

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMIA



“RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) CON DIFERENTES FUENTES DE FERTILIZACIÓN EN CONDICIONES DE LA MOLINA”

Presentado por:

PIERO MOISÉS YACTAYO COYUTUPA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

Lima – Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“RENDIMIENTO Y CALIDAD DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*
Willd) CON DIFERENTES FUENTES DE FERTILIZACIÓN EN
CONDICIONES DE LA MOLINA”**

Tesis para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por:

PIERO MOISÉS YACTAYO COYUTUPA

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Dr. Oscar Loli Figueroa

PRESIDENTE

Dr. Luz Gómez Pando

ASESORA

Dr. Sady García Bendezú

MIEMBRO

Dr. Jorge Jiménez Dávalos

MIEMBRO

DEDICATORIA

A mis padres Néstor Yactayo y Juana
Coyutupa, por su constante esfuerzo,
apoyo, dedicación y consejos cultivados
en mí.

A mis hermanos Noé y Noelia, por los
consejos y enseñanzas brindadas.

A mi sobrino Nicolás, por ser una
motivación para mí y pueda seguir
adelante, y espero ser un ejemplo para
él.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento por el apoyo en la ejecución del presente trabajo de investigación, al Programa de Cooperación Belga VLIR-UNALM y al financiamiento del Ministerio de Educación - MINEDU 2016.

A mi patrocinadora Dra. Luz Rayda Gómez Pando por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo de tesis, por su apoyo incondicional, sus consejos, amistad y por la dedicación en supervisar tanto la parte experimental, así como la redacción de la tesis.

Al Programa de Investigación y Proyección Social de Cereales y Granos Nativos de la Universidad Nacional Agraria La Molina por todas las herramientas e información brindada durante la ejecución de la tesis.

A la Ing. Katherine Argumedo Gonzales, Ing. José Falconi Palomino, Ing. Patricia Deza Montoya y Sr. Cesar Inga, por todo el apoyo con sus enseñanzas, consejos y en las evaluaciones previas, durante y posteriores en la presente investigación.

A la Ing. Martha Ibañez Tremolada, por la orientación brindada durante los análisis de calidad.

A la Sra. Ruth Paucar por el apoyo, consejos y amistad brindada hacia mi persona. Así como a todo el personal de campo que forma parte del programa y transmiten sus conocimientos a todos los estudiantes e investigadores en potencia.

A los miembros del Jurado Dr. Oscar Loli Figueroa, Dr. Sady García Bendezú y Dr. Jorge Jiménez Dávalos. Por sus aportes que han permitido mejorar la redacción de la presente investigación

A mis padres Néstor Yactayo y Juana Coyutupa, por todo el sacrificio, apoyo y esfuerzo que siempre me brindan. Son el mejor ejemplo para mí.

A mis amigos, por su amistad incondicional y ser un aliento en todo momento

A Dios por siempre estar conmigo, y permitirme culminar este proyecto en mi vida.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN LITERARIA	3
2.1. IMPORTANCIA – PRODUCCIÓN NACIONAL	3
2.2. REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO DE QUINUA	4
2.3. MANEJO DEL CULTIVO	4
2.3.1. Preparación del suelo.....	4
2.3.2. Fertilización química.....	5
2.3.3. Fertilización orgánica.....	5
2.3.4. Semilla.....	5
2.3.5. Raleo o desahíje.....	5
2.3.6. Deshierbo.....	6
2.3.7. Rotación de cultivos.....	6
2.3.8. Control de plagas y enfermedades.....	6
2.3.9. Riegos.....	6
2.3.10. Cosecha.....	7
2.4. FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE QUINUA	7
2.4.1. Fertilización del Cultivo en Sierra.....	8
2.4.2. Fertilización de la quinua en el Altiplano peruano –boliviano.....	9
2.4.3. Fertilización del cultivo en costa.....	10
2.4.4. Época y modalidad de aplicación.....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. ÁREA EXPERIMENTAL	13
3.1.1. Ubicación.....	13
3.1.2. Características del suelo.....	13
3.1.3. Características climáticas de la zona.....	14
3.2. MATERIALES	15
3.2.1. Material vegetal.....	15
3.2.2. Material de campo.....	16
3.3. METODOLOGÍA	18
3.3.1. Diseño de investigación.....	19
3.3.2. Manejo del cultivo.....	22
3.3.3. Evaluaciones.....	23
3.3.4. Diseño experimental.....	24

3.3.5. Análisis estadístico.....	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1. Resultados	26
4.1.1. Caracteres agronómicos.....	26
4.1.2. Respuesta al mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>)	45
4.1.3. Caracteres de calidad	53
4.1.4. Análisis combinado de los caracteres agronómicos, respuesta al mildiu y caracteres de calidad.....	67
4.1.5. Costos de producción y rentabilidad.....	90
4.2. DISCUSION.....	97
4.2.1. Caracteres agronómicos.....	97
4.2.2. Respuesta al mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>)	101
4.2.3. Caracteres de calidad	102
V. CONCLUSIONES	105
VI. RECOMENDACIONES	107
VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS	108
VIII. ANEXOS	115

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Serie histórica de la producción (en toneladas) nacional y departamental de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) . Periodo 2008 – 2016.....	3
Cuadro 2: Requerimientos medioambientales del cultivo de quinua.	4
Cuadro 3: Análisis de caracterización de suelos del campo Guayabo II.....	13
Cuadro 4: Dosis de fertilización empleados expresados en kg/ha.....	19
Cuadro 5: Cantidad de nutrientes dosificados en los experimentos.	19
Cuadro 6: Distribución de los tratamientos en los cuatro experimentos estudiados.....	20
Cuadro 7: Distribución en el campo.	21
Cuadro 8: Cuadrados medios del ANVA de rendimiento, altura de planta y días a la maduración de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) sin fertilización en condiciones de La Molina campaña 2016B.....	27
Cuadro 9: Valores medios y prueba de Duncan del rendimiento (kg/ha), altura de planta (cm), días a la maduración de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) sin fertilización en condiciones de La Molina. 2016 B.	28
Cuadro 10: Cuadrados medios del ANVA de rendimiento, altura de planta y días a la maduración de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) con dos dosis de fertilización con fuentes orgánicas en condiciones de La Molina campaña 2016B.....	33
Cuadro 11: Valores medios y prueba de Duncan del rendimiento (kg/ha), altura de planta (cm), días a la maduración de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) en promedio general de fertilización con fuentes orgánicas en condiciones de La Molina campaña 2016 B.	33

Cuadro 12: Valores medios y prueba de Duncan del rendimiento (kg/ha), altura de planta (cm), días a la maduración de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) en promedio general de dos dosis de fertilización con fuentes orgánicas en condiciones de La Molina campaña 2016B.....	33
Cuadro 13: Valores medios y prueba de Duncan del rendimiento (kg/ha), altura de planta (cm), días a la maduración de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) de la interacción entre las variedades y las dosis de fertilización con fuentes orgánicas en condiciones.....	34
Cuadro 14: Cuadrados medios del ANVA de rendimiento, altura de planta y días a la maduración de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) con dos dosis de fertilización con fuentes inorgánicas en condiciones de La Molina campaña 2016B.	38
Cuadro 15: Valores medios y prueba de Duncan del rendimiento (kg/ha), altura de planta (cm), días a la maduración de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) en promedio general de fertilización con fuentes inorgánicas en condiciones de La Molina campaña 2016B.	38
Cuadro 16: Valores medios y prueba de Duncan del rendimiento (kg/ha), altura de planta (cm), días a la maduración de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) en promedio general de dos dosis de fertilización con fuentes inorgánicas en condiciones de La Molina campaña 2016B.	39
Cuadro 17: Valores medios y prueba de Duncan del rendimiento (kg/ha), altura de planta (cm), días a la maduración de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) de la interacción entre las variedades y las dosis de fertilización con fuentes inorgánicas en condiciones de La Molina campaña 2016B.....	39
Cuadro 18: Cuadrados medios del ANVA de rendimiento, altura de planta y días a la maduración de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) con dos dosis de fertilización con fuentes mixtas en condiciones de La Molina campaña 2016B.....	44
Cuadro 19: Valores medios y prueba de Duncan del rendimiento (kg/ha), altura de planta (cm), días a la maduración de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) en promedio general de fertilización con fuentes mixtas en condiciones de La Molina campaña 2016B.	44
Cuadro 20: Valores medios y prueba de Duncan del rendimiento (kg/ha), altura de planta (cm), días a la maduración de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) en promedio general de dos dosis de fertilización con fuentes mixtas en condiciones de La Molina campaña 2016B.....	45
Cuadro 21: Valores medios y prueba de Duncan del rendimiento (kg/ha), altura de planta (cm), días a la maduración de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) de la interacción entre las variedades y las dosis de fertilización con fuentes mixtas en condiciones de La Molina campaña 2016B.....	45
Cuadro 22: Cuadrados medios del ANVA del porcentaje de área foliar con síntomas de la enfermedad de mildiú orinada por el hongo <i>Peronospora variabilis</i> de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) sin fertilización en condiciones de La Molina campaña 2016B.....	46
Cuadro 23: Valores medios y prueba de Duncan del porcentaje de área foliar con síntomas de la enfermedad de mildiú orinada por el hongo <i>Peronospora variabilis</i> de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) sin fertilización en condiciones de La Molina campaña 2016B.	46

Cuadro 24: Cuadrados medios del ANVA del porcentaje de área foliar con síntomas de la enfermedad de mildiú orinada por el hongo <i>Peronospora variabilis</i> de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) con fertilización orgánica, inorgánica y mixtas en condiciones de La Molina campaña 2016B.....	52
Cuadro 25: Valores medios y prueba de Duncan del porcentaje de área foliar con síntomas de la enfermedad de mildiú orinada por el hongo <i>Peronospora variabilis</i> de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) con fertilización orgánica, inorgánica y mixtas en condiciones de La Molina campaña 2016B.....	52
Cuadro 26: Valores medios y prueba de Duncan del porcentaje de área foliar con síntomas de la enfermedad de mildiú orinada por el hongo <i>Peronospora variabilis</i> de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) en promedio general de dos dosis de fertilización con fuentes orgánicas, inorgánicas y mixtas en condiciones de La Molina campaña 2016B.	52
Cuadro 27: Valores medios y prueba de Duncan del rendimiento (kg/ha), altura de planta (cm), días a la maduración de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) de la interacción entre las variedades y las dosis de fertilización con fuentes orgánicas, inorgánica y mixtas en condiciones de La Molina campaña 2016B.....	52
Cuadro 28: Cuadrados medios del ANVA del porcentaje del peso de mil granos y contenido de proteína del grano de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) sin fertilización en condiciones de La Molina campaña 2016B.....	54
Cuadro 29: Valores medios y prueba de Duncan del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) sin fertilización en condiciones de La Molina campaña 2016B.....	55
Cuadro 30: Cuadrados medios del ANVA del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) con fertilización orgánica en condiciones de La Molina campaña 2016B.	58
Cuadro 31: Valores medios y prueba de Duncan del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) con fertilización orgánica en condiciones de La Molina campaña 2016B.	58
Cuadro 32: Valores medios y prueba de Duncan del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano en promedio general de dos dosis de fertilización con fuentes orgánicas en condiciones de La Molina campaña 2016B.....	59
Cuadro 33: Valores medios y prueba de Duncan del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) de la interacción entre las variedades y las dosis de fertilización con fuentes orgánicas en condiciones de La Molina campaña 2016B.....	59
Cuadro 34: Cuadrados medios del ANVA del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) con fertilización inorgánica en condiciones de La Molina campaña 2016B.....	62
Cuadro 35: Valores medios y prueba de Duncan del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) con fertilización inorgánica en condiciones de La Molina campaña 2016B.....	62
Cuadro 36: Valores medios y prueba de Duncan del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano en promedio general de dos dosis de fertilización con fuentes inorgánicas en condiciones de La Molina campaña 2016B.	63
Cuadro 37: Valores medios y prueba de Duncan del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) de la	

interacción entre las variedades y las dosis de fertilización con fuentes inorgánicas en condiciones de La Molina campaña 2016B.....	63
Cuadro 38: Cuadrados Medios del ANVA del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) con fertilización mixta en condiciones de La Molina campaña 2016B.	66
Cuadro 39: Valores medios y prueba de Duncan del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) con fertilización mixta en condiciones de La Molina campaña 2016B.	67
Cuadro 40: Valores medios y prueba de Duncan del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano en promedio general de dos dosis de fertilización con fuentes mixtas en condiciones de La Molina campaña 2016B.....	67
Cuadro 41: Valores medios y prueba de Duncan del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) de la interacción entre las variedades y las dosis de fertilización con fuentes mixtas en condiciones de La Molina campaña 2016B.....	67
Cuadro 42: Cuadrados medios del ANVA COMBINADO de rendimiento, altura de planta, días a la maduración, respuesta al mildiú, peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) sin fertilización, con fertilización orgánica, inorgánica y mixta en condiciones de La Molina campaña 2016B.	87
Cuadro 43: Valores medios y prueba de Duncan COMBINADO de rendimiento, altura de planta, respuesta al mildiú, del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) sin fertilización, con fertilización orgánica, inorgánica y mixta en condiciones de La Molina campaña 2016B.....	88
Cuadro 44: Valores medios y prueba de Duncan del COMBINADO de rendimiento, altura de planta, respuesta al mildiú, peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano en promedio general de dos dosis de fertilización orgánica, inorgánica y mixta en condiciones de La Molina campaña 2016B.....	88
Cuadro 45: Valores medios y prueba de Duncan COMBINADO de rendimiento, altura de planta, respuesta al mildiú, del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) de la interacción entre las variedades y las dosis de fertilización con fertilización orgánica, inorgánica y mixta de La Molina campaña 2016B.....	89
Cuadro 46: Costos de producción (S/.) según las fuentes y dosis de fertilización en el cultivo de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) en condiciones de La Molina campaña 2016B.....	92
Cuadro 47: Índice de rentabilidad (%) obtenida con la variedad de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) INIA Salcedo con diferentes fuentes y dosis de fertilización en condiciones de La Molina campaña 2016B.	93
Cuadro 48: Índice de rentabilidad (%) obtenida con la variedad de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) Altiplano con diferentes fuentes y dosis de fertilización en condiciones de La Molina campaña 2016B.	94
Cuadro 49: Índice de rentabilidad (%) obtenida con la variedad de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) La Molina 89 con diferentes fuentes y dosis de fertilización en condiciones de La Molina campaña 2016B.	95
Cuadro 50: Índice de rentabilidad (%) obtenida con la variedad de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) MQPas-50 con diferentes fuentes y dosis de fertilización en condiciones de La Molina campaña 2016B.	96

