer el grado de similitud entre ellas. Se consideraron como aceptables los componentes cuyos valores propios explican un 70 por ciento o más de la varianza total (Franco e Hidalgo 2003). Se realizó el análisis de componentes principales de todas las cruzas con excepción de la cruzada NLR-1 (NL-6/Unknown), porque sólo se seleccionó un genotipo.

Cruza XREAL-1: Población de la cruzada XREAL-1 (Compuesto de cruzas Real-1/ BYU 937, Real-1/ BYU 1301; Real-1/ BYU 1314; Real-1/ 1101)

En la Tabla 21 se pueden observar las varianzas absolutas y acumuladas de los componentes. El primer componente tiene un valor propio de 6.64, el segundo valor propio de 4.45, el tercero 2.17 y el cuarto 1.74. Los primeros dos componentes explican el 73.9 % de la varianza total.

Tabla 21. Componentes principales con sus respectivos valores propios, varianza absoluta y acumulada, derivados del análisis de datos morfológicos y agronómicos de la craza XREAL-1 (Compuesto de cruzas Real-1/ BYU 937, Real-1/ BYU 1301; Real-1/ BYU 1314; Real-1/ 1101).

Componente principal	Valor propio	Varianza	
		Absoluta (%)	Acumulada (%)
CP1	6.64	44.2	44.2
CP2	4.45	29.7	73.9
CP3	2.17	14.5	88.4
CP4	1.74	11.6	100
TOTAL	15.00	100.0	100.0

En la Figura 10 se presenta la gráfica de sedimentación y se puede observar el comportamiento de los valores propios de los componentes principales.

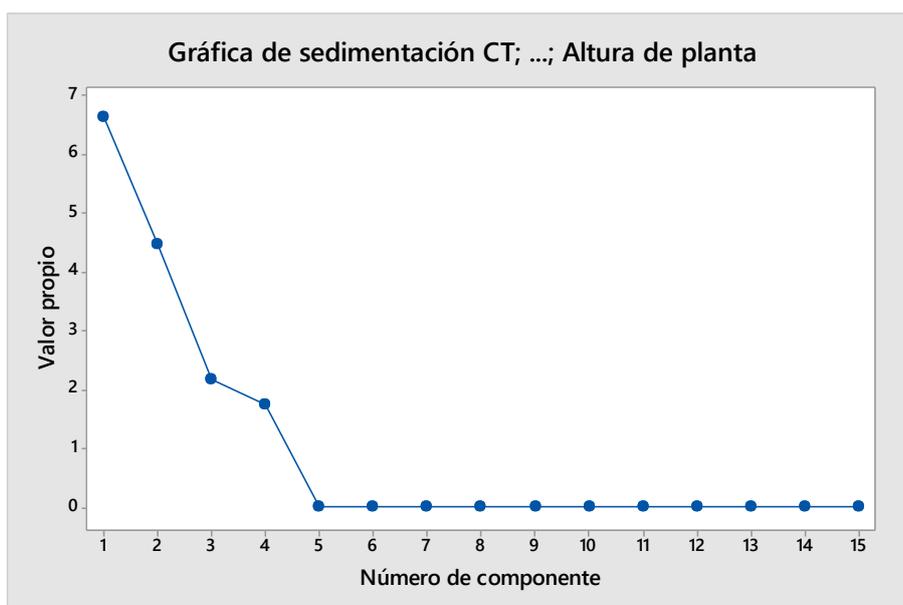


Figura 10. Diagrama de sedimentación de la CRUZA X REAL-1 (Compuesto de cruzas Real-1/ BYU 937, Real-1/ BYU 1301; Real-1/ BYU 1314; Real-1/ 1101)

El aporte de las variables a los componentes principales, en este estudio, considera los valores de correlaciones mayores a ± 0.3 como las que aportan más a la formación de los componentes (Tabla 22).

El primer componente explica un 44.2 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: forma de hoja de la panoja (0.357), color de peciolo

(0.363), color de panoja en floración (0.356), forma de panoja (0.355), color final de panoja (-0.375) y peso (g/planta) de (0.370).

El segundo componente explica un 29.7 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: color de axilas (-0.393), número de dientes (-0.324), color de lámina foliar (0.437), días a la floración (-0.437) y días a la maduración (0.391).

Tabla 22. Correlaciones de las variables con los componentes principales seleccionados del análisis de datos morfológicos y agronómicos de la cruz XREAL-1. (Compuesto de cruzas Real-1/ BYU 937, Real-1/ BYU 1301; Real-1/BYU 1314; Real-1/ 1101)

Variable	CP1	CP2
Color del tallo (CT)	0.118	0.024
Color de estrías (CE)	-0.168	0.178
Color de axilas (Cax)	-0.054	-0.393
Forma de hoja de la panoja (FHP)	0.357	0.082
Número de dientes (ND)	0.251	-0.324
Color de peciolo (CP)	0.363	0.090
Color de lámina foliar (CLF)	0.084	0.437
Color de panoja en floración (CPF)	0.356	0.091
Forma de panoja (FP)	0.355	-0.097
Densidad de panoja (DP)	-0.205	0.235
Color final de la panoja (CFP)	-0.375	-0.074
Peso (g/planta)	0.370	0.041
Días a la floración	-0.084	-0.437
Días a la maduración	0.041	0.391
Altura de planta	-0.205	0.279

Cruza X0654 (Compuesto Real-1 (0654) / BYU 937, Real-1 (0654)/BYU 1301; Real-1 (0654)/BYU 1314; Real-1 (0654)/BYU 1101)

En la Tabla 23 se pueden observar las varianzas absolutas y acumuladas de los componentes. El primer componente tiene un valor propio de 7.35 y el segundo valor propio de 2.65. El primer componente explica el 73.5 % de la varianza total y el segundo componente explica el 26.5% de la varianza total.

Tabla 23. Componentes principales con sus respectivos valores propios, varianza absoluta y acumulada, derivados del análisis de datos morfológicos y agronómicos de la cruza X0654 8 (Compuesto de Real-1 (0654) / BYU 937, Real-1 (0654) / BYU 1301; Real-1 (0654) /BYU 1314; Real-1 (0654) / BYU 1101).

Componente principal	Valor propio	Varianza	
		Absoluta (%)	Acumulada (%)
CP1	7.35	73.5	73.5
CP2	2.65	26.5	100
TOTAL	10.00	100.0	100.0

En la Figura 11 se presenta la gráfica de sedimentación se puede observar el comportamiento de los valores propios de los componentes principales.

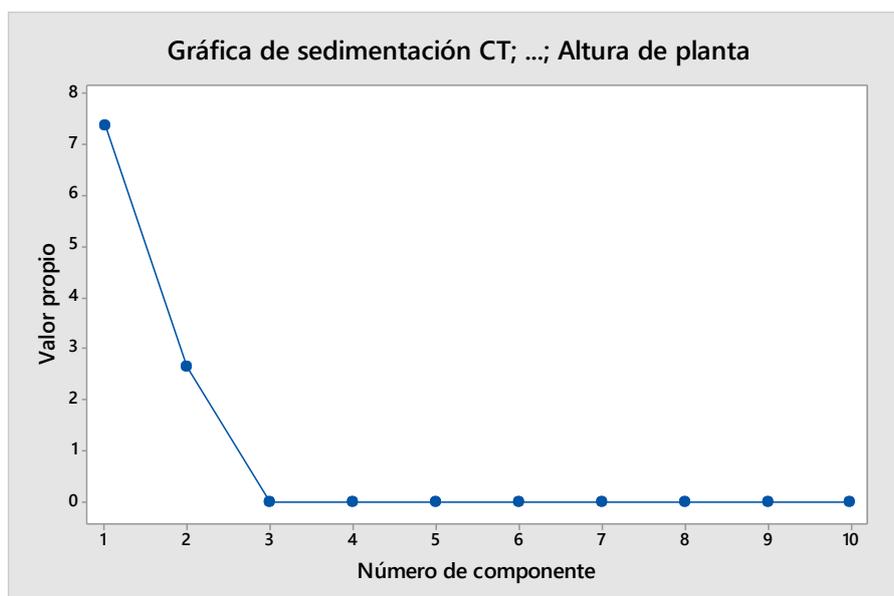


Figura 11. Diagrama de sedimentación de la CRUZA X0654 (Compuesto Real-1 (0654) / BYU 937, Real-1 (0654) / BYU 1301; Real-1 (0654) /BYU 1314; Real-1 (0654) / BYU 1101)

En la Tabla 24 se observa el aporte de las variables a los componentes principales, en este estudio, se considera los valores de correlaciones mayores a ± 0.3 como las que aportan más a la formación de los componentes

Tabla 24. Correlaciones de las variables con los componentes principales seleccionados del análisis de datos morfológicos y agronómicos de la colección de la cruz X0654 (Compuesto de Real-1 (0654) / BYU 937, Real-1 (0654) / BYU 1301; Real-1 (0654) /BYU 1314; Real-1 (0654) / BYU 1101).

Variable	CP1	CP2
Color del tallo (CT)	-0.354	0.175
Color de estrías (CE)	0.237	-0.471
Color de axilas (Cax)	-0.369	0.012
Número de dientes (ND)	0.178	0.538
Color de peciolo (CP)	-0.191	-0.526
Forma de panoja (FP)	-0.369	0.012
Color final de la panoja (CFP)	0.369	-0.012
Peso (g/planta)	0.301	0.355
Días a la floración	0.369	-0.012
Altura de planta	0.341	0.233

El primer componente explica un 73.5 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: color de tallo (-0.354), color de axilas (-0.369), forma de panoja (-0.369), color final de la panoja (0.369), peso (g/planta) de (0.301), días a la floración (0.369) y altura de planta (0.341).

Cruza C4R-2 (Co407/BYU 937).

En la Tabla 25 se pueden observar las varianzas absolutas y acumuladas de los componentes. El primer componente tiene un valor propio de 2.69, segundo componente de 2.36, tercer componente de 1.91, cuarto componente de 1.45, quinto componente de 1.41 y el sexto 1.01. Los otros componentes tienen valores menores a 0.77. Los primeros seis componentes explican el 77.3 % de la varianza total.

Tabla 25. Componentes principales con sus respectivos valores propios, varianza absoluta y acumulada, derivados del análisis de datos morfológicos y agronómicos de la cruza C4R-2 (Co407/BYU 937).

Componente principal	Valor propio	Varianza	
		Absoluta (%)	Acumulada (%)
CP1	2.69	19.2	19.2
CP2	2.36	16.8	36.0
CP3	1.91	13.7	49.7
CP4	1.45	10.3	60.0
CP5	1.41	10.1	70.1
CP6	1.01	7.2	77.3
CP7	0.77	5.5	82.8
CP8	0.74	5.3	88.1
CP9	0.58	4.1	92.2
CP10	0.39	2.7	94.9
CP11	0.29	2.1	97.0
CP12	0.22	1.5	98.5
CP13	0.12	0.9	99.4
CP14	0.08	0.6	100.0
TOTAL	14.00	100.0	100.0

En la Figura 12 se presenta la gráfica de sedimentación se puede observar el comportamiento de los valores propios de los componentes principales.