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Fluctuación de la temperatura promedio mensual durante la campaña julio – noviembre 2016.	14
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Análisis de variancia del rendimiento con fertilización con fuentes orgánicas.	115
Anexo 2: Análisis de variancia de la altura de planta con fertilización con fuentes orgánicas.	115
Anexo 3: Análisis de variancia de los días a la maduración con fertilización con fuentes orgánicas.	115
Anexo 4: Análisis de variancia de la respuesta al mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>) con fertilización con fuentes orgánicas.	116
Anexo 5: Análisis de variancia del peso de 1000 granos con fertilización con fuentes orgánicas.	116
Anexo 6: Análisis de variancia de las proteínas del grano con fertilización con fuentes orgánicas.	116
Anexo 7: Análisis de variancia del rendimiento con fertilización con fuentes inorgánicas.	116
Anexo 8: Análisis de variancia de la altura de planta con fertilización con fuentes inorgánicas.	117
Anexo 9: Análisis de variancia de los días a la maduración con fertilización con fuentes inorgánicas.	117
Anexo 10: Análisis de variancia de la respuesta al mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>) con fertilización con fuentes inorgánicas.	117
Anexo 11: Análisis de variancia del peso de 1000 granos con fertilización con fuentes inorgánicas.	117
Anexo 12: Análisis de variancia de proteínas del grano con fertilización con fuentes inorgánicas.	117
Anexo 13: Análisis de variancia del rendimiento con fertilización con fuentes mixtas.	118
Anexo 14: Análisis de variancia de la altura de planta con fertilización con fuentes mixtas.	118
Anexo 15: Análisis de variancia de los días a la maduración con fertilización con fuentes mixtas.	118
Anexo 16: Análisis de variancia de la respuesta al mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>) con fertilización con fuentes mixtas.	118
Anexo 17: Análisis de variancia del peso de 1000 granos con fertilización con fuentes mixtas.	119
Anexo 18: Análisis de variancia de las proteínas del grano con fertilización con fuentes mixtas.	119
Anexo 19: Análisis de variancia del rendimiento sin fertilización (control).	119
Anexo 20: Análisis de variancia de la altura de planta sin fertilización (control).	119
Anexo 21: Análisis de variancia de los días a la maduración sin fertilización (control).	120
Anexo 22: Análisis de variancia de la respuesta al mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>) sin fertilización (control).	120
Anexo 23: Análisis de variancia del peso de 1000 granos sin fertilización (control).	120

Anexo 24: Análisis de variancia de las proteínas del grano sin fertilización (control).	121
Anexo 25: Análisis de variancia combinado de los experimentos para el rendimiento.	121
Anexo 26: Análisis de variancia combinado de los experimentos para la altura de planta.	121
Anexo 27: Análisis de variancia combinado de los experimentos para los días a la maduración.	121
Anexo 28: Análisis de variancia combinado de los experimentos de la respuesta al mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>).	122
Anexo 29: Análisis de variancia combinado de los experimentos del peso de 1000 granos.	122
Anexo 30: Análisis de variancia combinado de los experimentos de las proteínas del grano.	122
Anexo 31: Valores medios y prueba de significación de Tukey para rendimiento (kg/ha) de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) en promedio de cuatro fuentes de fertilización (sin fertilización, con fertilización orgánica, inorgánica y mixta) y dos dosis en condiciones de La Molina campaña 2016B.	122
Anexo 32: Valores medios y prueba de significación de Tukey para altura de planta (cm) de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) con cuatro fuentes de fertilización (testigo, orgánica, inorgánica y mixta) y dos dosis, en promedio de cuatro variedades, en condiciones de La Molina campaña 2016B.	123
Anexo 33: Valores medios y prueba de significación de Tukey para maduración (días) de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) en promedio de cuatro dosis de fertilización (sin fertilización, con fertilización orgánica, inorgánica y mixta) y dos dosis en condiciones de La Molina campaña 2016B.	123
Anexo 34: Valores medios y prueba de significación de Tukey para severidad de mildiú (%) de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) en promedio de cuatro dosis de fertilización (sin fertilización, con fertilización orgánica, inorgánica y mixta) y dos dosis en condiciones de La Molina campaña 2016B.	124
Anexo 35: Valores medios y prueba de significación de Tukey para peso de 1000 granos (g) de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) en promedio de cuatro dosis de fertilización (sin fertilización, con fertilización orgánica, inorgánica y mixta) y dos dosis en condiciones de La Molina campaña 2016B.	124
Anexo 36: Valores medios y prueba de significación de Tukey para contenido de proteína del grano (%) de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) en promedio de cuatro dosis de fertilización (sin fertilización, con fertilización orgánica, inorgánica y mixta) y dos dosis en condiciones de La Molina campaña 2016B.	125
Anexo 37: Valores medios y prueba de significación de Tukey para de rendimiento (kg/ha) de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) con cuatro fuentes de fertilización (testigo, orgánica, inorgánica y mixta) y dos dosis, en promedio de cuatro variedades, en condiciones de La Molina campaña 2016B.	125
Anexo 38: Valores medios y prueba de significación de Tukey para de altura de planta (cm) de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) con cuatro fuentes de fertilización (testigo, orgánica, inorgánica y mixta) y dos dosis, en promedio de cuatro variedades, en condiciones de La Molina campaña 2016B.	126
Anexo 39: Valores medios y prueba de significación de Tukey para maduración (días) de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) con cuatro fuentes de fertilización (testigo, orgánica,	

inorgánica y mixta) y dos dosis, en promedio de cuatro variedades, en condiciones de La Molina campaña 2016B.	126
Anexo 40: Valores medios y prueba de significación de Tukey para severidad de mildiú (%) de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) con cuatro fuentes de fertilización (testigo, orgánica, inorgánica y mixta) y dos dosis, en promedio de cuatro variedades, en condiciones de La Molina campaña 2016B.....	127
Anexo 41: Valores medios y prueba de significación de Tukey para peso 1000 granos (g= de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) con cuatro fuentes de fertilización (testigo, orgánica, inorgánica y mixta) y dos dosis, en promedio de cuatro variedades, en condiciones de La Molina campaña 2016B.....	127
Anexo 42: Valores medios y prueba de significación de Tukey para de proteína (%) de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) con cuatro fuentes de fertilización (testigo, orgánica, inorgánica y mixta) y dos dosis, en promedio de cuatro variedades, en condiciones de La Molina campaña 2016B.	128
Anexo 43: Valores medios y prueba de significación de Tukey de la interacción variedad x dosis de fertilización de cuatro fuentes (testigo, orgánica, inorgánica y mixta) para rendimiento (kg/ha) y contenido de proteína (%) del grano de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) var. INIA SALCEDO en condiciones de La Molina campaña 2016B. ...	129
Anexo 44: Valores medios y prueba de significación de Tukey de la interacción variedad x dosis de fertilización de cuatro fuentes (testigo, orgánica, inorgánica y mixta) para rendimiento (kg/ha) y contenido de proteína (%) del grano de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) var. Altiplano en condiciones de La Molina campaña 2016B.	129
Anexo 45: Valores medios y prueba de significación de Tukey de la interacción variedad x dosis de fertilización de cuatro fuentes (testigo, orgánica, inorgánica y mixta) para rendimiento (kg/ha) y contenido de proteína (%) del grano de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) línea mejorada La Molina 89 en condiciones de La Molina campaña 2016B.	130
Anexo 46: Valores medios y prueba de significación de Tukey de la interacción variedad x dosis de fertilización de cuatro fuentes (testigo, orgánica, inorgánica y mixta) para rendimiento (kg/ha) y contenido de proteína (%) del grano de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) línea mutante MQPas-50 en condiciones de La Molina campaña 2016B.	132
Anexo 58: Caracterización de las variedades de quinua según su fuente de fertilización en el laboratorio de calidad.	133

RESUMEN

El cultivo comercial de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en costa se inicia en la última década, sin embargo, se requiere desarrollar una guía de cultivo apropiada para esta región, que considere las variedades, la cantidad, tipo y época de aplicación de fertilizantes y otros insumos agrícolas de naturaleza sintética y orgánica con rendimientos altos y buena calidad y con rentabilidad para los agricultores. El presente estudio plantea como objetivo general: contribuir a desarrollar una guía de cultivo de quinua para costa central y como objetivo específico determinar el efecto de fuentes de fertilización orgánicas y sintéticas sobre caracteres agronómicos, respuesta a la enfermedad del mildiu y calidad de grano. El estudio se realizó en el campo Guayabo II de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, entre los meses de julio y noviembre del 2016. Se estudiaron las variedades de quinua: INIA Salcedo y Altiplano y dos líneas avanzadas del programa de mejoramiento del Programa de Cereales y Granos nativos: La Molina 89 y la línea mutante MQPas-50. Se estudiaron dos dosis de fertilización, la dosis uno fue 73-69-89 kg/ha N-P₂O₅ y K₂O con adicional de 11 y 21 kg/ha de Mg y S en las fuentes orgánicas y mixtas respectivamente, y la dosis dos fue de 150-180-200 kg/ha N- P₂O₅ y K₂O con adicional de 22 y 42 kg/ha de Mg y S en las fuentes orgánicas y mixtas respectivamente. Los rendimientos más altos, se lograron con la fertilización orgánica y mixta de dosis dos. Los rendimientos máximos alcanzados fueron para Altiplano con 7740 kg/ha con fertilización orgánica-dosis dos, La Molina 89 con 7017 kg/ha con fertilización mixta-dosis dos, La línea mutante MQPas-50 con 6578 kg/ha con fertilización mixta-dosis dos e INIA Salcedo con 4850 kg/ha con fertilización inorgánica-dosis dos. En general no se observó una marcada influencia o tendencia de dosis y de fuentes de fertilización en la expresión de síntomas de la enfermedad presentando valores similares dentro de un rango de 54 a 61 por ciento. El contenido de proteína del grano fue influenciado por las fuentes y dosis en forma muy diversa. Los porcentajes de proteínas máximos alcanzados fueron para Altiplano con 15.2 por ciento con fertilización mixta dosis uno, La Molina 89 con 15.5 por ciento con fertilización inorgánica-dosis dos, la línea mutante MQPas-50 con 11.2 por ciento con fertilización inorgánica-dosis dos e INIA Salcedo con 13.4 por ciento con fertilización mixta dosis dos.

Palabras claves: *Chenopodium quinoa*; fertilización; calidad; quinua; variedades; rendimiento.

SUMMARY

The commercial crop of the quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) in the coast begins in the last decade, nevertheless, it requires to develop a quinoa crop guide for this region, that considers the varieties and other agricultural supplies of natures synthetics and organics that contribute of the obtain of high yields and good quality. In the present study raises as general objective: to contribute to develop a quinoa crop guide for coast central and as specific objectives determine the effect of sources fertilization organics and synthetics on agronomics characters, response of the mildew disease and quality of grains. The study was conducted in the field Guayabo II of the National Agrarian University La Molina, in Lima, between the months of July and November of 2016. Were studied commercial varieties of quinoa Altiplano and INIA Salcedo and two advanced lines of the improvement program of the Program of Cereals and Natives Grains La Molina 89 and the mutant line MQPas-50. Were studied two dosage of fertilization, the doses one was of 73-66-89 kg / ha N-P205 and K20 with an additional of 11 and 21 kg/ ha of Mg and S in the organics and mixed sources respectively. The doses two was of 150-180-200 kg / ha N-P205 and K20 with an additional 22 and 42 kg / ha of Mg and S in the organics and mixed sources respectively. The highest yield, it obtained with the organic and mixed fertilization of doses two. The maximize yields obtained were for Altiplano with 7740 kg/ha with the organic fertilization doses two, La Molina 89 with 7017 kg/ha with the mixed fertilization doses two, the mutant line MQPas-50 with 6578 kg/ha with the mixed fertilization doses two and INIA Salcedo with 4850 kg/ha with the inorganic fertilization doses two. In general, It was not observed a marked influence or tendency of doses and sources of fertilization in the symptoms expression of the disease presented very similar values within of a range of 54 to 61 per cent. The content of protein of the grain was influenced for the sources and doses in very diverse way. The percentages of proteins maximum obtained were for Altiplano with 15.2 percent with the mixed fertilization doses one, La Molina 89 with 15.5 percent with the inorganic fertilization doses two, the mutant line MQPas-50 with 11.2 percent with the inorganic fertilization doses two and INIA Salcedo with 13.4 percent with the mixed fertilization doses two.

Key words: *Chenopodium quinoa*; fertilization; quality; quinoa; varieties; yield.

INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) tiene su origen en la región andina en los alrededores del lago Titicaca compartido por Perú y Bolivia, lugar donde se localiza la mayor diversidad genética de la especie. Se cultiva desde el nivel del mar hasta los 4000 m de altitud, mayormente por agricultores de pequeña escala, como alimento y como fuente de mejora del ingreso familiar por su valor económico y su potencial de exportación.

Su cultivo se realiza mayormente en la sierra peruana, sin embargo, su alta demanda a nivel internacional y nacional, acompañado de buenos precios la convierte en una alternativa importante para los agricultores de la costa peruana. La quinua es una opción muy importante para estos agricultores, no solamente por su alto valor nutritivo, sino también por su comprobada tolerancia a sales y su uso eficiente de agua.

Su cultivo en costa se inicia en la última década, sin embargo, se requiere desarrollar una guía de cultivo apropiada para esta región en la cual se considere la adaptación de las variedades, la cantidad, tipo y época de aplicación de insumos agrícolas; como los fertilizantes. En general en la zona andina la fertilización de la quinua ha sido determinada bajo diferentes condiciones o tipos de rotación y en la costa existen estudios varios de la aplicación de fertilizantes bajo diferentes modalidades y fuentes. Los estudios de la respuesta de la quinua en ambas regiones han mostrado que la quinua responde muy bien a la aplicación de fertilizantes sintéticos y orgánicos. Si bien se tienen importantes antecedentes, se requiere conocer más el efecto de la fertilización en condiciones de costa empleando nuevas fuentes orgánicas desarrolladas para la agricultura orgánica y comparándolas con las fuentes sintéticas tradicionales.

Considerando que las variedades tienen requerimientos propios y que el clima, el manejo agronómico y la forma de aplicación influyen en la respuesta de los cultivos a los fertilizantes es que se realizó la presente investigación. Cuyos resultados podrán contribuir al desarrollo de una guía de cultivo comparando el uso de fertilizantes de

naturaleza sintética y orgánica en el rendimiento y calidad de granos de dos variedades comerciales y líneas avanzadas en condiciones de la Costa Central y la evaluación de los costos de producción y la rentabilidad lograda.

De acuerdo con lo presentado anteriormente, la hipótesis a comprobar en este trabajo fue: “Las fuentes de nutrientes de naturaleza orgánica, sintética y las mixtas tienen efecto en los caracteres agronómicos, respuesta a enfermedades y calidad de grano del cultivo de la quinua”.

Para dar comprobación de esta hipótesis se trazaron los objetivos siguientes

Objetivo General

Contribuir a desarrollar una guía de cultivo de quinua para Costa Central.

Objetivos Específicos

- 1.- Determinar el efecto de fuentes de nutrientes orgánicos y sintéticos sobre:
 - 1.1. Caracteres agronómicos.
 - 1.2. Respuesta a la enfermedad del mildiu.
 - 1.3. Calidad de grano.

- 2.- Determinar los costos y la rentabilidad del cultivo de quinua con el empleo de fuentes de nutrientes orgánicos y sintéticos.

II. REVISIÓN LITERARIA

2.1. IMPORTANCIA – PRODUCCIÓN NACIONAL

El potencial excepcional de supervivencia y alto valor nutritivo de la quinua ha hecho que este cultivo se convierta en un producto agrícola con valor estratégico importante para la seguridad alimentaria de la humanidad (PROINPA, 2011).

El MINAGRI (2016), informa que el Perú se convirtió en el principal exportador y mayor productor de quinua en dicho año, duplicando las exportaciones de Bolivia, diferencia debida a la producción de dos cosechas en lugar de una. Actualmente ambos países siguen siendo los mayores productores de quinua a nivel mundial. En el Perú, la mayor parte de la producción nacional proviene del departamento de Puno.

En el cuadro 1 se presenta la serie histórica de producción de quinua en el periodo 2008 - 2016. Se aprecia un incremento de la producción alcanzando su mayor valor en el año 2014, con 114.7 mil toneladas a nivel nacional. Sin embargo, se aprecia una tendencia a la reducción a partir del año 2015. Probablemente debido a la disminución significativa de los precios de la quinua a nivel nacional e internacional.

Cuadro 1: Serie histórica de la producción (en toneladas) nacional y departamental de quinua (*Chenopodium quinoa*) . Periodo 2008 – 2016.

	Nacional	Puno	Ayacucho	Junín	Cusco	Apurímac	Arequipa	La Libertad	Lambayeque
2 008	29 867	22 691	1 721	1 145	1 776	892	264	364	0
2 009	39 397	31 160	1 771	1 454	2 028	933	473	415	0
2 010	41 079	31 951	2 368	1 586	1 890	1 212	650	430	0
2 011	41 182	32 740	1 444	1 448	1 796	1 190	1 013	354	0
2 012	44 213	30 179	4 188	1 882	2 231	1 981	1 683	505	0
2 013	52 130	29 331	4 925	3 852	2 818	2 010	5 326	1 146	427
2 014	114 725	36 158	10 323	10 551	3 020	2 690	33 193	4 155	3 262
2 015	105 666	38 221	14 630	8 518	4 290	5 785	22 379	3 187	778
2 016	77 652	35 166	16 657	3 802	3 937	4 805	6 157	2 900	28

Fuente: MINAGRI-DGSEP-DE (2017)

Elaboración: MINAGRI-DGPA-DEEIA

2.2. REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO DE QUINUA

Según la FAO (2001), el cultivo de la quinua tiene los siguientes requerimientos medioambientales que se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2: Requerimientos medioambientales del cultivo de quinua.

Suelo	Buen drenaje, textura franco-arenosa y pH neutro, la quinua es susceptible al exceso de humedad, especialmente en primeros estadios.
Clima	Diversas zonas agroecológicas, genotipos adaptados a diferentes climas. Existen variedades de Perú, Bolivia, Ecuador, Colombia, Argentina, México y Europa.
Riego	3/4 de la capacidad de campo; se ha observado el mejor desarrollo a este nivel de humedad. 250 - 500 mm de lluvia anual; donde se cultiva en condiciones de secano (zona andina).
Humedad relativa	40 - 100 % susceptibilidad a mildiu en condiciones de alta humedad relativa.
Temperatura	15 - 20 °C
Fotoperiodo	Diversos regímenes de luz; genotipos adaptados a días cortos, largos e independientes al fotoperiodo.
Altura	0 – 4 000 m.s.n.m.; desde el nivel del mar hasta el altiplano, amplia diversidad adaptabilidad.

Fuente: FAO, 2001.

2.3. MANEJO DEL CULTIVO

2.3.1. Preparación del suelo

La quinua al poseer granos pequeños requiere de suelos bien preparados y nivelados con la humedad adecuada. En el caso de la agricultura orgánica es deseable trabajar hacia una labranza mínima o cero, pues al disponer de un buen nivel de microorganismos, estos conseguirán aumentar los niveles de materia orgánica del suelo (Rivera, 1995).

Durante la preparación del terreno se debe voltear el suelo para exponer larvas y pupas de insectos a la acción erosiva de los rayos ultravioleta y a la alimentación de aves y

roedores. Además, se recomienda que para el cultivo de quinua orgánica el contenido de materia orgánica del suelo deba ser alto para promover la actividad biológica del suelo (Jacobsen y Mujica, 2002).

2.3.2. Fertilización química

Para suelos pobres, como los de la costa, se recomienda una fórmula de 240-200-80, fraccionando el nitrógeno en tres partes: siembra, deshierbo y floración. Adicionalmente se recomienda la aplicación de abonos orgánicos (Mujica *et al.*, 2001).

2.3.3. Fertilización orgánica

En la zona andina se recomienda incorporar 10 t/ha de estiércol de vacuno u ovino, 6 t/ha de gallinaza, 5 t/ha de compost, 0,5 t/ha de guano de islas, 2 t/ha de humus de lombriz. Como también realizar 3 veces la aplicación de biol con dosis de 1.5 L/ha (Suquilanda, 1995).

2.3.3. Siembra

Para obtener una buena germinación se recomienda sembrar en adecuada temperatura ambiental, entre los 15 - 20 °C y la humedad del suelo en por lo menos 3/4 de la capacidad de campo. (FAO, 2001).

2.3.4. Semilla

Se debe utilizar semillas procedentes de semilleros oficiales con garantía de sanidad, calidad agronómica, genética y fitosanitaria. Así también la semilla deberá tener como mínimo 95 % de poder germinativo (Gómez y Aguilar, 2016).

2.3.5. Raleo o desahíje

Se estima un total de 25 - 50 plantas/m, dependiendo de la densidad de plantas deseadas (Jacobsen y Mujica, 2002).

2.3.6. Deshierbo

Una de las formas de control en la agricultura orgánica es el deshierbo manual o con el uso de escardas, se recomienda recoger y eliminar o hacer compost de los rastros de mala hierbas para evitar que se sigan propagando (Jacobsen y Mujica, 2002). Manualmente se extraen las malezas entre las plantas de quinua y entre los surcos. Esta labor se puede realizar junto al raleo o desahíje.

Mecánicamente, se pueden eliminar las malezas en los espacios existentes entre las líneas de plantas de quinua, empleando una cultivadora o con un implemento de tracción animal, en forma muy similar al cultivo realizado en un campo de maíz. Esta labor además de enterrar las malezas permitirá aflojar el suelo para facilitar la labor de aporque (Gómez y Aguilar, 2016).

2.3.7. Rotación de cultivos

La rotación se debe realizar con cultivos de otras familias botánicas. Por ejemplo, en costa la rotación podría ser : papa-quinua-maíz o trigo-hortalizas-alfalfa (FAO, 2001).

2.3.8. Control de plagas y enfermedades

La quinua es un cultivo muy atractivo para insectos los cuales se presentan a lo largo del ciclo de cultivo, siendo los más dañinos el complejo noctuideo y Eurysacca. Por otro lado, también presenta enfermedades causadas mayormente por hongos como el mildiu. Dependiendo de la gravedad del daño se recomienda su control cultural, orgánico e inorgánico (Gómez y Aguilar, 2016).

2.3.9. Riegos

Mujica *et al.* (2001), señala que en el caso de utilizar riegos estos deben ser suministrados en forma periódica y deben ser ligeros, los sistemas de riego pueden ser tanto por gravedad como por aspersión o goteo; se recomienda efectuar riegos por gravedad en la sierra y valles interandinos, utilizando poco volumen de agua y con una frecuencia de

cada 10 días, considerando al riego como suplementario a las precipitaciones o como para adelantar las siembras, o recomienda utilizar riego por aspersión por las mañanas muy temprano o por las tardes, cerca la anochecer, para evitar la excesiva evapotranspiración y que el viento lleve las partículas de agua a otros campos y no se efectuó un riego eficiente.

En caso de riego por aspersión, la experiencia ha demostrado que una frecuencia de dos horas cada seis días es suficiente para el normal crecimiento y producción de la quinua, en condiciones de costa árida y seca del Perú. (Cárdenas, 199, citado por Mujica *et al.*, 2001).

Mercedes (2005), en La Molina, evaluó el efecto del estrés hídrico en la fisiología y rendimiento de cuatro variedades del cultivo de quinua: 03-21-072RM, 03-21-079BB, Huariponcho y 03-08-51, bajo riego por goteo, empleó 1 539.5 m³/ha de agua de riego por el método de estrés hídrico y 2 924.1 m³/ha con riego normal.

2.3.10. Cosecha

La cosecha se realiza después de que la planta alcance la madurez fisiológica (Jacobsen y Mujica, 2002).

2.4. FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE QUINUA

En el pasado, a menudo se indicaba que la quinua era un cultivo rustico que prosperaba muy bien en suelos pobres o marginales y que no requería fertilizantes. Los campesinos del altiplano, por lo tanto, no fertilizaban la quinua, sino que el cultivo dependía de los nutrientes remanentes del cultivo anterior, que principalmente fue la papa, logrando rendimientos entre 500 a 900 kg/ha. Mujica *et al.* (2001), señalan que las investigaciones realizadas muestran a la quinua como un cultivo exigente en nutrientes principalmente de nitrógeno, calcio, fosforo, potasio.

En las últimas décadas, en múltiples investigaciones efectuadas evaluando el efecto de los diferentes nutrientes en la producción de quinua, se concluyó que, con cantidades,

épocas y formas de aplicación adecuadas, la quinua, responde a la fertilización con abonos orgánicos y sintéticos, incrementando en forma significativa los rendimientos y la calidad de los granos hasta 4000 kg/ha.

A continuación, se presentan resultados obtenidos en múltiples investigaciones relacionadas con fertilización en diferentes ambientes, tecnologías y variedades.

2.4.1. Fertilización del Cultivo en Sierra

Rivero (1985), realizó en Jauja un experimento en el cual probó niveles de fertilización nitrogenada y distanciamiento de 0.70 m y 0.45 m en dos ecotipos de quinua Blanca de Junín y Yanamarca, el mayor rendimiento lo obtuvo con el ecotipo Yanamarca con 120 kg/ha de nitrógeno a 0.70 m entre surcos y 0.10 m entre plantas. También, indica que ambos ecotipos probados respondieron favorablemente al incremento de las dosis de nitrógeno y al aumento de la distancia entre surcos, no encontrándose respuesta significativa a la distancia entre plantas.

Leonardo (1985), realizó un estudio, en condiciones del Valle del Mantaro, con la variedad Blanca de Junín para determinar la densidad de siembra y el nivel de abonamiento, encontró que el mejor rendimiento se obtenía con una densidad de 12 kg/ha de semilla y 120-00-00 de NPK, y que el uso de fertilizantes también mejoraba las características de peso de 1000 granos, índice de cosecha, grosor del tallo y disminuía el porcentaje de plantas tumbadas.

Díaz (1992), en un ensayo en el cultivo de quinua, en Carhuaz en la localidad de Anta (valle), no encontró diferencias significativas entre los rendimientos por efecto de la tecnología empleada (tradicional y media), pero si entre variedades de quinua, correspondiéndole el promedio de 1 869 kg/ha a la variedad Amarilla de Ancash y 1 467 kg/ha a la variedad La Molina 89. En la localidad de Chajmapampa (ladera), encontró diferencias altamente significativas entre los rendimientos promedios de ambas tecnologías y entre variedades los rendimientos promedios fueron 1 272 kg/ha y 966.5 kg/ha para las variedades Amarilla de Ancash y La Molina 89, respectivamente.

Cosco (1994), señalo en un estudio realizado en Carhuaz con 25 selecciones de quinua que la aplicación de fertilización foliar juntamente con la primera aplicación fitosanitaria, del producto fue Nitrofoska foliar a razón de 2 kg/ha fue favorable para el crecimiento de las plantas.