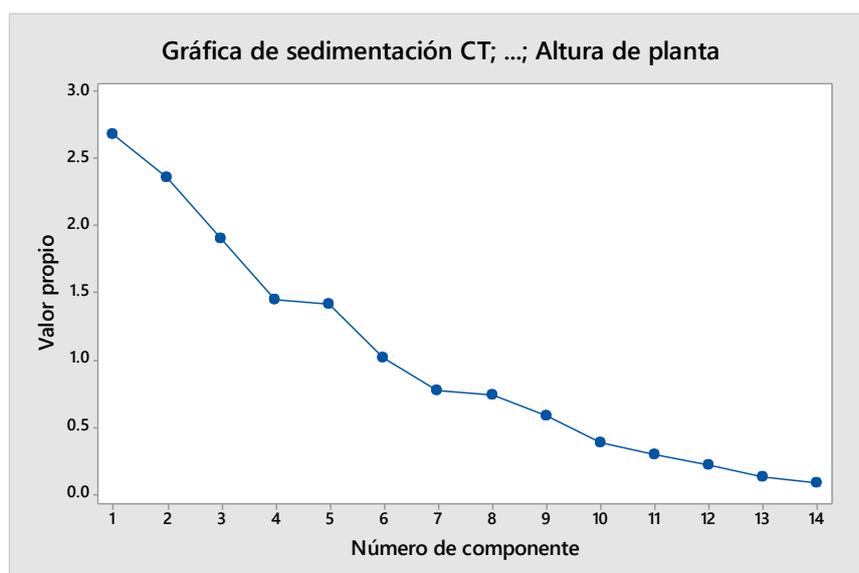


Figura 12. Diagrama de sedimentación de la CRUZA C4 R-2 (Co407/BYU 937).

El aporte de las variables a los componentes principales, en este estudio, considera los valores de correlaciones mayores a ± 0.3 como las que aportan más a la formación de los componentes (Tabla 26).

Tabla 26. Correlaciones de las variables con los componentes principales seleccionados del análisis de datos morfológicos y agronómicos de la cruzada C4R-2 (Co407/BYU 937).

Variable	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6
Color del tallo (CT)	0.305	0.062	0.121	0.521	0.097	-0.145
Color de estrías (CE)	0.083	0.444	-0.099	0.194	-0.193	0.214
Color de axilas (Cax)	0.156	-0.226	-0.495	-0.214	0.052	0.224
Número de dientes (ND)	0.315	0.156	-0.115	0.073	0.560	0.309
Color de peciolo (CP)	-0.096	0.478	-0.069	0.016	0.035	-0.227
Color de lámina foliar (CLF)	0.056	-0.367	-0.315	0.107	0.362	-0.070
Color de panoja en floración (CPF)	-0.394	-0.226	-0.061	0.437	-0.227	0.176
Forma de panoja (FP)	0.360	0.115	-0.153	0.492	-0.101	0.125
Densidad de panoja (DP)	0.100	-0.061	-0.535	0.037	-0.141	-0.446
Color final de la panoja (CFP)	-0.329	0.319	-0.005	0.103	0.353	-0.312
Peso (g/planta)	-0.308	-0.116	0.118	0.132	0.539	-0.002
Días a la floración	-0.439	-0.083	-0.177	0.309	-0.069	0.345
Días a la maduración	0.151	-0.380	0.263	0.263	-0.051	-0.444
Altura de planta	-0.226	0.161	-0.430	0.033	-0.024	-0.268

El primer componente explica un 19.2 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: color de tallo (0.305), número de dientes (0.315), color de panoja en floración (-0.394), forma de panoja (0.360), color final de la panoja (-0.329), peso (g/planta) de (-0.308) y días a la floración (-0.439).

El segundo componente explica un 16.8 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: color de estrías (0.444), color de peciolo (0.478), color de lámina foliar (-0.367), color final de la panoja (0.319) y días a la maduración (-0.380).

El tercer componente explica un 13.7 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: color de axilas (-0.495), color de lámina foliar (-0.315), densidad de panoja (-0.535) y altura de planta (-0.430).

El cuarto componente explica un 10.3 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: color de tallo (0.521), color de panoja en floración (0.437), forma de panoja (0.492) y días a la floración (0.309).

El quinto componente explica un 10.1 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: número de dientes (0.560), color de lámina foliar (0.362), color final de la panoja (0.353) y peso (g/planta) de (0.539).

El sexto componente explica un 7.2 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: número de dientes (0.309), densidad de panoja (-0.446), color final de la panoja (-0.312), días a la floración (0.345) y días a la maduración (-0.444).

Cruza 06R-1 (0654/BYU 937)

En la Tabla 27 se pueden observar las varianzas absolutas y acumuladas de los componentes. El primer componente tiene un valor propio de 4.74, segundo componente de 2.31, tercer componente de 1.84 y el cuarto componente de 1.35. Los otros componentes tienen valores menores a 1.26. Los primeros cuatro componentes explican el 78.8 % de la varianza total.

Tabla 27. Componentes principales con sus respectivos valores propios, varianza absoluta y acumulada, derivados del análisis de datos morfológicos y agronómicos de la cruza 06R-1 (0654/BYU 937).

Componente principal	Valor propio	Varianza	
		Absoluta (%)	Acumulada (%)
CP1	4.74	36.5	36.5
CP2	2.31	17.8	54.3
CP3	1.84	14.1	68.4
CP4	1.35	10.4	78.8
CP5	1.26	9.7	88.5
CP6	0.81	6.2	94.7
CP7	0.48	3.6	98.3
CP8	0.18	1.4	99.7
CP9	0.03	0.3	100
TOTAL	13.00	100.0	100.0

En la Figura 13 se presenta la gráfica de sedimentación se puede observar el comportamiento de los valores propios de los componentes principales.

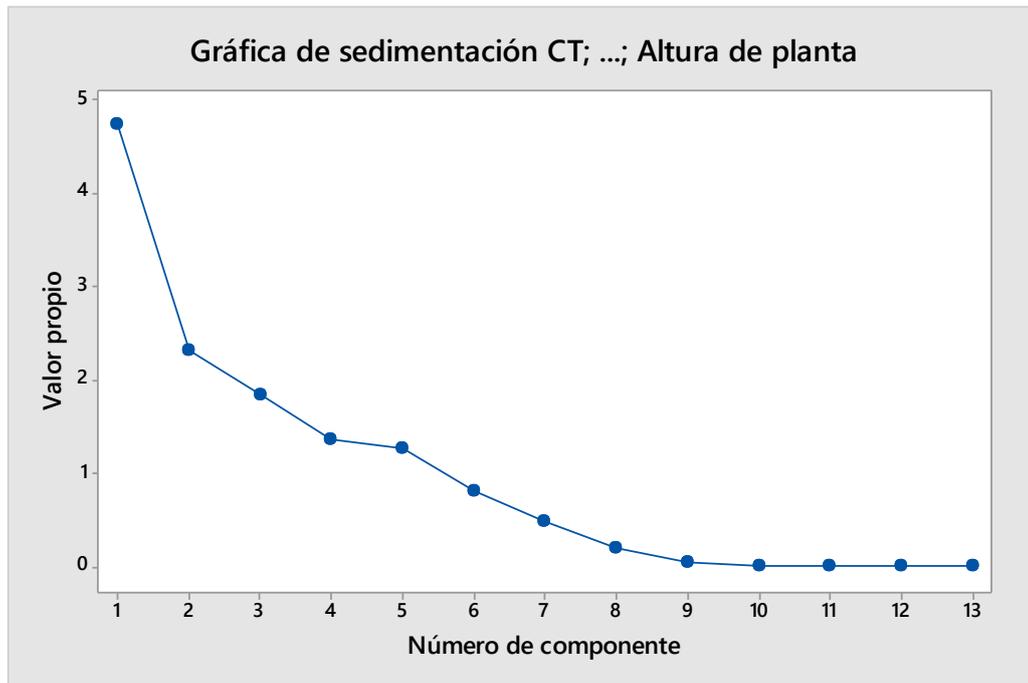


Figura 13. Diagrama de sedimentación de la CRUZA 06R-1 (0654/BYU 937)

El aporte de las variables a los componentes principales, en este estudio, considera los valores de correlaciones mayores a ± 0.3 como las que aportan más a la formación de los componentes (Tabla 28).

Tabla 28. Correlaciones de las variables con los componentes principales seleccionados del análisis de datos morfológicos y agronómicos de la cruz 06R-1 (0654/BYU 937).

Variable	CP1	CP2	CP3	CP4
Color del tallo (CT)	-0.419	-0.035	-0.107	-0.226
Color de estrías (CE)	0.122	-0.433	-0.352	0.248
Color de axilas (Cax)	0.434	-0.144	0.046	0.142
Color de peciolo (CP)	-0.398	-0.166	-0.065	-0.319
Color de lámina foliar (CLF)	0.029	-0.414	-0.335	-0.382
Color de panoja en floración (CPF)	-0.439	0.085	0.062	-0.066
Forma de panoja (FP)	-0.250	-0.072	-0.357	0.338
Densidad de panoja (DP)	0.055	0.130	-0.295	-0.206
Color final de la panoja (CFP)	-0.012	0.323	-0.562	0.026
Peso (g/planta)	0.168	0.313	-0.424	0.154
Días a la floración	0.242	0.430	0.074	-0.376
Días a la maduración	0.275	-0.033	-0.160	-0.525
Altura de planta	-0.203	0.417	-0.035	0.128

El primer componente explica un 4.74 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: color de tallo (-0.419), color de axilas (0.434), color de peciolo (-0.398) y color de panoja en floración (-0.439).

El segundo componente explica un 2.31 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: color de estrías (-0.433), color de lámina foliar (-0.414), color final de la panoja (0.323), peso (g/planta) de (0.313), días a la floración (0.430) y altura de planta (0.417).

El tercer componente explica un 1.84 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: color de estrías (-0.352), color de lámina foliar (-0.335), forma de panoja (-0.357), color final de la panoja (-0.562), peso (g/planta) de (-0.424).

El cuarto componente explica un 1.35 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: color de peciolo (-0.319), color de lámina foliar (-0.382), forma de panoja (0.338), días a la floración (-0.376) y días a la maduración (-0.525).

Cruza RIY-5 (Real-1/BYU 1101)

En la Tabla 29 se pueden observar las varianzas absolutas y acumuladas de los componentes. El primer componente tiene un valor propio de 2.97, segundo componente de 2.34, tercer componente de 1.73, cuarto componente de 1.54, quinto componente de 1.14, sexto componente de 0.96 y séptimo de 0.88. Los otros componentes tienen valores menores a 0.82. Los primeros siete componentes explican el 77.1 % de la varianza total.

Tabla 29. Componentes principales con sus respectivos valores propios, varianza absoluta y acumulada, derivados del análisis de datos morfológicos y agronómicos de la cruza R1Y-5 (Real-1/BYU 1101).

Componente principal	Valor propio	Varianza	
		Absoluta (%)	Acumulada (%)
CP1	2.97	19.8	19.8
CP2	2.34	15.6	35.4
CP3	1.73	11.5	46.9
CP4	1.54	10.3	57.2
CP5	1.14	7.7	64.9
CP6	0.96	6.4	71.3
CP7	0.88	5.8	77.1
CP8	0.82	5.5	82.6
CP9	0.69	4.6	87.2
CP10	0.53	3.5	90.7
CP11	0.41	2.7	93.4
CP12	0.33	2.2	95.6
CP13	0.30	2.0	97.6
CP14	0.24	1.6	99.2
CP15	0.12	0.8	100.0
TOTAL	15.00	100.0	100.0

En la Figura 14 se presenta la gráfica de sedimentación se puede observar el comportamiento de los valores propios de los componentes principales.