Mujica *et al.* (2001), señalan que en general en la zona andina, cuando se siembra después de la papa, el contenido de materia orgánica y de nutrientes es favorable para el cultivo de la quinua, en algunos casos casi está completo sus requerimientos y solo necesita un abonamiento complementario, sin embargo cuando se siembra después de una gramínea (maíz o trigo en la costa), cebada o avena en la sierra, es necesario no solo utilizar materia orgánica en una proporción de tres toneladas por hectárea, sino fertilización equivalente en promedio a la fórmula: 80-40-00 y nada de potasio por la gran disponibilidad en los suelos de los Andes y en general de Sudamérica debido a que en el suelo existen arcillas que retienen en grandes cantidades al potasio.

2.4.2. Fertilización de la quinua en el Altiplano peruano –boliviano

Gandarillas y Tapia (1979) realizaron varios ensayos en el Altiplano de Bolivia, recomiendan la aplicación de 80 kg/ha de nitrógeno para condiciones de clima variable. En el mismo reporte se indica que la aplicación de urea eleva el tenor de proteína en la planta. La aplicación de nitrógeno debe ser hecha en el momento de la siembra debido al efecto inmediato en la germinación y desarrollo de la plántula y a la ausencia de otras especies que puedan competir con la quinua.

Cari (1987), en un estudio para determinar la absorción de nutrientes en tres variedades de quinua: Sajama, Blanca de Juli y Tahuaco, en la Estación Experimental Salcedo de Puno, encontró que los niveles de fertilidad del suelo influyen significativamente sobre la absorción de elementos minerales. Las adiciones de NPK utilizando fertilizantes nitrato de amonio, superfosfato triple de calcio y cloruro de potasio, produjeron mayor disponibilidad de nutrientes. En un ensayo sobre absorción de nutrientes en quinua, informa que las adiciones de NPK favorecen la absorción de macronutrientes como: N, P, K, Ca y Mg; así como de micronutrientes como: Fe, Mn, Zn, Cu y Na, la absorción se duplica hasta triplica por efecto de dicha fertilización, esto en comparación al testigo no fertilizado, así mismo la afinidad por elemento sodio también resulta incrementada, las

etapas de mayor absorción de nutrientes ocurren entre los 78 y 126 días a partir de la siembra en las tres variedades utilizadas.

Tapia (1997) señala que, con una precipitación mayor de 600 mm, la quinua responde en forma significativa a niveles de 80 a 120 kg/ha de nitrógeno, 60 a 80 kg/ha de fósforo y hasta 80 kg/ha de potasio en suelos deficientes en este elemento, que muy rara vez se presenta en los suelos de los Andes.

Investigaciones con quinua en Puno permitieron hallar que, para obtener rendimientos favorables en quinua, es necesario que la aplicación del nitrógeno sea fraccionada en tres épocas diferentes (1/3 en la siembra, 1/3 al inicio de panojamiento y 1/3 en la floración) (Apaza *et al.*, 2002). Mientras León (2003), menciona que se realiza la fertilización en dos partes: la primera parte en un 50 por ciento a la siembra y la segunda parte en un 50 por ciento antes del aporque siendo en Puno la formulación recomendable 80-40-00 de N-P₂O₅-K₂O.

Risco (2011), realizó un experimento en Vilcashuamán (Ayacucho), empleó la variedad Blanca de Junín, de las cinco propuestas de abonamiento planteadas, obtuvo el mayor rendimiento promedio de 4 437.5 kg/ha con la aplicación de 800 kg/ha de guano de isla y un distanciamiento entre surcos de 40 cm.

2.4.3. Fertilización del cultivo en costa

Timaná (1992), en un ensayo de fertilización nitrogenada y de aplicaciones foliares de cycocel en el cultivo de quinua variedad “La Molina 89”, realizado en La Molina, encontró que el mejor rendimiento fue de 2 978.9 kg/ha logrado con 80 kg/ha de nitrógeno. En cuanto a las aplicaciones de cycocel, la dosis de 1 L/ha fue la que produjo el más alto rendimiento con 2 890 kg/ha.

Apaza (1995), estudió el efecto de densidad y niveles de fertilización en el rendimiento de dos variedades de quinua, en condiciones de La Molina, encontró que la variedad “La Molina 89” respondió favorablemente al incremento en la dosis de fertilización, dando mayores rendimientos de grano a menores distanciamientos entre surcos. El mayor rendimiento de grano lo obtuvo a un nivel de fertilización de 120 kg de nitrógeno, 80 kg

de fosforo y un distanciamiento de 30 cm, entre surcos. Con respecto a las variedades Blanca de Junín y La Molina 89, señala que la respuesta al llenado de grano y su relación con la temperatura está condicionada por las características genéticas de la planta, como ambas variedades son genéticamente distintas sus respuestas a las distintas condiciones medioambientales son diferentes, es así que la variedad Blanca de Junín es propia de los valles interandinos y la variedad La Molina 89 es del altiplano donde las condiciones son más adversas, por lo cual las características de rusticidad adaptabilidad son mayores en ésta variedad.

Mujica *et al.* (1998), señalan que el cultivo de la quinua ha tomado auge en la costa del Perú, donde se siembra bajo condiciones de riego por aspersión y altos niveles de fertilización, pudiendo considerarse como manejo de alta tecnología, utilizada mayormente para la agroindustria y exportación. Se cuenta con variedades de alta producción, tecnología de cultivo aceptable y se ha avanzado considerablemente en la transformación y agroindustria de este grano principalmente desarrollado por la actividad privada, las cuales producen una gama de productos con adecuada presentación y características diferentes.

Mujica *et al.* (2001), recomienda en la costa, donde la cantidad de materia orgánica es extremadamente escasa y los suelos son arenosos y de baja fertilidad, una fórmula de fertilización de 240-200-80 y aplicación de estiércol, compost, humus o materia orgánica en las cantidades disponibles en el campo.

Tapia (2003), en un ensayo realizado en La Molina, utilizó las variedades La Molina 89 y Amarilla de Marangani empleó una fertilización única de 80-60-00 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O respectivamente y dos tipos de tecnología en el control de malezas y cosecha.

Barnett (2005), en la Molina, evaluó los efectos de la fertilización nitrogenada en el rendimiento de tres variedades de quinua: La Molina 89, Rosada de Huancayo y Blanca de Hualhuas bajo riego por goteo, empleando 5 232.8 m³/ha de agua de riego durante los meses de noviembre del 2002 a mayo del 2003.

Julon (2016), estudió ocho líneas mutantes y la variedad comercial de quinua Pasankalla, en dos sistemas de cultivo; un sistema ecológico (abono orgánico y biocidas) y un sistema convencional con fuentes sintéticas (fertilizantes y plaguicidas) en condiciones de la Costa Central en siembras de invierno-primavera y encontró que rendimientos en promedio de todos los genotipos estudiados iguales a 1 838.5 kg/ha en el sistema ecológico y 2 406.9 kg/ha en el sistema convencional, estos valores fueron diferentes estadísticamente y atribuye que el menor rendimiento del sistema ecológico se debió entre otros factores a una mayor incidencia de acame y de plagas insectiles.

2.4.4. Época y modalidad de aplicación

Las investigaciones realizadas hasta ahora coinciden en señalar, que la quinua responde muy bien a la fertilización nitrogenada, lográndose rendimientos más elevados con 120 kg/ha de nitrógeno, existiendo una clara disminución de estos con aplicaciones de 150 a 180 kg/ha de nitrógeno. Además, existe bastante coincidencia en la forma de aplicación, la mitad a la siembra y la otra mitad antes de la floración. En cuanto a la fertilización fosforada y potásica existen discrepancias, algunos autores restan importancia al fósforo existiendo recomendaciones de fertilización sin fósforo, sin embargo, se mencionan fórmulas generales entre 40 a 80 kg/ha de P_2O_5 , respecto al potasio, este se ha descartado de las recomendaciones de fertilización, debido a que no se ha encontrado respuesta al elemento (Alvarez y Von Rutte, 1990).

Apaza y Delgado (2005), señalan que una vez surcado el campo, antes de la siembra debe aplicarse la mezcla de fertilizantes, del cual el fertilizante nitrogenado debe aplicarse solo 1/3 del nivel recomendado, una vez distribuida la mezcla de fertilizante a chorro continuo, debe ser cubierto con una capa de tierra, esto se consigue pasando con ramas de arbusto al suelo, a fin de que el fertilizante no quemé a la semilla cuando germine. Los 2/3 restantes del fertilizante nitrogenado deben aplicarse al momento del aporque e inicio de floración. Aplicando los niveles 60-40 de P_2O_5 - K_2O y el fraccionamiento indicado, se han obtenido rendimientos de 2.7 t/ha de grano y 24 t/ha de broza como subproducto para la alimentación del ganado.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA EXPERIMENTAL

3.1.1. Ubicación

La fase de campo se llevó a cabo en el campo Guayabo II del campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina, ubicado en la calle Raúl Ferrero, distrito de La Molina, provincia de Lima y departamento de Lima, entre los meses de julio y noviembre del 2016. La fase de laboratorio se realizó en el Programa de Investigación y Proyección Social de Cereales y Granos nativos de la UNALM, con las siguientes coordenadas:

- Latitud : 12° 05' 06'' Sur.
- Longitud : 76° 57' 07'' Oeste.
- Altitud : 235 msnm.

3.1.2. Características del suelo

Cuadro 3: Análisis de caracterización de suelos del campo Guayabo II.

Característica	Unidad	Valor	Clasificación
pH(1:1)	-	8.21	Moderadamente alcalina
Arena	%	60.00	Franco arenosa
Limo	%	21.00	
Arcilla	%	19.00	
CE(es)	dS/m	1.40	No salina
Materia Orgánica	%	1.29	Baja
Fosforo disponible	Ppm	10.10	Media
Potasio disponible	Ppm	178.00	Media
Ca ⁺²	meq/100g	10.65	Alta
Mg ⁺²	meq/100g	1.33	Media
K ⁺	meq/100g	0.55	Media
Na ⁺	meq/100g	0.26	Baja
Al ⁺³ + H ⁺	meq/100g	0.00	-
CIC	meq/100g	12.80	Media
Ca/Mg	-	8.01	Balance
Ca/K	-	19.36	Balance
Mg/K	-	2.42	Balance

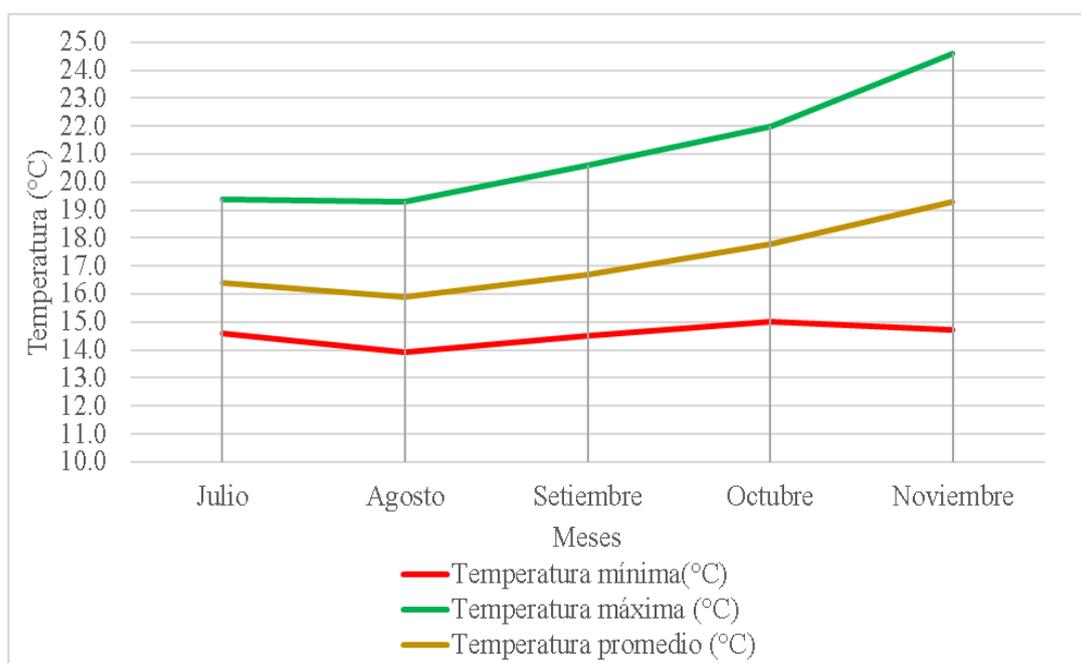
*Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Los suelos de La Molina se encuentran fisiográficamente situados en una terraza media de origen aluvial, se caracterizan por presentar buen drenaje permeabilidad moderada,

franco arenoso, con un pH moderadamente alcalino (8.21), conductividad ligeramente salina, con una CIC media (entre 10-15 meq/100g) que no presenta problemas de carbonato de calcio (CaCO_3) ni aluminio intercambiable, con bajo contenido de materia orgánica y por tanto de nitrógeno, contenido de fósforo y potasio medio. Las relaciones catiónicas Ca/Mg (8.01), Ca/K (19.36) y Mg/K (2.42) indican que el calcio y el potasio se encuentran en equilibrio en equilibrio respecto al magnesio, sin alterar la nutrición mineral.

3.1.3. Características climáticas de la zona

Gráfico 1: Fluctuación de la temperatura promedio mensual durante la campaña julio – noviembre 2016.



Fuente: SENAMHI - oficina de estadística.

El distrito de la Molina presenta condiciones típicas de la Costa Central peruana, cuyo clima subtropical húmedo, ausencia de precipitaciones y con altos niveles de humedad y nubosidad. El experimento se realizó entre los meses de julio y noviembre del 2016. En el

La temperatura promedio máxima fue registrada en el mes de noviembre del 2016, alcanzando 24.58 °C, mientras que la temperatura promedio mensual mínima se registró

durante el mes de agosto con 13.87 °C. El cultivo fue influenciado por oscilaciones temperatura, durante su crecimiento fenológico hasta el momento de su cosecha en donde se diferencia el aumento de la temperatura, donde puede beneficiar en la práctica de secado del grano.

3.2. MATERIALES

3.2.1. Material vegetal

- Variedades comerciales de quinua:
 - INIA - Salcedo. Es una variedad obtenida del cruce de las variedades Real Boliviana por Sajama, en 1995, y tiene como características: grano grande (2.0 mm de diámetro), peso de 1000 granos entre 3.10 a 3.70 g y dulce, periodo vegetativo de 150 días en el Altiplano y 120 días en la costa, altura de planta entre 150 a 170 cm, panoja de forma glomerulada compacta (INIA, 2013).

Tiene buen potencial de rendimiento, tolerante a mildiu (*Peronospora variabilis*), y un contenido de saponina de 0.014 %, (grano dulce). También tiene tolerancia a heladas y sequías, mayor contenido de proteínas (14.5 % - 16.3 %). Se adapta a condiciones del altiplano, valles interandinos y costa, donde en esta última puede alcanzar los 6 500 kg/ha de rendimiento.

- INIA 431 - Altiplano. indica que es una variedad de reciente liberación, en el año 2013, siendo obtenida en la estación experimental agraria Illpa de Puno, mediante la crucea recíproca de las variedades Illpa-INIA por Salcedo-INIA. Esta variedad es de un periodo vegetativo de 150 días en el Altiplano y de 120 días en la costa, pudiendo alcanzar un rendimiento promedio de grano de 3 000 kg/ha (INIA, 2013).

La planta puede alcanzar una altura de 150 cm, desarrollando una panoja de forma amarantiforme. El grano es de color blanco y posee un buen tamaño, además de poseer un contenido bajo de saponinas. La variedad presenta tolerancia al mildiu.

- Líneas avanzadas de quinua:
 - La Molina 89. Tiene una altura de 130 cm en promedio, caracterizada como precoz (130 días hasta la maduración total), no presenta ramificación, tiene una sola panoja por planta del tipo amarantiforme, compacta, de aproximadamente 36 cm longitud y 7-9 cm de diámetro. El grano es de color crema.
 - MQPas-50: Línea mutante obtenida mediante la irradiación con rayos gamma de la variedad Pasankalla. Es de un período vegetativo de 140 días. El grano tiene el pericarpio color plomo y el epispermo de color negro.

3.2.2. Material de campo

➤ Insumos agrícolas:

- *Fertilizantes de naturaleza orgánica:*
 - Kallpapacha (5 – 5 – 41). es un producto nutricional hormonal por su composición es 7 productos en 1. por sus componentes como: NPK, inductores hormonales, proteínas, aminoácidos, microelementos, materia orgánica líquida oxidada, microorganismos y ácidos carboxílicos, cumple la función de un biofertilizante y de una enmienda al ser aplicado al suelo. Puede ser aplicado al suelo por el sistema de riego, drench y al follaje.
 - Linfasoil (16 – 9 – 3). es un fertilizante, enmienda, con pre y probióticos, ideal para agricultura orgánica y convencional. Al contener una fuente completa en nutrientes solubles 16– 9 – 1 de NPK y otros compuestos reemplaza en gran parte los aportes a realizar de NPK y el 100 % de los microelementos, y quelata al fósforo y al potasio.
 - Soffisoil (1 – 21 – 0 – 4 – 19). Es una enmienda natural a base de silicio, magnesio, calcio y otros macro y micro elementos como S, K, P, Ca, Fe, Ti, Co, Cu. Es elaborado con carbonato de magnesio natural. Todos sus componentes se complementan y

sinergizan sus efectos en los suelos y las plantas. Ayuda a tolerar situaciones de estrés, por condiciones ambientales, por salinidad y por ataque de plagas.

- Koripacha. Es una enmienda inductora hormonal o núcleo nutricional húmico hormonal o-biótico sólido estabilizado (NNHOSE); de última generación, desarrollado bajo la tecnología actiplant.

- *Fertilizantes de naturaleza inorgánica:*

- Sulfato de potasio K_2SO_4 (0-0-50-18).
- Urea (46-0-0).
- Fosfato diamónico (18-46-0).
- Cloruro de potasio (0-0-60).

- *Pesticidas:*

- Control de enfermedades
 - Carbendazim (chupadera).
 - Fitoklin.
 - Infinito (mildiu).
 - Vertimec (minadores de hojas).
- Control de insectos:
 - Lannate (larvas en general).
 - Cipermax (adultos en general).
 - Vertimec (minadores de hoja)

- Equipos y herramientas de campo:

- Tractor con implementos agrícolas, cosechadora mecanizada, bombas de mochila, picos, palas, cegadoras y otros.

- Equipos de laboratorio:

- Balanza, balanza analítica, clasificador de granos, equipo “Infratec 1241” (determinador de proteína), contador de granos y otros.

➤ Otros materiales:

- Etiquetas, sacos, rafia, bolsas de papel kraft, registros de campo.

3.3. METODOLOGÍA

o Variedades:

Se estudiaron en forma comparativa cuatro genotipos. Dos variedades comerciales de quinua: INIA Salcedo y Altiplano y dos genotipos del programa de mejoramiento del programa de cereales y granos nativos: La Molina 89 y la línea mutante MQPas -50.

o Tratamientos con fertilizantes:

1. Control o testigo: sin fertilizantes, la evaluación de las variedades constituyó el primer experimento.
2. Fertilización orgánica: mezcla de linfasoil, kallpapacha, soffisoil, koripacha y sulfato de potasio.
3. Fertilización inorgánica: mezcla de urea, fosfato diamónico y cloruro de potasio.
4. Fertilización mixta: mezcla de kallpapacha, soffisoil, koripacha, urea, fosfato diamónico y cloruro de potasio.

Se evaluaron dos dosis en los tratamientos con fertilización: dosis uno (D1) y dosis dos (D2). Las dosis se seleccionaron en base a recomendaciones de los fabricantes de los productos orgánicos y en base a información recopilada en entrevista a agricultores. En los cuadros 4 y 5 se presentan las cantidades de producto aplicado en cada dosis y la cantidad de nutrientes aportados al cultivo.

Cuadro 4: Dosis de fertilización empleados expresados en kg/ha.

Fuente	Dosis	kg/ha							
		Linfasoil	Kallpapacha	Soffisoil	Koripacha	K ₂ SO ₄	Urea	FDA	KCl
Orgánica	1	750	200	200	0	125	0	0	0
	2	1500	180	150	0	250	0	0	0
Inorgánica	1	0	0	0	0	0	100	150	150
	2	0	0	0	0	0	170	393	343
Mixta	1	0	63	100	250	0	100	150	150
	2	0	90	150	450	0	170	393	343

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 5: Cantidad de nutrientes dosificados en los experimentos.

Experimento	Fuente de fertilización	Dosis	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	MgO (kg/ha)	S (kg/ha)
I	testigo	sin	0	0	0	0	0
II	orgánica	1	73	69	89	11	21
		2	150	180	200	22	42
III	inorgánica	1	73	69	89	0	0
		2	150	180	200	0	0
IV	mixto	1	73	69	89	5.5	11
		2	150	180	200	11	21

Fuente: elaboración propia.

3.3.1. Diseño de investigación

Se instalaron los cuatro experimentos descritos, en cada uno de los cuales se estudiaron cuatro variedades de quinua. Se describen en los cuadros 6 y 7.

Cuadro 6: Distribución de los tratamientos en los cuatro experimentos estudiados.

I Experimento (sin fertilización)

Variedades	I	II	III
Altiplano	103	203	304
INIA Salcedo	102	201	303
La Molina 89	104	204	302
MQPas-50	101	202	301

II Experimento (fertilización orgánica).

Variedades		I	II	III
Altiplano	dosis uno	103	202	303
	dosis dos	108	203	304
INIA Salcedo	dosis dos	105	206	302
	dosis uno	106	204	306
La Molina 89	dosis dos	107	205	301
	dosis uno	104	208	305
MQPas-50	dosis dos	101	201	308
	dosis uno	102	207	307

III Experimento (fertilización inorgánica)

Variedades		I	II	III
Altiplano	dosis dos	103	202	303
	dosis uno	108	203	304
INIA Salcedo	dosis uno	105	206	302
	dosis dos	106	204	306
La Molina 89	dosis uno	107	205	301
	dosis dos	104	208	305
MQPas-50	dosis dos	101	201	308
	dosis uno	102	207	307

IV Experimento (fertilización mixta).

Variedades		I	II	III
Altiplano	dosis uno	101	206	306
	dosis dos	105	205	301
INIA Salcedo	dosis dos	103	202	303
	dosis uno	102	208	305
La Molina 89	dosis dos	108	203	304
	dosis uno	107	204	308
MQPas-50	dosis dos	106	207	302
	dosis uno	104	201	307

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 7: Distribución en el campo.

Dosis uno = (D1). Dosis dos = (D2)

Testigo	I	101	102	103	104
	II	204	203	202	201
	III	301	302	303	304

Fertilización orgánica	I	101 D2	102 D1	103 D1	104 D1	105 D2	106DB	107 D2	108 D2
	II	208 D1	207 D1	206 D2	205 D2	204 D1	203 D2	202 D1	201 D2
	III	301 D2	302 D2	303 D1	304 D2	305 D1	306 D1	307 D1	308 D2

Fertilización inorgánica	I	101 D2	102 D1	103 D2	104 D2	105 D1	106 D2	107 D1	108 D1
	II	208 D2	207 D1	206 D1	205 D1	204 D2	203 D1	202 D2	201 D2
	III	301 D1	302 D1	303 D2	304 D1	305 D2	306 D2	307 D1	308 D2

Fertilización mixta	I	101 D1	102 D1	103 D2	104 D1	105 D2	106 D2	107 D1	108 D2
	II	208 D1	207 D2	206 D1	205 D2	204 D1	203 D2	202 D2	201 D1
	III	301 D2	302 D2	303 D2	304 D2	305 D1	306 D1	307 D1	308 D1

Fuente: elaboración propia.

Características del área experimental de los experimentos con fertilización:

- o Distancias entre surcos: 0.80 m.
- o Número de surcos: 10.
- o Longitud de surco: 4 m.
- o Área de parcela: 32 m².
- o Número de parcelas: 24.
- o Área total del experimento: 768 m².

Características del área experimental del experimento sin fertilización:

- o Distancias entre surcos: 0.80 m.
- o Número de surcos: 10.
- o Longitud de surco: 4 m.
- o Área de parcela: 32 m².
- o Número de parcelas: 12.
- o Área total del experimento: 384 m².
- o Área total de los cuatro experimentos: 2 688 m².

3.3.2. Manejo del cultivo

a) Preparación del terreno: Se llevó a cabo la preparación convencional del terreno, del 06 al 10 de julio del 2016.

b) Aplicación de los fertilizantes. Se aplicaron las mezclas de los fertilizantes en el fondo de surco, divididos en tres partes: al momento de la siembra, a la aparición de las 10 hojas y en el aporque.

En los experimentos de aplicación de kallpapacha, estos se realizaron bajo dos modalidades en drench y foliar; desde la aparición de las dos hojas cotiledonales hasta la etapa final de grano lechoso, completándose un total de 10 aplicaciones.

c) Siembra: La siembra de las 4 variedades, se llevó a cabo el 12 de julio del 2016 y se realizó de forma manual a chorro continuo. El distanciamiento entre surcos fue de 0.80 m. Al momento del tapado de las semillas se procuró que estas quedaran a no más de dos centímetros de profundidad.

d) Desahije: No se realizó el desahije. El número de plantas se redujo significativamente por fallas en la emergencia y daños causados por el complejo *Pythium sp* y *Rhizoctonia solani*.

e) Control de malezas: Las malezas en las primeras etapas de crecimiento de las plantas fueron controladas manualmente y luego físicamente con el uso de un tolvar de puntas, durante el proceso de apoque. El cual permitió remover el suelo enterrando las malezas entre los surcos e incorporando los fertilizantes.

f) Control sanitario: Se realizaron aplicaciones durante el cultivo, se empleó carbendazim para combatir la incidencia de hongos durante la emergencia y la aparición de dos hojas a una dosis de 250 cc/cilindro, Se emplearon fitoklin e infinito para el control de hongos y mildiu durante el estadio de cuatro hojas, ocho hojas y panojamiento a dosis de 500g/cilindro y 750 cc/cilindro respectivamente. Se emplearon Iannate a dosis de 300 g/cilindro y cipermax a dosis de 400 cc/cilindro para el control de hongos, larvas y adultos

de lepidopteros, respectivamente durante el estadio de seis hojas, panojamiento y grano lechoso.

g) Cosecha: primero se cortaron las plantas de los surcos centrales de las parcelas, al ras del suelo, luego se dejaron en el campo para que sequen completamente. Una vez secas, se llevó a cabo la trilla. Posteriormente, se procedió a limpiar los granos usando una venteadora para ser guardados dentro de bolsas de papel kraft, debidamente etiquetadas.

3.3.3. Evaluaciones

Fase de campo.

- Rendimiento (kg/ha).

Después de la trilla, secado, limpieza y venteo, se realizó la medición de la masa de los granos obtenidos de cada parcela. Se expresó en kg/ha.

- Altura de planta (cm.).

Se midió con una regla graduada desde la base de la planta hasta el punto apical de la panoja. Se tomaron al azar 10 plantas de los dos surcos centrales de cada parcela.

- Días a la maduración.

Número de días transcurridos desde la fecha de siembra hasta que el 50 % de plantas de cada parcela presentó el estado de grano pastoso rayable con la uña.

- Daño por mildiu.

Se realizó evaluaciones de mildiú, en función a su presencia durante el ciclo de vida. El valor se expresó en porcentaje del área infectada respecto al área total de la hoja.

Fase de laboratorio.

- Peso de 1000 granos (g).

De los granos trillados y limpiados de cada parcela se tomó al azar 1000 granos y se pesaron.

- Proteínas del grano.

Se realizaron con un analizador de alimentos INFRATEC 1255, un instrumento para la determinación simultánea y exacta de los componentes de los alimentos o productos de granos. La evaluación de proteínas para los granos de la línea mutante MQPas-50, por ser de color oscuro, se realizaron en forma química empleando los protocolos establecidos para este proceso en el laboratorio de calidad.