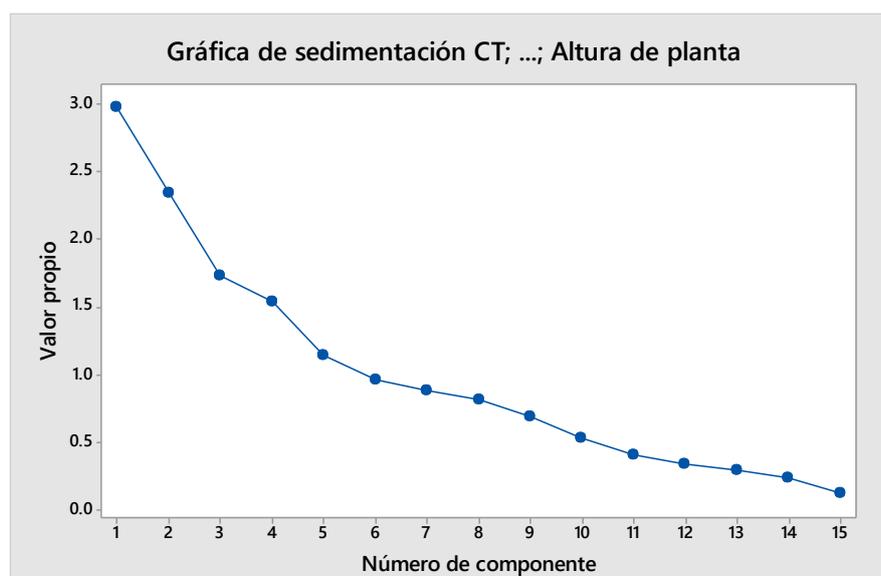


Figura 14. Diagrama de sedimentación de la CRUZA R1Y-5 (Real-1/BYU 1101)

El aporte de las variables a los componentes principales, en este estudio, considera los valores de correlaciones mayores a ± 0.3 como las que aportan más a la formación de los componentes (Tabla 30).

Tabla 30. Correlaciones de las variables con los componentes principales seleccionados del análisis de datos morfológicos y agronómicos de la cruz a R1Y-5 (Real-1/BYU 1101).

Variable	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7
Color del tallo (CT)	0.244	0.396	0.021	-0.080	-0.204	-0.218	-0.153
Color de estrías (CE)	0.152	-0.055	-0.298	0.404	-0.505	0.321	0.119
Color de axilas (Cax)	-0.111	-0.148	0.154	-0.479	0.041	0.406	0.292
Forma de hoja de panoja (FHP)	0.353	-0.222	0.141	0.093	-0.309	0.038	0.401
Número de dientes (ND)	-0.304	-0.233	-0.282	-0.095	-0.442	0.069	-0.275
Color de peciolo (CP)	0.113	0.439	0.252	0.092	-0.296	0.152	-0.173
Color de lámina foliar (CLF)	0.147	0.058	-0.259	-0.518	-0.111	0.349	-0.273
Color de panoja en floración (CPF)	0.448	-0.162	-0.231	0.011	0.029	0.103	-0.102
Forma de panoja (FP)	0.354	-0.190	0.060	-0.309	0.012	-0.066	0.275
Densidad de panoja (DP)	-0.034	-0.455	-0.016	0.242	0.273	0.279	-0.370
Color final de la panoja (CFP)	-0.147	-0.079	0.456	-0.261	-0.335	-0.010	-0.302
Peso (g/planta)	-0.323	0.188	-0.384	-0.014	0.010	-0.034	0.112
Días a la floración	0.204	0.336	0.133	0.150	0.322	0.548	-0.151
Días a la maduración	-0.396	0.157	0.127	0.104	-0.078	0.373	0.409
Altura de planta	0.046	0.265	-0.459	-0.225	0.118	-0.016	0.138

El primer componente explica un 2.97 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: forma de hoja de tallo (0.353), número de dientes (-0.304), color de panoja en floración (0.448), forma de panoja (0.354), peso (g/planta) de (-0.323) y días a la maduración (-0.396).

El segundo componente explica un 2.34 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: color de tallo (0.396), color de peciolo (0.439), densidad de panoja (-0.455) y días a la floración (0.336).

El tercer componente explica un 1.73 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: color final de la panoja (0.456), peso (g/planta) de (-0.384) y altura de planta de (-0.459).

El cuarto componente explica un 1.54 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: color de estrías (0.404), color de axilas (-0.479), color de lámina foliar (-0.518) y forma de panoja (-0.309).

El quinto componente explica un 1.14 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: color de estrías (-0.505), forma de hoja de panoja (-0.309), número de dientes (-0.442), color final de la panoja (-0.335) y días a la floración (0.322).

El sexto componente explica un 0.96 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: color de estrías (0.321), color de axilas (0.406), color de lámina foliar (0.349), días a la floración (0.548) y días a la maduración (0.373).

El séptimo componente explica un 0.88 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: forma de hoja de panoja (0.401), densidad de panoja (-0.370), color final de la panoja (-0.302) y días a la maduración (0.409).

Cruza R1R-7. Real-1/BYU 937

En la Tabla 31 se pueden observar las varianzas absolutas y acumuladas de los componentes. El primer componente tiene un valor propio de 4.43, segundo componente de 1.89, tercer componente de 1.76 y el cuarto componente de 1.51. Los otros componentes tienen valores menores a 1.13. Los primeros cuatro componentes explican el 79.8 % de la varianza total.

Tabla 31. Componentes principales con sus respectivos valores propios, varianza absoluta y acumulada, derivados del análisis de datos morfológicos y agronómicos de la craza R1R-7. Real-1/BYU 937.

Componente principal	Valor propio	Varianza	
		Absoluta (%)	Acumulada (%)
CP1	4.43	36.9	36.9
CP2	1.89	15.8	52.7
CP3	1.76	14.6	67.3
CP4	1.51	12.5	79.8
CP5	1.13	9.5	89.3
CP6	0.65	5.4	94.7
CP7	0.46	3.9	98.6
CP8	0.17	1.4	100.0
TOTAL	12.00	100.0	100.0

En la Figura 15 se presenta la gráfica de sedimentación se puede observar el comportamiento de los valores propios de los componentes principales.

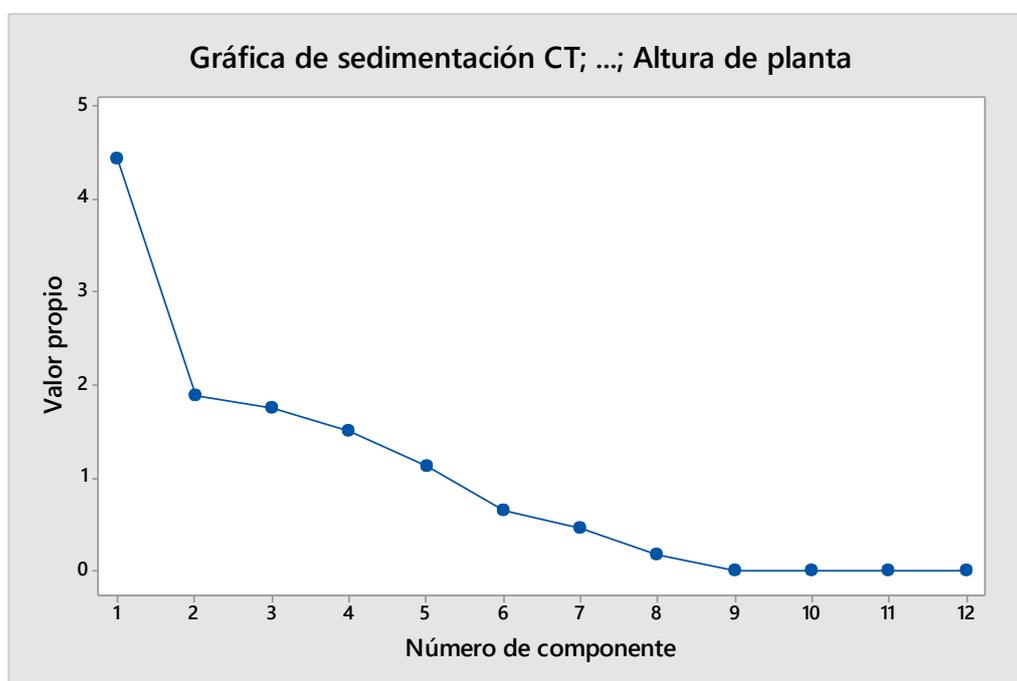


Figura 15. Diagrama de sedimentación de la CRUZA R1R-7. Real-1/BYU 937

El aporte de las variables a los componentes principales, en este estudio, considera los valores de correlaciones mayores a ± 0.3 como las que aportan más a la formación de los componentes (Tabla 32).

Tabla 32. Correlaciones de las variables con los componentes principales seleccionados del análisis de datos morfológicos y agronómicos de la cruz R1R-7. Real-1/BYU 937.

Variable	CP1	CP2	CP3	CP4
Color del tallo (CT)	0.306	0.343	0.227	-0.235
Color de estrías (CE)	0.426	0.053	-0.000	-0.141
Color de axilas (Cax)	0.440	-0.016	-0.117	0.114
Color de peciolo (CP)	0.075	-0.019	0.629	0.013
Color de lámina foliar (CLF)	-0.144	-0.576	0.053	0.286
Color de panoja en floración (CPF)	-0.035	-0.431	-0.229	-0.540
Forma de panoja (FP)	-0.342	0.395	-0.149	0.052
Color final de la panoja (CFP)	0.163	0.066	-0.624	0.047
Peso (g/planta)	0.330	-0.368	0.127	0.287
Días a la floración	-0.254	-0.203	-0.091	-0.035
Días a la maduración	-0.357	-0.039	0.218	-0.397
Altura de planta	0.245	-0.150	-0.007	-0.540

El primer componente explica un 4.43 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: color de tallo (0.306), color de estrías (0.426), color de axilas (0.440), forma de panoja (-0.342), peso (g/planta) de (0.330) y días a la maduración (-0.357).

El segundo componente explica un 1.89 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: color de tallo (0.343), color de lámina foliar (-0.576), color de panoja en floración (-0.431), forma de panoja (0.395) y peso (g/planta) de (-0.368).

El tercer componente explica un 1.76 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: color de peciolo (0.629) y color final de la panoja (-0.624).

El cuarto componente explica un 1.51 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: color de la panoja en floración (-0.540), días a la maduración (-0.397) y altura de planta (-0.540).

4.2.3. Análisis de componentes principales para las 88 plantas caracterizadas

Empleando la información de la caracterización de los 88 genotipos independiente de las cruza se puede apreciar en la Tabla 33, las varianzas absolutas y acumuladas de los componentes. El primer componente tiene un valor propio de 2.24, segundo componente de 2.11, tercer componente de 1.66, cuarto componente de 1.32, quinto componente de 1.12, sexto componente de 1.06, séptimo de 0.99, octavo componente de 0.98 y el noveno componente de 0.91. Los otros componentes tienen valores menores a 0.79. Los primeros nueve componentes explican el 77.3 % de la varianza total.