- Aspectos económicos.

Se evaluaron los costos de producción e índices de rentabilidad para cada experimento.

3.3.4. Diseño experimental

En el experimento I, sin fertilización o testigo, se empleó un diseño de bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones. En los tres experimentos con fertilización se empleó el diseño de bloques completamente al azar, con 8 tratamientos y tres repeticiones.

Modelo aditivo lineal para el análisis individual:

$$Y_i = u + T_i + E_i$$

Dónde:

$i = 1, 2, 3, \dots, t$ (variedades o genotipos).

Y_i = observación del i -ésimo tratamiento.

u = media general.

T_i = efecto del genotipo de la i -ésima variedad.

E_i = efecto aleatorio del error experimental asociado a Y_i .

Modelo aditivo lineal para el análisis combinado:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + (T_{ij}) + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

$i = 1, 2, 3 \dots t$ (tratamientos)

$j = 1, 2, 3 \dots r$ (experimentos)

Y_{ij} = observación del i -ésimo tratamiento en el j -ésimo experimento

μ = media general.

β_j = efecto del j -ésimo experimento.

(T_{ij}) = efecto del i -ésimo tratamiento en el j -ésimo experimento.

ε_{ij} = Efecto aleatorio del error.

3.3.5. Análisis estadístico

Una vez realizado el ANVA en cada uno de los cuatro experimentos. Se realizó la prueba comparativa de Duncan a un nivel de significación del cinco por ciento con los datos estadísticamente significativos procedentes del análisis de varianza. Posteriormente se aplicó la prueba de homogeneidad de variancias (Prueba de Levene), y de acuerdo con los resultados obtenidos se realizó el ANVA combinado y la prueba comparativa de Tukey a un nivel de significación del cinco por ciento.

Los datos fueron procesados con el R 3.4.3 y utilizando el paquete de datos "Agricolae".

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

Los resultados se presentan considerando los objetivos planteados en la presente investigación.

Objetivo 1.- Determinación del efecto de fuentes de nutrientes orgánicos y sintéticos sobre:

- 1.1. Caracteres agronómicos.
- 1.2. Respuesta a la enfermedad del mildiu.
- 1.3. Calidad de grano.

4.1.1. Caracteres agronómicos

4.1.1.1. Experimento sin fertilización (control)

Se presenta los resultados de ANVA (cuadro 8) para rendimiento de granos, altura de planta y días a la maduración. Se puede apreciar que a nivel de variedades existen diferencias altamente significativas para rendimiento, altura de planta y días a la maduración. Los coeficientes de variación para rendimiento de granos, altura de planta y días a la maduración fueron 7.19, 2.75 y 1.85 por ciento; respectivamente. Los promedios globales a nivel del experimento fueron para rendimiento, altura de planta y maduración de 4745 kg, 105 cm y 100 días.

Rendimiento

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 9), indica que las variedades Altiplano y MQPas-50 alcanzaron medias de rendimiento de 5580 y 5002 kg, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la variedad Altiplano mostró diferencias significativas con respecto a las variedades La Molina 89 e INIA Salcedo y fue mayor en un 16 y 43 por ciento respectivamente, mientras que la línea mutante MQPas-50 mostró diferencias significativas con respecto a la variedad INIA Salcedo y fue mayor en un 33 por ciento. Por otro lado, la variedad La Molina 89 alcanzó una media de rendimiento de 4630 kg, mostrando diferencias significativas con respecto

a la variedad INIA Salcedo que alcanzó una media de 3768 kg y fue mayor en un 23 por ciento.

Altura de planta

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 9), indica que la variedad INIA Salcedo alcanzó una media de altura de planta de 118 cm, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades Altiplano, MQPas-50 y La Molina 89 y fue mayor en un 9, 10 y 36 por ciento respectivamente. Así mismo, las variedades Altiplano y MQPas-50 alcanzaron medias de altura de planta de 108 y 107 cm, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Por otro lado, las variedades Altiplano y MQPas-50 mostraron diferencias significativas con respecto a la variedad La Molina 89 que alcanzó una media de 87 cm y fueron mayores en un 16 y 43 por ciento respectivamente.

Días a la maduración

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 9), indica que la línea mutante MQPas-50 alcanzó una media de días a la maduración de 96 días, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades INIA Salcedo, La Molina 89 y Altiplano y fue menor en un 5, 5 y 6 por ciento respectivamente. Así mismo, las variedades INIA Salcedo, La Molina 89 y Altiplano alcanzaron medias de días a la maduración de 101, 101 y 102 días, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

Cuadro 8: Cuadrados medios del ANVA de rendimiento, altura de planta y días a la maduración de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) sin fertilización en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Rendimiento (kg/ha)	Altura de planta (cm)	Días a la maduración
Variedades	3	5190617 **	1583.33 **	56.667 *
Error	8	931085	66.67	27.333
Total	11			
Homogeneidad de varianzas (Prueba de Levene)		> 0.05	> 0.05	> 0.05
Coeficiente de variación (%)		7.19	2.75	1.85

Cuadro 9: Valores medios y prueba de Duncan del rendimiento (kg/ha), altura de planta (cm), días a la maduración de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) sin fertilización en condiciones de La Molina. 2016 B.

Variedades	Rendimiento (kg/ha)	Altura de planta (cm)	Días a la maduración
INIA Salcedo	3768 c	118 a	101 b
Altiplano	5580 a	108 b	102 b
La Molina 89	4630 b	87 c	101 b
MQPas-50	5002 ab	107 b	96 a

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

4.1.1.2. Experimento con fertilización con fuentes orgánicas

Se presenta los resultados de ANVA (cuadro 10) para rendimiento de granos, altura de planta y días a la maduración. Se puede apreciar que, a nivel de variedades, dosis y la interacción entre las variedades y las dosis existen diferencias altamente significativas para rendimiento, altura de planta y días a la maduración. Los coeficientes de variación para rendimiento de granos, altura de planta y días a la maduración fueron 5.75%, 1.63% y 0.98%; respectivamente. El promedio del experimento para rendimiento de granos, altura de planta y días a la maduración fueron 4799 kg/ha, 109 cm y 98días; respectivamente.

Rendimiento

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) a nivel de las variedades (cuadro 11), indica que las variedades La Molina 89 y Altiplano alcanzaron medias de rendimiento de 5826 y 5735 kg respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la variedad La Molina 89 mostró diferencias significativas con respecto a las variedades MQPas-50 e INIA Salcedo y fue mayor en un 43 y 51 por ciento respectivamente, mientras que la variedad Altiplano mostró diferencias significativas con las variedades MQPas-50 e INIA Salcedo y fue mayor en un 41 y 48 por ciento respectivamente. Por otro lado, las variedades MQPas-50 e INIA Salcedo alcanzaron medias de rendimiento de 4078 y 3879 kg respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) a nivel de dosis de fertilización orgánica (cuadro 12), indica que la dosis dos alcanzó una media de rendimiento de 5380 kg, mostrando diferencias significativas con respecto a la dosis uno que alcanzó una media de rendimiento de 4389 kg y fue mayor en un 23 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) a nivel de todos los tratamientos con dosis uno (cuadro 13) que la variedad La Molina 89 alcanzó una media de rendimiento de 6265 kg, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades INIA Salcedo, Altiplano y MQPas-50 y fue mayor en un 39, 58 y 123 por ciento respectivamente. Así mismo, la variedad INIA Salcedo alcanzó una media de rendimiento de 4520 kg, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades Altiplano y MQPas-50 y fue mayor en un 14 y 60 por ciento respectivamente. Por otra parte, la variedad La Molina 89 alcanzó una media de rendimiento de 3954 kg, mostrando diferencias significativas con respecto a la línea mutante MQPas-50 que alcanzó una media de 2818 kg y fue mayor en un 40 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) a nivel de los tratamientos con dosis dos (cuadro 13), muestra que la variedad Altiplano alcanzó una media de rendimiento de 7740 kg, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades MQPas-50, La Molina 89 e INIA Salcedo y fue mayor en un 45, 48 y 139 por ciento respectivamente. Así mismo, las variedades MQPas-50 y La Molina 89 alcanzaron medias de rendimiento de 5337 y 5205 kg respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí, aunque sí con respecto a la variedad INIA Salcedo que alcanzó una media de 3237 kg, y fueron mayores en un 65 y 61 por ciento respectivamente.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos en general (cuadro 13), indica que las medias de rendimiento de la fertilización orgánica dosis dos en las variedades Altiplano y MQPas-50 mostraron diferencias significativas con las medias alcanzadas en sus respectivas dosis uno y fueron mayores en un 96 y 89 por ciento respectivamente. Por otro lado, las medias de rendimiento de la fertilización orgánica dosis uno en las variedades La Molina 89 e INIA Salcedo mostraron diferencias significativas con las medias alcanzadas en sus respectivas dosis dos y fueron mayores en un 20 y 40 por ciento respectivamente.

Altura de planta

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) a nivel de variedades (cuadro 11), indica que las variedades INIA Salcedo y MQPas-50 alcanzaron medias de altura de planta de 114 y 113 cm respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la variedad INIA Salcedo mostró diferencias significativas con respecto a las variedades La Molina 89 y Altiplano y fue mayor en un 5 y 8 por ciento respectivamente, mientras que la línea mutante MQPas-50 mostró diferencias significativas con respecto a las variedades La Molina 89 y Altiplano y fue mayor en un 4 y 6 por ciento. Por otro lado, la variedad La Molina 89 alcanzó una media de altura de planta de 109 cm, mostrando diferencias significativas con respecto a la variedad Altiplano que alcanzó una media de altura de planta de 97 cm y fue mayor en un 12 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) a nivel de las dosis de fertilización orgánica (cuadro 12), indica que la dosis dos alcanzó una media de altura de planta de 114 cm, mostrando diferencias significativas con respecto a la dosis uno que alcanzó una media de altura de planta de 102 cm y fue mayor en un 12 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) a nivel de todos los tratamientos con dosis uno (cuadro 13), mostró que las variedades INIA Salcedo y La Molina 89 alcanzaron medias de altura de planta de 110 y 108 cm respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la variedad INIA Salcedo mostró diferencias significativas con respecto a las variedades MQPas-50 y Altiplano y fue mayor en un 10 y 22 por ciento respectivamente, mientras que la variedad La Molina 89 mostró diferencias significativas con respecto a las variedades MQPas-50 y Altiplano y fue mayor en un 8 y 20 por ciento respectivamente. Por otro lado, la línea mutante MQPas-50 alcanzó una media de altura de planta de 100 cm, mostrando diferencias significativas con respecto a la variedad Altiplano que alcanzó una media de 90 cm y fue mayor en un 11 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos de dosis dos (cuadro 13), indica que la línea mutante MQPas-50 alcanzó una media de altura de planta de 125 cm, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades INIA

Salcedo, La Molina 89 y Altiplano y fue mayor en un 5, 14 y 21 por ciento respectivamente. Así mismo, la variedad INIA Salcedo alcanzó una media de altura de planta de 118 cm, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades La Molina 89 y Altiplano y fue mayor en un 7 y 15 por ciento respectivamente. Por otro lado, la variedad La Molina 89 alcanzó una media de altura de planta de 110 cm, mostrando diferencias significativas con respecto a la variedad Altiplano que alcanzó una media de 103 cm y fue mayor en un siete por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos en general (cuadro 13), indica que las medias de altura de planta de la fertilización orgánica dosis dos en las variedades MQPas-50, Altiplano e INIA Salcedo mostraron diferencias significativas con las medias alcanzadas en sus respectivas dosis uno y fueron mayores en un 25, 14 y 7 por ciento respectivamente. Por otro lado, las medias de altura de planta de las fertilizaciones orgánicas dosis uno en la variedad La Molina 89 no mostraron diferencias significativas con su respectiva dosis dos.

Días a la maduración

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 11), indica que las variedades INIA Salcedo y MQPas-50 alcanzaron, en ambos casos, medias de días a la maduración de 95 días, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, ambas variedades mostraron diferencias significativas con respecto a las variedades Altiplano y La Molina 89 y fueron menores en un 3 y 8 por ciento respectivamente. Por otro lado, la variedad Altiplano alcanzó medias de días a la maduración de 98 días, mostrando diferencias significativas con respecto a la variedad La Molina 89 que alcanzó una media de días a la maduración de 103 días y fue menor en un cinco por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las dosis de fertilización orgánica (cuadro 12), indica que la dosis uno alcanzó una media de días a la maduración de 97 días, mostrando diferencias significativas con respecto a la dosis dos que alcanzó una media de días a la maduración de 98 días y fue menor en uno por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos (cuadro 13), para la dosis uno, indica que las variedades MQPas-50, Altiplano e INIA Salcedo alcanzaron medias de días a la maduración de 94, 95 y 96 días respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, las medias de días a la maduración en las variedades MQPas-50, Altiplano e INIA Salcedo mostraron diferencias significativas con respecto a la variedad La Molina 89 que alcanzó una media de 102 días y fueron menores en un 9, 7 y 6 por ciento respectivamente.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos (cuadro 13), para la dosis dos, indica que las variedades INIA Salcedo y MQPas-50 alcanzaron medias de días a la maduración de 95 y 96 días respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la variedad INIA Salcedo mostró diferencias significativas con respecto a las variedades Altiplano y La Molina 89 y fue menor en un 6 y 8 por ciento respectivamente, mientras que la línea mutante MQPas-50 mostró diferencias significativas con respecto a las variedades Altiplano y La Molina 89 y fue menor en un 5 y 7 por ciento respectivamente. Por otro lado, la variedad Altiplano alcanzó una media de días a la maduración de 101 días, mostrando diferencias significativas con respecto a la variedad La Molina 89 que alcanzó 103 días y fue menor en un dos por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos (cuadro 13), indica que la media de días a la maduración de la fertilización orgánica dosis uno en la variedad Altiplano mostró diferencias significativas con la media alcanzada en su respectiva dosis dos y fue menor en un seis por ciento. Por otro lado, las medias de días a la maduración de las fertilizaciones orgánica dosis uno en las variedades INIA Salcedo, MQPas-50 y La Molina 89 no mostraron diferencias significativas con sus respectivas dosis dos.