Tabla 33. Componentes principales con sus respectivos valores propios, varianza absoluta y acumulada, derivados del análisis de datos morfológicos y agronómicos del total de genotipos caracterizados.

Componente principal	Valor propio	Varianza	
		Absoluta (%)	Acumulada (%)
CP1	2.24	14.0	14.0
CP2	2.11	13.1	27.1
CP3	1.66	10.4	37.5
CP4	1.32	8.2	45.7
CP5	1.12	7.0	52.7
CP6	1.06	6.6	59.3
CP7	0.99	6.2	65.5
CP8	0.98	6.1	71.6
CP9	0.91	5.7	77.3
CP10	0.79	5.0	82.3
CP11	0.73	4.5	86.8
CP12	0.58	3.7	90.5
CP13	0.51	3.2	93.7
CP14	0.45	2.8	96.5
CP15	0.36	2.3	98.8
CP16	0.19	1.2	100.0
TOTAL	15.00	100.0	100.0

En la Figura 16 se presenta la gráfica de sedimentación se puede observar el comportamiento de los valores propios de los componentes principales.

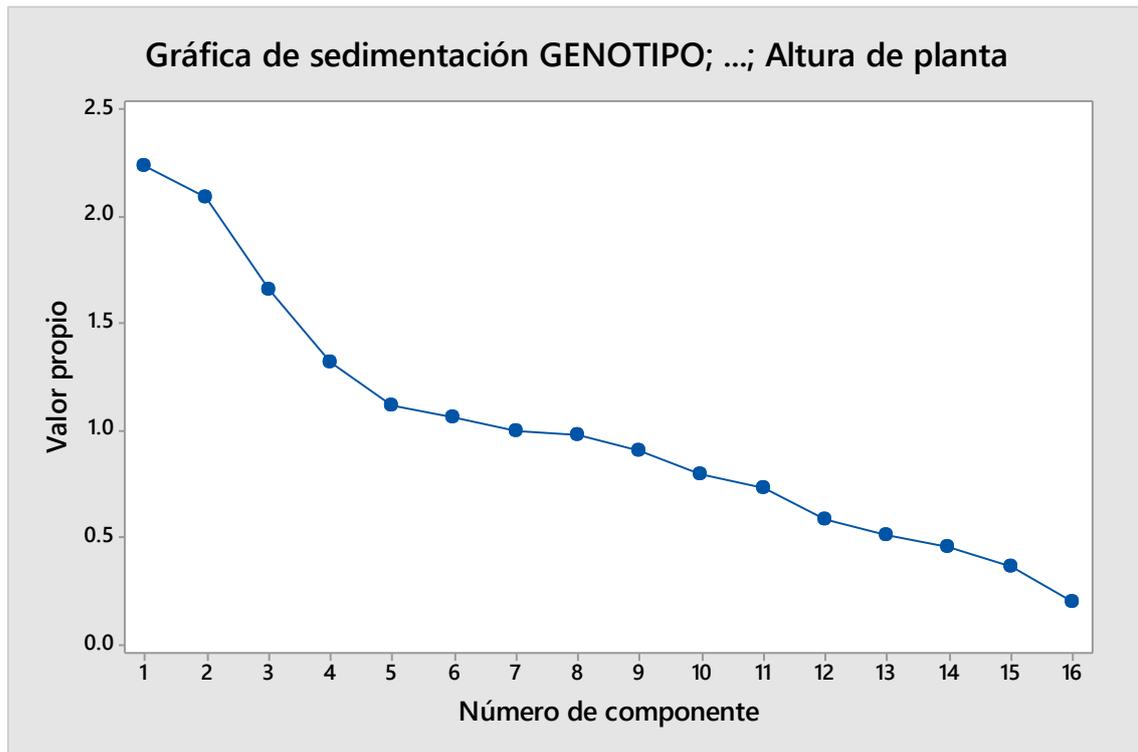


Figura 16. Diagrama de sedimentación de 88 genotipos procedentes de las cruzas interespecíficas de *Chenopodium*

El aporte de las variables a los componentes principales, en este estudio, considera los valores de correlaciones mayores a ± 0.3 como las que aportan más a la formación de los componentes (Tabla 34).

Tabla 34. Correlaciones de las variables con los componentes principales seleccionados del análisis de datos morfológicos y agronómicos de 88 genotipos procedentes de las cruzas interespecíficas de *Chenopodium*.

Variable	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7	CP8	CP9
Genotipos	-0.291	-0.322	-0.067	-0.409	0.187	0.016	0.164	0.031	0.234
Color del tallo (CT)	0.078	-0.021	-0.564	0.114	-0.063	0.052	-0.082	0.301	0.115
Color de estrías (CE)	0.235	-0.003	-0.013	0.037	0.703	-0.092	-0.442	0.024	-0.171
Color de axilas (Cax)	0.041	0.306	0.260	-0.059	-0.097	-0.155	-0.129	0.326	0.654
Forma de hoja de panoja (FHP)	0.295	0.179	-0.214	-0.221	0.118	-0.029	0.226	-0.419	-0.133
Número de dientes (ND)	-0.345	0.121	0.115	-0.475	0.251	-0.026	-0.220	0.226	-0.044
Color de peciolo (CP)	-0.018	-0.190	-0.430	0.112	0.159	0.130	-0.040	0.451	-0.048
Color de lámina foliar (CLF)	0.178	-0.238	-0.013	0.371	0.292	-0.384	0.212	-0.106	0.455
Color de panoja en floración (CPF)	0.314	0.127	-0.241	-0.326	0.068	0.022	-0.125	-0.284	0.330
Forma de panoja (FP)	0.337	0.061	-0.092	-0.470	-0.090	-0.048	0.214	0.176	-0.004
Densidad de panoja (DP)	0.137	0.155	0.426	0.065	0.376	0.063	0.319	0.191	-0.126
Color final de la panoja (CFP)	-0.122	-0.074	0.033	0.081	0.231	0.792	0.178	-0.171	0.311
Peso (g/planta)	-0.393	-0.141	-0.050	-0.012	0.024	-0.191	-0.345	-0.422	0.118
Días a la floración	0.258	-0.504	0.157	-0.186	-0.046	0.098	-0.102	0.021	0.044
Días a la maduración	0.116	-0.578	0.196	-0.121	-0.104	-0.152	0.088	0.072	-0.084
Altura de planta	-0.366	0.068	-0.227	-0.059	0.220	-0.308	0.525	0.006	-0.036

El primer componente explica un 2.24 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: número de dientes (-0.345), color de panoja en floración (0.314), forma de panoja (0.337), peso (g/planta) de (-0.393) y altura de planta (-0.366).

El segundo componente explica un 2.11 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: genotipos (-0.322), color de axilas (0.306), días a la floración (-0.504) y días a la maduración (-0.578).

El tercer componente explica un 1.66 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: color de tallo (-0.564), color de peciolo (-0.430) y densidad de panoja (0.426).

El cuarto componente explica un 1.32 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: genotipos (-0.409), número de dientes (-0.475), color de lámina foliar (0.371), color de panoja en floración (-0.326) y forma de panoja (-0.470).

El quinto componente explica un 1.12 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: color de estrías (0.703) y densidad de panoja (0.376).

El sexto componente explica un 1.06 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: color de lámina foliar (-0.384), color final de la panoja (0.792) y altura de planta (-0.308).

El séptimo componente explica un 0.99 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: color de estría (-0.442), densidad de panoja (0.319), peso (g/planta) de (-0.345) y altura de planta (0.525).

El octavo componente explica un 0.98 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: color de tallo (0.301), color de axilas (0.326), forma de hoja de panoja (-0.419), color de peciolo (0.451) y peso (g/planta) de (-0.422).

El noveno componente explica un 0.91 % de la varianza total, las variables que aportan a la formación de este componente son: color de axilas (0.654), color de lámina foliar (0.455), color de panoja en floración (0.330) y color final de la panoja (0.311).

Considerando los resultados arriba señalados, la caracterización morfológica de los genotipos seleccionados en la presente investigación en caracteres morfológicos,

agronómicos y de respuesta al mildiú muestran un grado de variación importante producto de la combinación de las dos especies del género *Chenopodium* para los programas de mejoramiento genético. Se identificó variación en morfología de tallo (color, presencia de estrías y ramificación), en la hoja (forma, número de dientes, color de lámina, color de peciolo), en la inflorescencia (tipo, forma, densidad y color) en los granos (color de pericarpio y episperma).

Resultados similares en poblaciones derivadas de cruzas interespecíficas fueron también reportadas por otros investigadores. Torres (2019), en población generación F₃ de cruzas interespecíficas de la cual se deriva la población estudiada en la presente tesis reporta variación en color de tallo, colores de las estrías del tallo, color de hojas, inflorescencias y tipos de inflorescencia.

Benhabib *et al.* (2016), en 72 líneas derivadas de cruzas interespecíficas del género *Chenopodium*, encontraron variación para color de grano con 46 % exhibiendo color de grano blanco y 22 % de granos rojos, 15 % de color amarillo, 3 % con granos blancos con matices rojos, 7 % de color amarillo con matices rojos y 3 % amarillo claro o naranja. Para color de tallo indicaron variación en el hábito de ramificación señalando que 69 % no presentaron ramificación y que 43 % presentaron tallos de color rojo y hojas verdes oscuras y que el resto de las líneas (8 %) fueron heterogéneas, presentando tallos verdes con estrías rojas, y hojas de color verde claro o tallos totalmente rojos con hojas verde claros. Para panoja la variación de color fue alta con 35 % con panojas de color amarillo, 25 % fueron purpuras, 19 % rojas, y 3 % rosadas y para tipo de panoja encontraron 60 % de tipo amarantiforme, 39 % tipo glomerulata.

Adicionalmente a las variaciones morfológicas identificadas en esta población F₇ se halló variación en caracteres agronómicos como rendimiento, altura de planta y ciclo de vida. En los 88 genotipos seleccionados y caracterizados agronómicamente se observa que el rendimiento varió de 0.038 a 3.7 g/planta, la floración de 72 a 78 días, la maduración de 102 a 115 días y la altura de planta de 30 a 92 cm (Figura 17 a la Figura 20). Es importante señalar que Torres (2019) estudia la población F₃ de esta misma cruce y determina que el rango de floración varió de 40 a 105 días y el de maduración de 70 a 150 días.

Benhabib *et al.* (2016) en cruzas interespecíficas del género *Chenopodium* en la generación F_{2:6}, identificó cinco grupos de rendimiento con el 80 % de las líneas dentro de los grupos de bajo rendimiento menor de 12 g/planta.