Cuadro 10: Cuadrados medios del ANVA de rendimiento, altura de planta y días a la maduración de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) con dos dosis de fertilización con fuentes orgánicas en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Rendimiento	Altura de planta	Días a la maduración
Variedades	3	2084480 ***	1128.13 ***	226.458 ***
Dosis	1	6535633 ***	876.04 ***	15.042 ***
Interacción entre las variedades y dosis	3	28205686 ***	436.46 ***	33.458 ***
Error	16	127699	50	14.667
Total	23			
Homogeneidad de varianzas (prueba de Levene)		> 0.05	> 0.05	> 0.05
Coeficiente de variación (%)		5.75	1.63	0.98

Cuadro 11: Valores medios y prueba de Duncan del rendimiento (kg/ha), altura de planta (cm), días a la maduración de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en promedio general de fertilización con fuentes orgánicas en condiciones de La Molina campaña 2016 B.

Variedades	Rendimiento (kg/ha)	Altura de planta (cm)	Días a la maduración
INIA Salcedo	3879 b	114 a	95 a
Altiplano	5735 a	97 c	98 b
La Molina 89	5826 a	109 b	103 c
MQPas-50	4078 b	113 a	95 a

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

Cuadro 12: Valores medios y prueba de Duncan del rendimiento (kg/ha), altura de planta (cm), días a la maduración de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en promedio general de dos dosis de fertilización con fuentes orgánicas en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Fertilización	Rendimiento (kg/ha)	Altura de planta (cm)	Días a la maduración
Dosis uno	4389 b	102 b	97 a
Dosis dos	5380 a	114 a	98 b

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

Cuadro 13: Valores medios y prueba de Duncan del rendimiento (kg/ha), altura de planta (cm), días a la maduración de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) de la interacción entre las variedades y las dosis de fertilización con fuentes orgánicas en condiciones

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Altura de planta (cm)	Días a la maduración
INIA Salcedo FO-D1	4520 d	110 c	96 a
INIA Salcedo FO-D2	3237 f	118 b	95 a
Altiplano FO-D1	3954 e	90 e	95 a
Altiplano FO-D2	7740 a	103 d	101 b
La Molina 89 FO-D1	6265 b	108 c	102 bc
La Molina 89 FO-D2	5205 c	110 c	103 c
MQPas-50 FO-D1	2818 f	100 d	94 a
MQPas-50 FO-D2	5337 c	125 a	96 a

FO-D2 (fuente orgánica dosis dos), FO-D1 (fuente orgánica dosis uno).

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

4.1.1.3. Experimento con fertilización con fuentes inorgánicas

Se presenta los resultados de ANVA (cuadro 14) para rendimiento de granos, altura de planta y días a la maduración. Se puede apreciar que a nivel de variedades y la interacción entre las variedades y las dosis existen diferencias altamente significativas para rendimiento y días a la maduración. Los coeficientes de variación para rendimiento de granos, altura de planta y días a la maduración fueron 11.02, 2.07 y 1.38 por ciento; respectivamente. El promedio del experimento para rendimiento de granos, altura de planta y días a la maduración fueron 4375 kg/ha, 99 cm y 99 días; respectivamente.

Rendimiento

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 15), indica que las variedades La Molina 89, MQPas-50 e INIA Salcedo alcanzaron medias de rendimiento de 4858, 4841 y 4538 kg respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la variedad La Molina 89, MQPas-50 e INIA Salcedo mostraron diferencias significativas con respecto a la variedad Altiplano que alcanzó una media de rendimiento de 3314 kg y fueron mayores en un 47, 46 y 37 por ciento respectivamente.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las dos dosis de fertilización inorgánica (cuadro 16), indica que la dosis dos alcanzó una media de rendimiento de 4495 kg, sin mostrar diferencias significativas con respecto a la dosis uno que alcanzó una media de rendimiento de 4281 kg.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos con dosis uno (cuadro 17), indica que la variedad La Molina 89 alcanzó una media de rendimiento de 6943 kg, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades MQPas-50, INIA Salcedo y Altiplano y fue mayor en un 55, 64 y 373 por ciento respectivamente. Así mismo, las variedades MQPas-50 e INIA Salcedo alcanzaron medias de rendimiento de 4485 y 4227 kg, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así también, las variedades MQPas-50 e INIA Salcedo mostraron diferencias significativas con respecto a la variedad Altiplano que alcanzó una media de rendimiento de 1467 kg y fueron mayores en un 206 y 288 por ciento respectivamente.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos con dosis dos (cuadro 17), indica que las variedades MQPas-50, Altiplano e INIA Salcedo alcanzaron medias de rendimiento de 5197, 5160 y 4850 kg respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, las variedades MQPas-50, Altiplano e INIA Salcedo mostraron diferencias significativas con respecto a la variedad La Molina 89 que alcanzó una media de rendimiento de 2772 kg y fueron mayores en un 87, 86 y 75 por ciento respectivamente.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos n general (cuadro 17), indica que las medias de rendimiento de la fertilización inorgánica dosis dos en la variedad Altiplano mostró diferencias significativas con la media alcanzada en su respectiva dosis uno y fue mayor en un 252 por ciento. Así mismo, la media de rendimiento de la fertilización inorgánica dosis uno en la variedad La Molina 89 mostró diferencias significativas con la media alcanzada en su respectiva dosis dos y fue mayor en un 150 por ciento. Por otro lado, las medias de rendimiento de las fertilizaciones inorgánicas dosis uno en las variedades INIA Salcedo y MQPas-50 no mostraron diferencias significativas con sus respectivas dosis dos.

Altura de planta

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 15), indica que la variedad INIA Salcedo alcanzó una media de altura de planta de 114 cm, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades MQPas-50, La Molina 89 y Altiplano y fue mayor en un 15, 18 y 36 por ciento respectivamente. Así mismo, la línea mutante MQPas-50 alcanzó una media de altura de planta de 99 cm, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades La Molina 89 y Altiplano y fue mayor en un 2 y 18 por ciento respectivamente. Así también, la variedad La Molina 89 alcanzó una media de altura de planta de 97 cm, mostrando diferencias significativas con respecto a la variedad Altiplano que alcanzó una media de altura de planta de 84 cm y fue mayor en un 15 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las dos dosis de fertilización inorgánica (cuadro 16), indica que la dosis dos alcanzó una media de altura de planta de 98 cm, sin mostrar diferencias significativas con respecto a la dosis uno que alcanzó una media de altura de planta de 99 cm.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos con dosis uno (cuadro 17), indica que las variedades MQPas-50 e INIA Salcedo alcanzaron medias de altura de planta de 108 y 105 cm respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la línea mutante MQPas-50 mostró diferencias significativas con respecto a las variedades La Molina 89 y Altiplano y fue mayor en un 5 y 35 por ciento respectivamente, mientras que la variedad INIA Salcedo mostró diferencias significativas con respecto a la variedad Altiplano y fue mayor en un 31 por ciento. Así también, la variedad La Molina 89 alcanzó una media de altura de planta de 103 cm, mostrando diferencias significativas con respecto a la variedad Altiplano que alcanzó una media de 80 cm y fue mayor en un 29 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos con dosis dos (cuadro 17), indica que la variedad INIA Salcedo alcanzó una media de altura de planta de 123 cm, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades MQPas-50, La Molina 89 y Altiplano y fue mayor en un 37, 37 y 40 por ciento respectivamente. Así mismo, las variedades MQPas-50, La Molina 89 y Altiplano

alcanzaron medias de altura de planta de 90, 90 y 80 cm respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos en general (cuadro 17), indica que las medias de altura de planta de la fertilización inorgánica dosis dos en las variedades INIA Salcedo y Altiplano mostraron diferencias significativas con las medias alcanzadas en sus respectivas dosis uno y fueron mayores en un 17 y 10 por ciento respectivamente. Por otro lado, las medias de altura de planta de las fertilizaciones inorgánicas dosis uno en las variedades MQPas-50 y La Molina 89 mostraron diferencias significativas con su respectiva dosis dos y fueron mayores en un 20 y 14 por ciento respectivamente.

Días a la maduración

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 15), indica que las variedades INIA Salcedo y MQPas-50 alcanzaron, en ambos casos, medias de días a la maduración de 96 días, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, ambas variedades mostraron diferencias significativas con respecto a las variedades La Molina 89 y Altiplano y fueron menores en un 6 y 7 por ciento respectivamente. Así también, la variedad La Molina 89 alcanzó una media de días a la maduración de 102 días, sin mostrar diferencias significativas con respecto a la variedad Altiplano que alcanzó una media de días a la maduración de 103 días.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las dos dosis de fertilización inorgánica (cuadro 16), indica que la dosis uno y la dosis dos alcanzaron, en ambos casos, a la maduración media fue de 99 días, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos con dosis uno (cuadro 17), indica que las variedades INIA Salcedo y MQPas-50 alcanzaron medias de días a la maduración de 95 y 96 días respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la media de días a la maduración en la variedad INIA Salcedo mostró diferencias significativas con respecto a la variedad Altiplano y La Molina 89 y fue menor en un 7 y 8 por ciento respectivamente, mientras que la línea

mutante MQPas-50 mostró diferencias significativas con respecto a la variedad Altiplano y La Molina 89 y fue menor en un 6 y 7 por ciento respectivamente. Así también, las variedades Altiplano y La Molina 89 alcanzaron medias de días a la maduración de 102 y 103 días respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos con dosis dos (cuadro 17), indica que las variedades INIA Salcedo y MQPas-50 alcanzaron la misma media de días a la maduración de 96 días, no mostrando diferencias significativas entre sí. Así mismo, las medias de días a la maduración en las variedades INIA Salcedo y MQPas-50 mostraron diferencias significativas con respecto a la variedad La Molina 89 y Altiplano y fueron menores en un 5 y 8 por ciento en ambos casos. Así también, las variedades La Molina 89 y Altiplano alcanzaron medias de días a la maduración de 101 y 104 días respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos en general (cuadro 17), indica que las medias de días a la maduración de la fertilización inorgánica dosis uno en las variedades no mostró diferencias significativas con las medias alcanzada en sus respectivas dosis dos.

Cuadro 14: Cuadrados medios del ANVA de rendimiento, altura de planta y días a la maduración de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) con dos dosis de fertilización con fuentes inorgánicas en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Rendimiento	Altura de planta	Días a la maduración
Variedades	3	9615827 ***	2728.13 ***	274.458 ***
Dosis	1	274990	9.37	0.375 ***
Interacción entre las variedades y las dosis	3	47629108 **	1369.79 ***	10.125 ***
Error	16	3144967	66.67	30.00
Total	23			
Homogeneidad de varianzas (prueba de Levene)		> 0.05	> 0.05	> 0.05
Coeficiente de variación (%)		5.75	11.02	2.07

Cuadro 15: Valores medios y prueba de Duncan del rendimiento (kg/ha), altura de planta (cm), días a la maduración de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium*

quinoa Willd) en promedio general de fertilización con fuentes inorgánicas en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Variedades	Rendimiento (kg/ha)	Altura de planta (cm)	Días a la maduración
INIA Salcedo	4538 b	114 a	96 a
Altiplano	3314 a	97 c	103 b
La Molina 89	4858 a	109 b	102 b
MQPas-50	4841 b	113 a	96 a

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

Cuadro 16: Valores medios y prueba de Duncan del rendimiento (kg/ha), altura de planta (cm), días a la maduración de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en promedio general de dos dosis de fertilización con fuentes inorgánicas en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Fertilización	Rendimiento (kg/ha)	Altura de planta (cm)	Días a la maduración
Dosis uno	4281 a	99 a	99 a
Dosis dos	4495 a	98 a	99 a

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

Cuadro 17: Valores medios y prueba de Duncan del rendimiento (kg/ha), altura de planta (cm), días a la maduración de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) de la interacción entre las variedades y las dosis de fertilización con fuentes inorgánicas en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Altura de planta (cm)	Días a la maduración
INIA Salcedo FO-D1	4227 c	105 bc	95 a
INIA Salcedo FO-D2	4850 bc	123 a	96 a
Altiplano FO-D1	1467 e	80 e	102 b
Altiplano FO-D2	5160 b	88 d	104 b
La Molina 89 FO-D1	6943 a	103 c	103 b
La Molina 89 FO-D2	2772 d	90 d	101 b
MQPas-50 FO-D1	4485 bc	108 b	96 a
MQPas-50 FO-D2	5197 b	90 d	96 a

FI-D2 (fuente orgánica dosis dos), FI-D1 (fuente orgánica dosis uno).

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

4.1.1.4. Experimento con fertilización con fuentes mixtas

Se presenta los resultados de ANVA (cuadro 18) para rendimiento de granos, altura de planta y días a la maduración. Se puede apreciar que, a nivel de variedades, dosis y la interacción entre las variedades y las dosis existen diferencias altamente significativas para rendimiento y días a la maduración. Los coeficientes de variación para rendimiento de granos, altura de planta y días a la maduración fueron 7.73%, 2.14% y 2.4%; respectivamente. El promedio del experimento para rendimiento de granos, altura de planta y días a la maduración fueron: 5252 kg/ha, 109 cm y 99 días; respectivamente.