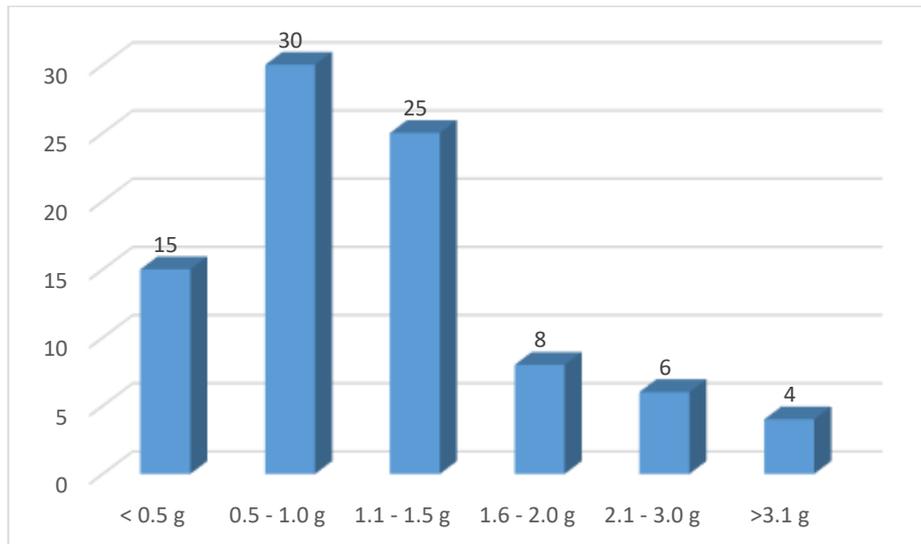


Figura 17. Variación del rendimiento de planta (g) en 88 genotipos seleccionados de las cruza interespecíficas del género *Chenopodium* en condiciones de La Molina. 2017

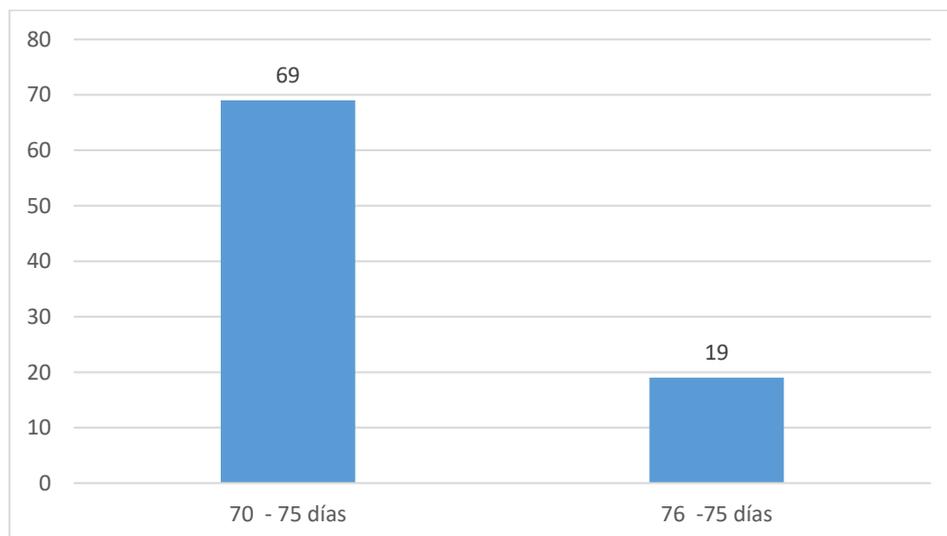


Figura 18. Variación de los días a la floración de 88 genotipos seleccionados de las cruza interespecíficas del género *Chenopodium* en condiciones de La Molina. 2017

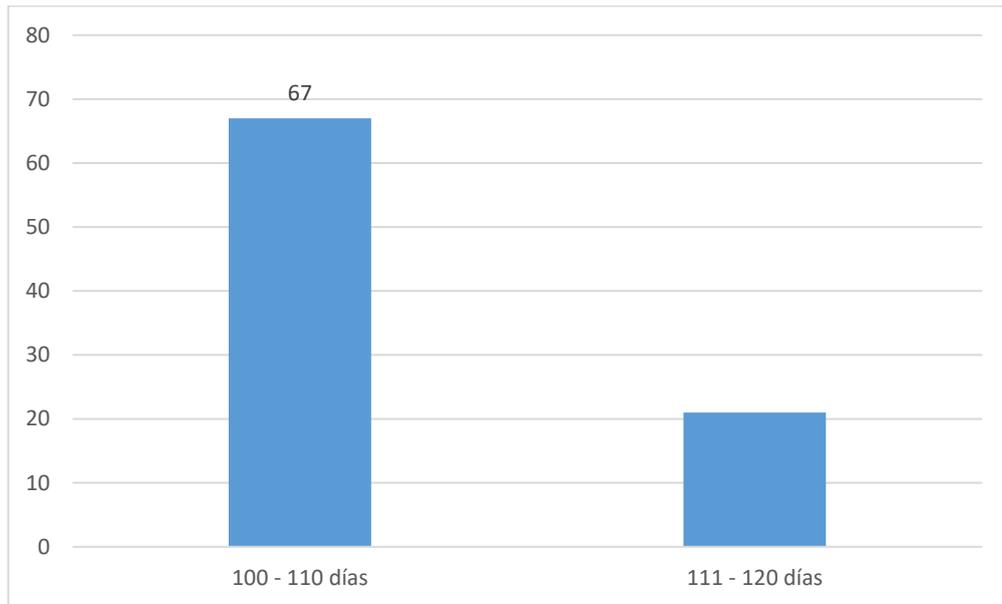


Figura 19. Variación de los días a la maduración de 88 genotipos seleccionados de las cruas interespecíficas del género *Chenopodium* en condiciones de La Molina. 2017

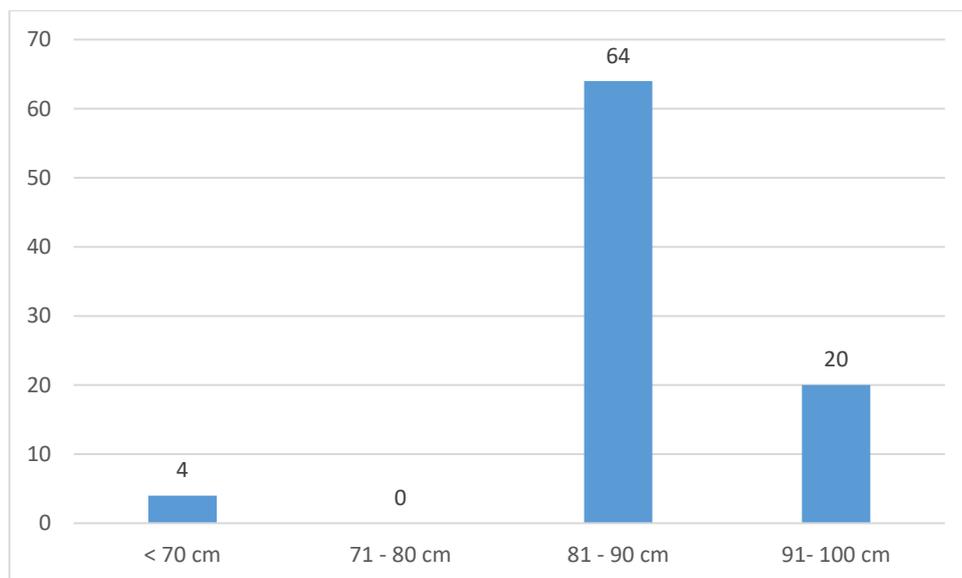


Figura 20. Variación de altura de planta (cm) de 88 genotipos seleccionados de las cruas interespecíficas del género *Chenopodium* en condiciones de La Molina. 2017

4.2.4. Análisis de clúster

Se realizó el agrupamiento de los 88 genotipos evaluados empleando los paquetes *C50* y *factoextra* y la interfaz R-Studio del ambiente para cómputo estadístico R (R Core Team 2018) versión 3.5.2.

Los resultados de la agrupación establecieron la conformación de tres grupos (Figura 21) con características similares. El primer grupo (Izquierda) agrupó cinco genotipos que incluyen cruza (XREAL-1, R1Y-5, C4R-2, C4R-2 y 06R-1); respectivamente. El segundo grupo (Centro) reúne 69 genotipos procedentes de las cruza X0654, 06R-1, RIR-7, NLR-1, C4R-2, 06R-1, RIY-5, C4R-2, RIY-5, RIY-5, RIY-5, C4R-2, RIY-5, C4R-2, RIR-7, RIY-5, C4R-2, 06R-1, C4R-2, RIY-5, RIY-5, RIR-7, RIR-7, C4R-2, RIR-7, X0654, 06R-1, C4R-2, C4R-2, C4R-2, X0654, C4R-2, RIY-5, RIR-7, RIY-5, 06R-1, RIY-5, RIY-5, RIY-5, 06R-1, 06R-1, RIY-5, C4R-2, C4R-2, XREAL-1, RIR-7, C4R-2, RIY-5, C4R-2, RIY-5, RIY-5, RIY-5, 06R-1, RIY-5, RIY-5, C4R-2, C4R-2, XREAL-1, RIR-7, RIY-5, RIY-5, RIR-7, RIY-5, RIY-5, RIY-5, RIY-5, C4R-2, 06R-1 y RIY-5. El tercer grupo (Derecha) identificó como similares a 14 genotipos procedentes de las cruza XREAL-1, C4R-2, C4R-2, RIY-5, XREAL-1, RIY-5, RIY-5, RIY-5, RIY-5, C4R-2, RIY-5, C4R-2, C4R-2 y RIY-5. La descripción de cada genotipo dentro de cada grupo se presenta en el Anexo 1.



Figura 21. Grupos de similitud formados en la población caracterizada derivada de cruza interespecíficas de *Chenopodium* sp, evaluadas en generación F₄ en condiciones de La Molina 2017.

V. CONCLUSIONES

OBJETIVO 1

1. La enfermedad de mildiú, debido a condiciones favorables de clima y la susceptibilidad de las accesiones se desarrolló muy rápidamente alcanzando los valores más altos a los 72 días después de la siembra del cultivo para luego ir disminuyendo su severidad a los 107 días. De acuerdo a los niveles de infección se identificaron y seleccionaron del total de plantas evaluadas, cinco genotipos muy resistentes, 241 moderadamente resistentes y 58 moderadamente susceptibles.

OBJETIVO 2

1. La caracterización morfológica permitió identificar diferentes tipos de caracteres dentro de las plantas de las Familias F₄. Se identificaron grupos de plantas con diferentes colores de tallo, colores de las estrías del tallo, color de hojas, inflorescencias y tipos de inflorescencia. Se determinó que en los 88 genotipos seleccionados el rendimiento por planta (g) varió de 0.038g a 3.7 g, la floración de 72 a 78 días, la maduración de 102 a 115 días y la altura de planta de 30 a 92 cm.
2. Los subgrupos F₄ que presentaron mayor promedio de rendimiento fueron XREAL-1 y RIR -7 con un promedio de 1.12 g y 1.3 g; respectivamente. Para altura de planta las de menor tamaño fueron identificadas en la cruce X0654 y las más altas en la cruce RIY 5.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar una evaluación posterior de los genotipos empleando los individuos representativos de cada grupo resultante del análisis de clúster.
2. Realizar pruebas preliminares de rendimiento y hacer seguimiento al comportamiento de las plantas seleccionadas como muy resistentes al mildiú en condiciones de campo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd-Elmoity, TH., Ali, AM. 2016. Losses caused by diseases attack quinoa in Egypt. En: VII International Scientific Agriculture Symposium, "Agrosym 2016", Jahorina, Bosnia and Herzegovina. Proceedings 2016 ref.13: 1697-1704
- AGRODATA-PERÚ.2019. Quinoa Perú Exportación Marzo 2019. Revisado el 05 de mayo de 2019. Disponible en: [https:// www.agrodataperu.com/2019/04/quinoa-peru-exportacion-2019-marzo.html](https://www.agrodataperu.com/2019/04/quinoa-peru-exportacion-2019-marzo.html)
- Alandia, S. 1979. Enfermedades. Páginas 137-144 en: Quinoa y kañihua. Cultivos Andinos. Tapia et al. (ed.). IICA, Bogotá, Colombia.
- Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R., Pinedo, R. 2013. Catálogo de variedades comerciales de quinoa en el Perú. Lima, Perú. p.19.
- Bazán de Segura, C. 1973. Relación de enfermedades y microorganismos patógenos, aislados de plantas cultivadas, forestales y ornamentales en el Perú. Manual No. 40. Ministerio de Agricultura. 68p.
- Bazán de Segura, C. 1965. Enfermedades de cultivos tropicales y subtropicales- Perú. Ministerio de agricultura del Perú. p.133-134.
- Bazile, D.; Jacobsen, S.E.; Verniau, A. 2016. The global expansion of quinoa: trends and limits. *Frontiers in Plant Science*. 7:622
- Benlhabib, O.; Boujartani, N.; Maughan, P.J.; Jacobsen, S.E.; Jellen, E.N. 2016. Elevated genetic diversity in an F2: 6 population of quinoa (*Chenopodium quinoa*) developed through an Inter-Ecotype cross. *Frontiers in Plant Science* 7:1222.
- Bonifacio, A. 1995. Interspecific and intergeneric hybridization in chenopod species. Tesis PhD Brigham Young University, Provo, Utah.
- Bukasov, S.M. 1965. Las plantas cultivadas en México, Guatemala y Colombia. IICA. Publicación miscelánea N° 20. 261p.

- Calixtro, G. 2017. Respuesta de 100 accesiones de quinua a la infección natural de mildiú (*Peronospora variabilis* Gäum) en el valle del Mantaro. Tesis Ing. Agr. UNALM. Lima – Perú. 61 p.
- Campbell, C.L.; Madden, L.V. 1990. Introduction to plant disease epidemiology. John Wiley & Sons, New York. 532 p.
- Choi, Y.; Danielsen, S., Lubeck, M.; Hong, S.; Delhey, R; Shin, H. 2010. Morphological and molecular characterization of the causal agent downy mildew on quinoa (*Chenopodium quinoa*). Springer Science+Business Media N° 169, 403-412
- Culley, T.; Hardiman, N. 2008. The role of intraspecific hybridization in the evolution of invasiveness: a case study of the ornamental pear tree *Pyrus calleryana*. *Biological Invasions* 11(5): 1107–1119. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10530-008-9386-z>
- Danielsen, S.; Ames, T. 2008. El mildiú de la quinua en la zona andina (*Peronospora farinosa*) Manual práctico para el estudio de la enfermedad y del patógeno (en línea). Consultado el 14 de setiembre del 2011. Disponible en: <http://agris.fao.org/agris-search/search/display.do?f=2008/QP/QP0701.xml;QP2007000024>
- Danielsen, S.; Ames, T. 2000. El mildiú *Peronospora farinosa* de la quinua *Chenopodium quinoa* en la zona andina. Manual práctico para el estudio de la enfermedad y del patógeno. Centro Internacional de La Papa (CIP). Lima-Perú. p. 3-9 y 10.
- Danielsen, S.; Munk, L. 2004. Evaluation of disease assessment methods in quinoa for their ability to predict yield loss caused by downy mildew. *Crop Protection* 23(3): 219.
- Dugan, F.M., Lupien, S.L., Hu, J. 2017. Fungal plant pathogens associated with emerging crops in North America: A challenge for plant health professionals. *Plant Health Progress* 18: 221-229
- Echegaray, T. 2003. Evaluación de métodos de cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo condiciones de costa. Tesis Ing. Agr. UNALM. Lima – Perú. p. 39.
- Farong, Y. 2016. Breeding and application prospects of a new quinoa variety Longli 1. *Animal Husbandry and Feed Science*, 8 (5): 291-294
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT), 2018. <http://faostat.fao.org>. Revisado el 20 de Octubre de 2018. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

- Franco T. E.; Hidalgo, R. 2003. Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Boletín técnico No. 8. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. 89 p.
- Fuentes, F.; Maughan, P.; Jellen, E. 2009. Diversidad genética y recursos genéticos para el mejoramiento de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Revista Geográfica de Valparaíso* 42: 20-33.
- Gandarillas, A.; Saravia, R.; Plata, G.; Quispe, R.; Ortiz-Romero, R. 2015. Principal quinoa pests and diseases. In: Bazile D, Bertero D, Nieto C (eds) State of the art report of quinoa in the world in 2013. FAO & CIRAD, Rome. Cap: 2.6, p: 192-215.
- Gandarillas, H. 1968. Caracteres botánicos más importantes para la clasificación de la quinua. In: Universidad Nacional Técnica del Altiplano (ed). Anales de la primera convención de Quenopodiáceas quinua - cañahua. Puno, Perú. pp 41-49
- Gandarillas, H. 1979. Botánica. en: M. Tapia (ed). quinua y kañiwa, cultivos andinos. Bogotá- Colombia, CIID, Oficina Regional para América Latina. 20-44.
- Gómez, L., Aguilar, E. 2016. Guía del cultivo de la quinua. (en línea). Consultado 20 de nov.2016. Disponible en:
www.gestiondelconocimiento.com/documentos2/olga/debatelimites. p. 4, 7-10.
- Judd, W., Campbell, C., Kellog, E., Steveens, P. and Donoghue, M. 2008. Plant systematics a phylogenetic approach. Sinauer Associates, Inc. Publisher. USA. 611 p.
- Khalifa, W., Thabet, M. 2018. Variation in downy mildew (*Peronospora variabilis* Gäum) resistance of some quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) cultivars under Egyptian conditions. *Middle East Journal of Agriculture* 7(2): 671-682.
- Kumar, A., Bhargava, A., Shukla, S., Singh, H.B., Ohri, D. 2006. Screening of exotic *Chenopodium quinoa* accessions for downy mildew resistance under mid-eastern conditions of India. *Crop Protection* 5: 879–889.
- Lee, C. 2002. Evolutionary genetics of invasive species. *Trends in Ecology and Evolution* 17(8): 386- 390.
- Lemus, Y. 2005. Genética de la resistencia a las enfermedades en plantas hortícolas. Instituto de investigaciones hortícolas Liliana Dimitrova. La Habana - Cuba. p 41 – 44.

- León, J. 2003. Cultivo de la quinua en Puno-Perú. Universidad Nacional del Altiplano. Puno. Perú. p. 3, 5, 24 y 31.
- Li, J., Zhou, X., Huang, H., Li, G. 2017. Diseases characteristic and control measurements for *Chenopodium quinoa* Willd. En: 6th International Conference on Energy and Environmental Protection (ICEEP 2017) *Advances in Engineering Research (AER)*, 143: 305 -308.
- Lumbreras, L.G.; Kaulicke, P.; Santillana, J.I.; Espinoza, W. 2008. Economía prehispánica (Tomo 1). En: compendio de historia económica del Perú. Ed. Carlos Contreras. Banco Central de Reserva del Perú e Instituto de Estudios Peruanos. p. 53-77
- Mastebroek, D., van Loo, R. 2000. Breeding of Quinoa—State of the art. In: Proceedings of the COST 814 Conference, Crop Development for Cool and Wet Regions of Europe, Pordenone, Italy; p. 491–496.
- Mercado, V. H. 2001. El mildiú de la quinua y su transmisión por medio de semilla. Tesis Ing. Agr. UNALM. Lima – Perú. 55 p.
- Mhada, M., Ezzahiri, B., Benlhabib, O. 2014. Assessment of downy mildew resistance (*Peronospora farinosa*) in a quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) germplasm. *International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering* 8(3): 277-280.
- Minitab 17 Statistical Software. 2010. [Computer software]. State College, PA: Minitab, Inc. www.minitab.com.
- Mujica, A. 1988. Parámetros genéticos e índices de selección en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Centro de Genética. Montecillos, México. 122 p.
- Mujica, A.; Izquierdo, J; Marathee, J.P. 2001a. Origen y descripción de la quinua. Capítulo I. FAO. Santiago de Chile.
- Mujica, A.; Jacobsen, S.E.; Izquierdo, J.; y Marathee, J. P. (Editores). 2001b. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.); Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro FAO. Santiago de Chile.
- Núñez, L. 1970. La agricultura prehistórica en los Andes meridionales. Universidad del Norte, Editorial Orbe.

- Ochoa, J., Frinking, H.D., Jacobs, T. 1999. Postulation of virulence groups and resistance factors in the quinoa/downy mildew pathosystems using material from Ecuador. *Plant Pathology* 48: 425-430.
- Otazú, V., Aguilar, P.C., Canahua, A. 1976. Resistencia en quinua (*Chenopodium quinoa*) al mildiú *Peronospora effusa*. *Fitopatología* 11: 47-49.
- Pańka, D., Lenc L., Gęsiński, K. 2004. Preliminary observations on quinoa (*Chenopodium quinoa*) health status in Poland. *Phytopathologia Polonica* 31: 61-66.
- Peterson, A, Jacobsen, S.E., Bonifacio, A., Murphy, K. 2015. A crossing method for quinoa *Sustainability* 7: 3230-3243.
- Plata, G., Testen, A., Backman, P. 2013. Evaluación de poblaciones de *Peronospora variabilis* en los valles de Bolivia (diapositiva). IV Congreso mundial de la quinua y I simposio internacional de Granos Andinos. Ibarra, Ecuador. 18 diapositivas
- R Core Team. 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Rea, J; Tapia, M., Mujica, A.1979. Quinua y Kañiwua cultivos andinos. Capitulo Practicas Agronómicas. Editorial, IICA. Bogotá, CIID, Oficina Regional para la América Latina.p.24.
- Risco, A. 2014. Severidad de *Peronospora variabilis* Gaum. en *Chenopodium quinoa* Willd. “Pasankalla” como respuesta aplicaciones de fungicidas sintéticos y bioestimulantes. Tesis M. Sc. Especialidad de fitopatología. EPG-UNALM. Lima, PE. 92 p.
- Stevens, M.; Coleman, C.; Parkinson, S.; Maughan, P.; Zhang, H.; Balzotti, M.; Kooyman, D.; Arumuganathan, K.; Bonifacio, A.; Fairbanks, D.; Jellen, E. y Stevens, J. 2006. Construction of a quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) BAC library and its use in identifying genes encoding seed storage proteins. *Theoretical and Applied Genetics* 112: 1593–1600.
- Tapia, B., Peralta, E., Mazón, N. 2014. Colecciones núcleo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) del Banco de Germoplasma del INIAP, Ecuador. *Axioma* 13(2): 5 - 9; ISSN 1390-6267.
- Testen, A.L.; Jiménez-Gasco, M.; Ochoa, J.; Backman, P. A. 2013. Molecular detection of *Peronospora variabilis* in quinoa seed and phylogeny of the quinoa downy mildew pathogen in South America and the United States. *Phytopathology* 104(4): 379-386.

- Torres, J.M. 2019. Caracterización de poblaciones F₃ provenientes de cruzamientos entre especies del género *Chenopodium* en condiciones de La Molina. Tesis Ing. Agr. UNALM. Lima, PE. 116 p.
- Towle, M. 1961. The Ethnobotany of Pre-Columbian Peru. 183 p. Viking Publications in Anthropology 30, Aldine Chicago. p. 294.
- Uhle, M. 1919. La arqueología de Arica y Tacna. *Boletín de la Sociedad Ecuatoriana de Estudios Históricos Americanos* 3 (7-8):1-48.
- Vallejo, F.; Estrada, E. 2002. Resistencia genética a plagas y enfermedades. En: Mejoramiento genético de plantas. Cap. 17: 323 – 339. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira. Imp. Feriva, Cali, Colombia.
- Ward, S., Jonhson, D. 1993. Cytoplasmic male sterility in quinoa. *Euphytica* 66: 217-223.
- Wilson, H., Manhart, J. 1993. Crop/weed gene flow: *Chenopodium quinoa* Willd and *C. berlandieri* Moq. *Theoretical and Applied Genetics* 86: 642-648.

VIII. ANEXOS

Este gráfico nos permite observar que se forman **tres clústeres de los genotipos caracterizados** (variables cualitativas, evaluadas según el *Descriptor de Quinoa de Bioversity International, 2013*). Se visualiza que hay tres grupos; el de la izquierda, centro y derecha.

Según el *Descriptor de Quinoa* (Bioversity International, 2013) para recolectar la información cualitativa de los datos morfológicos; el **grupo la izquierda**, está conformado por los genotipos (1, 2, 4, 6 y 62), y corresponde a las cruzas (XREAL-1, RIY-5, C4R-2, C4R-2 y 06R-1); respectivamente.

Anexo 1: Genotipos y cruzas que conforman el grupo de la izquierda

Nro. Genotipo	Cruza	Características morfológicas - agronómicas
1	XREAL-1	<p>Tallo: Ausencia de ramificación. Color: púrpura oscuro con estrías verde claro y axilas de color púrpura oscuro. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: púrpura claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: púrpura oscura. Forma: amarantiforme. Densidad: intermedia. Color final de panoja: púrpura oscuro. Peso (g/planta): 2.416. Altura de planta: 86 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.</p>
2	RIY-5	<p>Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías rosadas y axilas de color púrpura claro. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: púrpura oscuro. Forma: amarantiforme. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde oscuro. Peso (g/planta): 0.2178. Altura de planta: 90 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 102 días.</p>
4	C4R-2	<p>Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verde claras y axilas de color púrpura claro. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde claro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: amarantiforme. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde rojo. Peso (g/planta): 0.3655. Altura de planta: 86 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.</p>
6	C4R-2	<p>Tallo: Ausencia de ramificación. Color: verde claro con estrías rosadas y axilas de color púrpura oscuro. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: amarantiforme. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde oscuro. Peso (g/planta): 0.5777. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.</p>

<<Continuación>>

Nro. Genotipo	Cruza	Características morfológicas - agronómicas
62	06R-1	<p>Tallo: Ausencia de ramificación. Color: púrpura oscuro con estrías rosadas y axilas de color púrpura oscuro. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (0-3). Color de peciolo: rojo verde. Color de lámina foliar: púrpura oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde púrpura. Peso (g/planta): 0.8427. Altura de planta: 76 cm. Ciclo de vida: floración de 76 días y maduración de 115 días.</p>

El **grupo del centro**, está conformado por los genotipos (3, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 73, 76, 77, 78, 80, 84, 85, 86, 87 y 88), y corresponde a las cruzas (X0654, 06R-1, RIR-7, NLR-1, C4R-2, 06R-1, RIY-5, C4R-2, RIY-5, RIY-5, RIY-5, C4R-2, RIY-5, C4R-2, RIR-7, RIY-5, C4R-2, 06R-1, C4R-2, RIY-5, RIY-5, RIR-7, RIR-7, C4R-2, RIR-7, X0654, 06R-1, C4R-2, C4R-2, C4R-2, X0654, C4R-2, RIY-5, RIR-7, RIY-5, 06R-1, RIY-5, RIY-5, RIY-5, 06R-1, 06R-1, RIY-5, C4R-2, C4R-2, XREAL-1, RIR-7, C4R-2, RIY-5, C4R-2, RIY-5, RIY-5, RIY-5, 06R-1, RIY-5, RIY-5, C4R-2, C4R-2, XREAL-1, RIR-7, RIY-5, RIY-5, RIR-7, RIY-5, RIY-5, RIY-5, RIY-5, RIY-5, C4R-2, 06R-1 y RIY-5).

Anexo 2: Genotipos y cruzas que conforman el grupo del medio

Nro. Genotipo	Cruza	Características morfológicas - agronómicas
3	X0654	<p>Tallo: Ausencia de ramificación. Color: rojo verde con estrías verde claras y axilas de color púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (0-3). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: amarantiforme. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde oscuro. Peso (g/planta): 0.4744. Altura de planta: 30 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 110 días.</p>
5	06R-1	<p>Tallo: Ausencia de ramificación. Color: verde claro con estrías rosadas y axilas de color púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: amarantiforme. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde amarillo. Peso (g/planta): 1.4538. Altura de planta: 90 cm. Ciclo de vida: floración de 76 días y maduración de 107 días.</p>
7	RIR-7	<p>Tallo: Ausencia de ramificación. Color: verde claro con estrías amarillas y sin axilas. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: amarantiforme. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde oscuro. Peso (g/planta): 1.2299. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 78 días y maduración de 115 días.</p>
8	NLR-1	<p>Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías y axilas rosadas. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde claro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde púrpura. Forma: amarantiforme. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde púrpura. Peso (g/planta): 0.3694. Altura de planta: 40 cm. Ciclo de vida: floración de 78 días y maduración de 110 días.</p>

<<Continuación>>

Nro. Genotipo	Cruza	Características morfológicas - agronómicas
9	C4R-2	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: verde claro con estrías y axilas purpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde claro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: amarantiforme. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde claro. Peso (g/planta): 1.133. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.
10	06R-1	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: rosado con estrías verdes oscuras y axilas purpuras claras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde púrpura. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: púrpura verde. Forma: amarantiforme. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde púrpura. Peso (g/planta): 0.7188 Altura de planta: 92 cm. Ciclo de vida: floración de 76 días y maduración de 107 días.
12	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo sin estrías y axilas verde claras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (0-3). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: amarantiforme. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 0.4588 Altura de planta: 90 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 102 días.
13	C4R-2	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: púrpura claro con estrías y axilas púrpuras claras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: púrpura oscuro. Color de lámina foliar: verde claro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: amarantiforme. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde púrpura. Peso (g/planta): 1.1394. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.

<<Continuación>>

Nro. Genotipo	Cruza	Características morfológicas - agronómicas
14	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: púrpura oscuro con estrías púrpuras claras y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: púrpura oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: amarillo. Forma: glomerulada. Densidad: intermedia. Color final de panoja: púrpura oscuro. Peso (g/planta): 0.6837. Altura de planta: 90 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 102 días.
16	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verdes claras y axilas púrpuras claras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde púrpura. Forma: amarantiforme. Densidad: intermedia. Color final de panoja: púrpura verde. Peso (g/planta): 0.6882. Altura de planta: 92 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 102 días.
17	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: rosado con estrías y axilas púrpuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: púrpura oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: amarantiforme. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 0.5323. Altura de planta: 92 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 102 días.
18	C4R-2	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verdes claras y axilas rosadas. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: amarantiforme. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde oscuro. Peso (g/planta): 0.565. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.

<<Continuación>>

Nro. Genotipo	Cruza	Características morfológicas - agronómicas
19	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: púrpura claro con estrías y axilas púrpuras claras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (0-3). Color de peciolo: púrpura oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: púrpura. Forma: amarantiforme. Densidad: intermedia. Color final de panoja: púrpura oscuro. Peso (g/planta): 0.4443. Altura de planta: 92 cm. Ciclo de vida: floración de 74 días y maduración de 107 días.
20	C4R-2	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías y axilas verdes claras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: glomerulada. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde oscuro. Peso (g/planta): 0.4414. Altura de planta: 86 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.
21	RIR-7	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías y axilas verdes claras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde claro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: amarantiforme. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 0.2198. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 78 días y maduración de 115 días.
22	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: rosado con estrías y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: púrpura oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: púrpura oscuro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: púrpura oscuro. Peso (g/planta): 1.3574. Altura de planta: 92 cm. Ciclo de vida: floración de 73 días y maduración de 102 días.

<<Continuación>>

Nro. Genotipo	Cruza	Características morfológicas - agronómicas
23	C4R-2	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: verde claro con estrías verde oscuras y axilas rosadas. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde oscuro. Peso (g/planta): 0.5021. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.
24	06R-1	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: púrpura claro con estrías y axilas púrpuras claras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: púrpura oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: púrpura claro. Forma: intermedia. Densidad: laxa. Color final de panoja: púrpura oscuro. Peso (g/planta): 1.0884. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 76 días y maduración de 110 días
25	C4R-2	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías rosadas y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (>12). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: amarantiforme. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde oscuro. Peso (g/planta): 1.3633. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días
26	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: rosado con estrías púrpuras claras y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (0-3). Color de peciolo: verde rosado. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: laxa. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 0.8503. Altura de planta: 92 cm. Ciclo de vida: floración de 73 días y maduración de 107 días

<<Continuación>>

Nro. Genotipo	Cruza	Características morfológicas - agronómicas
27	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: púrpura oscuro con estrías rosadas y axilas verdes oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: púrpura oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: púrpura claro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: púrpura oscuro. Peso (g/planta): 0.6576. Altura de planta: 92 cm. Ciclo de vida: floración de 73 días y maduración de 107 días
28	RIR-7	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verdes claras y axilas verdes oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: amarantiforme. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde amarillo. Peso (g/planta): 0.9262. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 78 días y maduración de 110 días
29	RIR-7	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verdes claras y axilas verdes oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde oscuro. Peso (g/planta): 1.3752. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 78 días y maduración de 115 días
30	C4R-2	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: verde claro con estrías púrpuras claras y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: amarantiforme. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde oscuro. Peso (g/planta): 0.6458. Altura de planta: 86 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días

<<Continuación>>

Nro. Genotipo	Cruza	Características morfológicas - agronómicas
32	RIR-7	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías y axilas verdes oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: amarantiforme. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde oscuro. Peso (g/planta): 0.7554. Altura de planta: 90 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 115 días
33	X0654	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verde rosadas y axilas púrpuras claras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde oscuro. Peso (g/planta): 0.6723. Altura de planta: 36 cm. Ciclo de vida: floración de 78 días y maduración de 110 días
34	06R-1	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: púrpura claro con estrías verde púrpura y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: púrpura claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde oscuro. Peso (g/planta): 1.3591 Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 78 días y maduración de 115 días
35	C4R-2	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verde oscuras y axilas verde rosadas. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde oscuro. Peso (g/planta): 1.0367. Altura de planta: 86 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.

<<Continuación>>

Nro. Genotipo	Cruza	Características morfológicas - agronómicas
36	C4R-2	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verde oscuras y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (0-3). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde púrpura. Peso (g/planta): 1.9877. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 74 días y maduración de 107 días.
39	C4R-2	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: verde claro con estrías y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: púrpura claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde oscuro. Peso (g/planta): 1.3827. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.
41	X0654	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: verde claro con estrías y axilas púrpuras claras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (0-3). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 0.9664 Altura de planta: 40 cm. Ciclo de vida: floración de 78 días y maduración de 110 días.
42	C4R-2	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías y axilas verdes oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 1.0221. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.

<<Continuación>>

Nro. Genotipo	Cruza	Características morfológicas - agronómicas
43	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: púrpura claro con estrías amarillas y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: púrpura claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 1.3625. Altura de planta: 90 cm. Ciclo de vida: floración de 73 días y maduración de 107 días.
44	RIR-7	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: rosado con estrías y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: rosado. Color de lámina foliar: verde claro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde púrpura. Peso (g/planta): 1.6787. Altura de planta: 90 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 110 días.
45	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: rosado con estrías y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: púrpura claro. Color de lámina foliar: verde claro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde púrpura. Peso (g/planta): 0.0385. Altura de planta: 90 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.
46	06R-1	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: verde claro con estrías púrpuras claras y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 1.5689. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 78 días y maduración de 115 días.

<<Continuación>>

Nro. Genotipo	Cruza	Características morfológicas - agronómicas
47	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verde rosadas y axilas verdes. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (>12). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde claro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 0.5758. Altura de planta: 90 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.
48	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías púrpuras claras y axilas rosadas. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde amarillo. Peso (g/planta): 0.6557. Altura de planta: 90 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.
49	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verdes oscuras y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde claro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: púrpura claro. Peso (g/planta): 0.6892. Altura de planta: 92 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.
50	06R-1	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verde púrpuras y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde oscuro. Peso (g/planta): 0.6894. Altura de planta: 90 cm. Ciclo de vida: floración de 76 días y maduración de 110 días.

<<Continuación>>

Nro. Genotipo	Cruza	Características morfológicas - agronómicas
51	06R-1	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verdes oscuras y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 1.5913. Altura de planta: 92 cm. Ciclo de vida: floración de 78 días y maduración de 115 días.
52	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: verde rosado con estrías verdes oscuras y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde púrpura. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: laxa. Color final de panoja: verde oscuro. Peso (g/planta): 1.5046. Altura de planta: 92 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.
53	C4R-2	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verdes oscuras y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde rosado. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 1.47. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.
54	C4R-2	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías y axilas verdes oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde claro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 0.9622. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 102 días.

<<Continuación>>

Nro. Genotipo	Cruza	Características morfológicas - agronómicas
55	XREAL-1	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verdes oscuras y axilas rosadas. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde claro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 0.6216. Altura de planta: 86 cm. Ciclo de vida: floración de 74 días y maduración de 105 días.
56	RIR-7	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías y axilas púrpuras claras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde púrpura. Peso (g/planta): 1.9296. Altura de planta: 90 cm. Ciclo de vida: floración de 78 días y maduración de 110 días.
57	C4R-2	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verde rosadas y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: rosado. Color de lámina foliar: verde claro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 0.4821. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 102 días.
58	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verde claras y axilas púrpuras claras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde claro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde amarillo. Peso (g/planta): 2.281. Altura de planta: 90 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.

<<Continuación>>

Nro. Genotipo	Cruza	Características morfológicas - agronómicas
59	C4R-2	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verde oscuras y axilas verde rosado. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (>12). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde púrpura. Peso (g/planta): 1.7542. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 73 días y maduración de 102 días.
60	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías púrpuras claras y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde rosado. Color de lámina foliar: verde claro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 0.3498. Altura de planta: 90 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.
61	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo sin estrías y axilas rosadas. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: amarantiforme. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde amarillo. Peso (g/planta): 0.1402. Altura de planta: 90 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.
63	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verde rosadas y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde oscuro. Peso (g/planta): 2.6838. Altura de planta: 92 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.

<<Continuación>>

Nro. Genotipo	Cruza	Características morfológicas - agronómicas
64	06R-1	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo sin estrías y axilas rosadas. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: amarantiforme. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde amarillo. Peso (g/planta): 0.1402. Altura de planta: 90 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.
65	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verde oscuras y axilas rosadas. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (>12). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 1.6094. Altura de planta: 92 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.
66	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verde claras y axilas púrpuras claras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: amarantiforme. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde oscuro. Peso (g/planta): 1.3925. Altura de planta: 90 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.
68	C4R-2	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías rosadas y axilas púrpura oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde púrpura. Color de lámina foliar: verde claro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde púrpura. Peso (g/planta): 0.6231. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 73 días y maduración de 102 días.

<<Continuación>>

Nro. Genotipo	Cruza	Características morfológicas - agronómicas
69	C4R-2	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verde oscuras y axilas rosadas. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde oscuro. Peso (g/planta): 1.0586. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 102 días.
70	XREAL-1	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: verde rosado con estrías púrpuras claras y axilas verdes claras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde amarillo. Peso (g/planta): 1.5452. Altura de planta: 86 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 105 días.
71	RIR-7	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verde oscuras y axilas verdes claras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde amarillo. Peso (g/planta): 1.2457. Altura de planta: 90 cm. Ciclo de vida: floración de 78 días y maduración de 115 días.
73	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verde oscuras y axilas púrpuras claras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 1.997. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.

<<Continuación>>

Nro. Genotipo	Cruza	Características morfológicas - agronómicas
76	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verde oscuras y axilas púrpuras claras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: intermedia. Densidad: laxa. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 3.6629. Altura de planta: 92 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.
77	RIR-7	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verde oscuras y axilas púrpuras claras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 2.0884. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 110 días.
78	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verde oscuras y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 0.7448. Altura de planta: 92 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.
80	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verde oscuras y axilas púrpuras claras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde púrpura. Peso (g/planta): 2.1506. Altura de planta: 92 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.

<<Continuación>>

Nro. Genotipo	Cruza	Características morfológicas - agronómicas
84	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verde oscuras y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (>12). Color de peciolo: amarillo. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 1.3803. Altura de planta: 92 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.
85	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: púrpura oscuro con estrías rosadas y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: púrpura claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: púrpura oscuro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: púrpura oscuro. Peso (g/planta): 1.4442. Altura de planta: 92 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.
86	C4R-2	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: púrpura oscuro con estrías y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (>12). Color de peciolo: púrpura claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: amarantiforme. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde púrpura. Peso (g/planta): 1.0824. Altura de planta: 86 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.
87	06R-1	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías rojas y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (0-3). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: glomerulada. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde oscuro. Peso (g/planta): 0.5139. Altura de planta: 90 cm. Ciclo de vida: floración de 78 días y maduración de 110 días.

<<Continuación>>

Nro. Genotipo	Cruza	Características morfológicas - agronómicas
88	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verdes oscuras y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (>12). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 0.7041. Altura de planta: 92 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.

El **grupo de la derecha**, está conformado por los genotipos (11, 15, 31, 37, 38, 40, 67, 72, 74, 75, 79, 81, 82 y 83), y corresponde a las cruzas (XREAL-1, C4R-2, C4R-2, RIY-5, XREAL-1, RIY-5, RIY-5, RIY-5, RIY-5, C4R-2, RIY-5, C4R-2, C4R-2 y RIY-5)

Anexo 3: Genotipos y cruzas que conforman el grupo de la derecha

Nro. Genotipo	Cruza	Características morfológicas - agronómicas
11	XREA L-1	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: verde claro sin estrías y axilas verde oscuro. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (0-3). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 0.4414. Altura de planta: 86 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.
15	C4R-2	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estría y axilas verde claro. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: glomerulada. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde oscuro. Peso (g/planta): 0.4544. Altura de planta: 90 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.
31	C4R-2	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías y axilas verde claro. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: glomerulada. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde oscuro. Peso (g/planta): 0.4414. Altura de planta: 86 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.
37	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías y axilas púrpura claro. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde rosado. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: glomerulada. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde amarillo. Peso (g/planta): 1.9019. Altura de planta: 90 cm. Ciclo de vida: floración de 73 días y maduración de 107 días.

<<Continuación>>

Nro. Genotipo	Cruza	Características morfológicas - agronómicas
38	XREA L-1	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: verde claro con estrías verde rosado y axilas púrpura oscuro. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (0-3). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: glomerulada. Densidad: compacta. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 0.6032. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.
40	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verde oscuro y axilas púrpura claro. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (0-3). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde claro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: glomerulada. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde púrpura. Peso (g/planta): 1.1589. Altura de planta: 90 cm. Ciclo de vida: floración de 73 días y maduración de 107 días.
67	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: amarillo. Color de lámina foliar: verde claro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde púrpura. Peso (g/planta): 0.3851. Altura de planta: 90 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.
72	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: amarillo con estrías verde claras y axilas púrpuras claras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (>12). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: glomerulada. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 0.5419. Altura de planta: 90 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.

<<Continuación>>

Nro. Genotipo	Cruza	Características morfológicas - agronómicas
74	RIY-5	<p>Tallo: Ausencia de ramificación. Color: Púrpura claro con estrías rosadas y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: aserrado con un número de dientes (>12). Color de peciolo: púrpura claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: intermedia. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 2.7953. Altura de planta: 90 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.</p>
75	C4R-2	<p>Tallo: Ausencia de ramificación. Color: Amarillo con estrías purpuras claras y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (0-3). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde claro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: gomerulada. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde oscuro. Peso (g/planta): 0.8518. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.</p>
79	RIY-5	<p>Tallo: Ausencia de ramificación. Color: Amarillo con estrías verde claras y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (>12). Color de peciolo: verde oscuro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: amarillo. Forma: gomerulada. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde oscuro. Peso (g/planta): 3.4572. Altura de planta: 92 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.</p>
81	C4R-2	<p>Tallo: Ausencia de ramificación. Color: Amarillo con estrías y axilas verdes oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde oscuro. Forma: glomerulada. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde amarillo. Peso (g/planta): 0.872. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 73 días y maduración de 107 días.</p>

<<Continuación>>

Nro. Genotipo	Cruza	Características morfológicas - agronómicas
82	C4R-2	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: Amarillo con estrías verdes oscuras y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde oscuro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: verde claro. Forma: glomerulada. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde rosado. Peso (g/planta): 3.356. Altura de planta: 88 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.
83	RIY-5	Tallo: Ausencia de ramificación. Color: Amarillo con estrías verdes oscuras y axilas púrpuras oscuras. Hoja: forma de hoja del tallo y panoja triangular. Borde de hoja: dentado con un número de dientes (3-12). Color de peciolo: verde claro. Color de lámina foliar: verde claro. Inflorescencia: Color de panoja en floración: amarillo. Forma: glomerulada. Densidad: intermedia. Color final de panoja: verde oscuro. Peso (g/planta): 3.1107. Altura de planta: 92 cm. Ciclo de vida: floración de 72 días y maduración de 107 días.