Rendimiento

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 19), indica que las variedades La Molina 89 y MQPas-50 alcanzaron medias de rendimiento de 6257 y 6099 kg respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la variedad La Molina 89 mostró diferencias significativas con respecto a la variedad Altiplano e INIA Salcedo y fue mayor en un 27 y 69 por ciento respectivamente, mientras que la línea mutante MQPas-50 mostró diferencias significativas con respecto a la variedad Altiplano e INIA Salcedo y fue mayor en un 23 y 64 por ciento respectivamente. Así también, la variedad La Molina 89 alcanzó una media de rendimiento de 4943 kg, mostrando diferencias significativas con la variedad INIA Salcedo que alcanzó una media de rendimiento de 3711 kg y fue mayor en un 33 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las dos dosis de fertilización mixta (cuadro 20), indica que la dosis dos alcanzó una media de rendimiento de 6014 kg, mostrando diferencias significativas con respecto a la dosis uno que alcanzó una media de rendimiento de 4490 kg y fue mayor en un 34 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos con dosis uno (cuadro 21), indica que la línea mutante MQPas-50 alcanzó una media de rendimiento de 5935 kg, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades La Molina 89, INIA Salcedo y Altiplano y fue mayor en un 15, 73 y 74 por ciento respectivamente. Así mismo, la variedad La Molina 89 alcanzó una media de rendimiento de 5182 kg, mostrando diferencias significativas con respecto a las

variedades INIA Salcedo y Altiplano y fue mayor en un 51 y 52 por ciento respectivamente. Así también, las variedades INIA Salcedo y Altiplano alcanzaron medias de rendimiento de 3440 y 3405 kg respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos con dosis dos (cuadro 21), indica que las variedades La Molina 89, MQPas-50 y Altiplano alcanzaron medias de rendimiento de 7017, 6578 y 6480 kg respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, las variedades La Molina 89, MQPas-50 y Altiplano mostraron diferencias significativas con respecto a la variedad INIA Salcedo que alcanzó una media de rendimiento de 3982 kg y fueron mayores en un 76, 65 y 63 por ciento respectivamente.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos en general (cuadro 21), indica que las medias de rendimiento de la fertilización mixta dosis dos en las variedades La Molina 89 y Altiplano mostraron diferencias significativas con las medias alcanzadas en sus respectivas dosis uno y fueron mayores en un 35 y 90 por ciento respectivamente. Por otro lado, las medias de rendimiento de las fertilizaciones mixtas dosis uno en las variedades INIA Salcedo y MQPas-50 no mostraron diferencias significativas con sus respectivas dosis dos.

Altura de planta

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 19), indica que las variedades INIA Salcedo y La Molina 89 alcanzaron medias de altura de planta de 113 y 112 cm, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la variedad INIA Salcedo mostró diferencias significativas con respecto a las variedades MQPas-50 y Altiplano y fue mayor en un 7 y 18 por ciento respectivamente, mientras que la variedad La Molina 89 mostró diferencias significativas con respecto a las variedades MQPas-50 y Altiplano y fue mayor en un 6 y 7 por ciento respectivamente. Así mismo, la línea mutante MQPas-50 alcanzó una media de altura de planta de 106 cm, mostrando diferencias significativas con respecto a la variedad Altiplano que alcanzó una media de altura de planta de 96 cm y fue mayor en un 10 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las dos dosis de fertilización mixta (cuadro 20), indica que la dosis dos alcanzó una media de altura de planta de 106 cm, sin mostrar diferencias significativas con respecto a la dosis uno que alcanzó una media de altura de planta de 107 cm.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos con dosis uno (cuadro 21), indica que las variedades INIA Salcedo y MQPas-50 alcanzaron medias de altura de planta de 118 y 115 cm respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la variedad INIA Salcedo mostró diferencias significativas con respecto a las variedades La Molina 89 y Altiplano y fue mayor en un 4 y 44 por ciento respectivamente, mientras que la línea mutante MQPas-50 mostró diferencias significativas con respecto a la variedad Altiplano y fue mayor en un 31 por ciento. Así también, la variedad La Molina 89 alcanzó una media de altura de planta de 103 cm, mostrando diferencias significativas con respecto a la variedad Altiplano que alcanzó una media de 82 cm y fue mayor en un 40 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos con dosis dos (cuadro 21), indica que la variedad Altiplano, La Molina 89 e INIA Salcedo alcanzaron medias de altura de planta de 110, 110 y 107 cm, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, las variedades Altiplano, La Molina 89 e INIA Salcedo, mostraron diferencias significativas con respecto a la línea mutante MQPas-50 que alcanzó una media de altura de planta de 97 cm y fueron mayores en un 13, 13 y 10 por ciento respectivamente.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos en general (cuadro 21), indica que las medias de altura de planta de la fertilización mixta dosis dos en las variedades Altiplano mostró diferencias significativas con la media alcanzada en su respectiva dosis uno y fue mayor en un 34 por ciento. Así también, las medias de altura de planta de las fertilizaciones mixtas dosis uno en las variedades INIA Salcedo y MQPas-50 mostraron diferencias significativas con su respectiva dosis dos y fueron mayores en un 10 y 19 por ciento respectivamente. Por otro lado, la media de altura de planta de la fertilización mixta dosis uno en la variedad La Molina 89 no mostró diferencias significativas con la media alcanzada en su respectiva dosis dos.

Días a la maduración

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 19), indica que las variedades MQPas-50 e INIA Salcedo alcanzaron medias de días a la maduración de 96 y 98 días respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la línea mutante MQPas-50 mostró diferencias significativas con respecto a las variedades La Molina 89 y Altiplano y fue menor, en ambos casos, en un seis por ciento respectivamente, mientras que la línea mutante MQPas-50 mostró diferencias significativas con respecto a las variedades La Molina 89 y Altiplano y fue menor, en ambos casos, en un cuatro por ciento respectivamente. Así también, la variedad La Molina 89 alcanzó una media de días a la maduración de 102 días, sin mostrar diferencias significativas con respecto a la variedad Altiplano que también alcanzó una media de días a la maduración de 102 días.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las dos dosis de fertilización mixta (cuadro 20), indica que la dosis uno alcanzó una media de días a la maduración de 100 días, sin mostrar diferencias significativas con respecto a la dosis dos que alcanzó una media de días a la maduración de 99 días, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos con dosis uno (cuadro 21), indica que la línea mutante MQPas-50 alcanzó una media de días a la maduración de 95 días, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades Altiplano, INIA Salcedo y La Molina 89 y fue mayor en un 7, 8 y 8 por ciento respectivamente. Así mismo, las variedades Altiplano, INIA Salcedo y La Molina 89 alcanzaron medias de días a la maduración de 102, 103 y 103 días respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos con dosis dos (cuadro 21), indica que las variedades INIA Salcedo y MQPas-50 alcanzaron medias de días a la maduración de 94 y 96 días respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la media de días a la maduración en la variedad INIA Salcedo mostró diferencias significativas con respecto a las variedades La Molina 89 y Altiplano y fue menor en un 9 y 10 por ciento respectivamente, mientras que la línea

mutante MQPas-50 mostró diferencias significativas con respecto a las variedades La Molina 89 y Altiplano y fue menor en un 6 y 7 por ciento respectivamente. Así también, las variedades La Molina 89 y Altiplano alcanzaron medias de días a la maduración de 102 y 103 días respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos en general (cuadro 21), indica que las medias de días a la maduración de la fertilización mixta dosis dos en la variedad INIA Salcedo mostró diferencias significativas con la media alcanzada en sus respectivas dosis uno y fue menor en un nueve por ciento.

Cuadro 18: Cuadros medios del ANVA de rendimiento, altura de planta y días a la maduración de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) con dos dosis de fertilización con fuentes mixtas en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Rendimiento	Altura de planta	Días a la maduración
Variedades	3	25188186 **	1128.13 ***	171.333 ***
Dosis	1	13930884 ***	876.04 ***	13.5 NS
Interacción entre las variedades y las dosis	3	6364311 ***	436.46 ***	89.833 *
Error	16	2639503	50	91.333
Total	23			
Homogeneidad de varianzas (prueba de Levene)		> 0.05	> 0.05	> 0.05
Coeficiente de variación (%)		7.73	2.14	2.4

Cuadro 19: Valores medios y prueba de Duncan del rendimiento (kg/ha), altura de planta (cm), días a la maduración de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en promedio general de fertilización con fuentes mixtas en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Variedades	Rendimiento (kg/ha)	Altura de planta (cm)	Días a la maduración
INIA Salcedo	3711 c	113 a	98 a
Altiplano	4943 b	96 c	102 b
La Molina 89	6099 a	112 a	102 b
MQPas-50	6257 a	106 b	96 a

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

Cuadro 20: Valores medios y prueba de Duncan del rendimiento (kg/ha), altura de planta (cm), días a la maduración de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en promedio general de dos dosis de fertilización con fuentes mixtas en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Fertilización	Rendimiento (kg/ha)	Altura de planta (cm)	Días a la maduración
Dosis uno	4490 b	107 a	100 a
Dosis dos	6014 a	106 a	99 a

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

Cuadro 21: Valores medios y prueba de Duncan del rendimiento (kg/ha), altura de planta (cm), días a la maduración de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) de la interacción entre las variedades y las dosis de fertilización con fuentes mixtas en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Altura de planta (cm)	Días a la maduración
INIA Salcedo FM-D1	3440 d	118 a	102 b
INIA Salcedo FM-D2	3982 d	107 d	94 a
Altiplano FM-D1	3405 d	82 f	101 b
Altiplano FM-D2	6480 ab	110 cd	103 b
La Molina 89 FM-D1	5182 c	113 bc	102 b
La Molina 89 FM-D2	7017 a	110 cd	102 b
MQPas-50 FM-D1	5935 b	115 ab	95 a
MQPas-50 FM-D2	6578 ab	97 e	96 a

FM-D2 (fuente orgánica dosis dos), FM-D1 (fuente orgánica dosis uno).

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

4.1.2. Respuesta al mildiu (*Peronospora variabilis*)

4.1.2.1. Experimento sin fertilización (control)

Se presenta los resultados de ANVA (cuadro 22), referida al área foliar con síntomas de mildiú. Se puede apreciar que a nivel de variedades existen diferencias altamente significativas para mildiú. El coeficiente de variación para mildiú fue igual a 4.95 por ciento. El promedio global para el daño por mildiú fue de 58 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 23), indica que la línea mutante MQPas-50 alcanzó una media de área foliar con síntomas de mildiu de 18 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades INIA Salcedo, Altiplano y La Molina 89 y fue menor en un 272, 300 y 327 por ciento respectivamente. Así mismo, la variedad INIA Salcedo alcanzó una media de área foliar con síntomas por mildiu de 67 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades Altiplano y La Molina 89 y fue menor en un 7 y 14 por ciento respectivamente. Por otro lado, la variedad Altiplano alcanzó una media de área foliar con síntomas de mildiú de 72 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a la variedad La Molina 89 que alcanzó una media de área foliar con síntomas de mildiu de 77 por ciento y fue menor en un siete por ciento.

Cuadro 22: Cuadrados medios del ANVA del porcentaje de área foliar con síntomas de la enfermedad de mildiú orinada por el hongo *Peronospora variabilis* de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) sin fertilización en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Daño por mildiu (%)
Variedades	3	6550***
Error	8	66.7
Total	11	
Homogeneidad de varianzas (prueba de Levene)		> 0.05
Coeficiente de variación (%)		4.95

Cuadro 23: Valores medios y prueba de Duncan del porcentaje de área foliar con síntomas de la enfermedad de mildiú orinada por el hongo *Peronospora variabilis* de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) sin fertilización en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Variedades	Mildiu (%)
INIA Salcedo	67 b
Altiplano	72 c
La Molina 89	77 d
MQPas-50	18 a

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

4.1.2.2. Experimento con fertilización con fuentes orgánicas

Los resultados del análisis de variancia (cuadro 24) para la respuesta al mildiú medida por el área foliar con síntomas mildiú muestran diferencias significativas a nivel de variedades y la interacción entre las variedades y las dosis. El promedio global para mildiú fue de 58 por ciento; con un coeficiente de variación de 2.42 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 25), indica que la línea mutante MQPas-50 alcanzó una media de área foliar con síntomas mildiú de 23 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades INIA Salcedo, Altiplano y La Molina 89 y fue menor en un 196, 200, 213 por ciento respectivamente. Así mismo, las variedades INIA Salcedo y Altiplano alcanzaron medias de área foliar con síntomas mildiú de 68 y 69 por ciento, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Por otro lado, la variedad INIA Salcedo mostró diferencias significativas con respecto a la variedad La Molina 89 que alcanzó una media de mildiú de 72 por ciento y fue menor en un seis por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) en promedio de las dos dosis orgánicas (cuadro 26), indica que la dosis dos produjo una media de área foliar con síntomas de mildiú de 59 por ciento, sin mostrar diferencias significativas con respecto a la dosis uno que alcanzó una media de daño por mildiú de 57 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos con dosis uno de los fertilizantes orgánicos (cuadro 27), indica que línea mutante MQPas-50 alcanzó una media de área foliar con síntomas de mildiú de 23 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades INIA Salcedo, La Molina 89 y Altiplano y fue menor en un 174, 204 y 213 por ciento respectivamente. Así mismo, la variedad INIA Salcedo alcanzó una media de mildiú de 63 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades La Molina 89 y Altiplano y fue menor en un 11 y 14 por ciento respectivamente. Las variedades La Molina 89 y Altiplano alcanzaron medias de área foliar con síntomas de mildiú de 70 y 72 por ciento respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos con dosis dos (cuadro 27), indica que la línea mutante MQPas-50 alcanzó una media de área foliar con síntomas de mildiu de 23 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades Altiplano, INIA Salcedo y La Molina 89 y fue menor en un 191, 213 y 217 por ciento respectivamente. Así mismo, la variedad Altiplano e INIA Salcedo alcanzaron medias de mildiu de 67 y 72 por ciento respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Por otro lado, la variedad Altiplano mostró diferencias significativas con respecto a la variedad La Molina 89 y fue menor en un 9 por ciento, mientras que la variedad INIA Salcedo no mostró diferencias significativas con respecto a la variedad La Molina 89 que alcanzó una media de área foliar con síntomas de mildiu de 73 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos en general (cuadro 27), indica que la media de área foliar con síntomas de mildiu de la fertilización orgánica dosis uno en la variedad INIA Salcedo mostró diferencias significativas con la media alcanzada en su respectiva dosis dos y fue menor en un 6 por ciento. Por otro lado, las medias de área foliar con síntomas de mildiu de las fertilizaciones orgánicas dosis uno en las variedades Altiplano, MQPas-50 y La Molina 89 no mostraron diferencias con sus respectivas dosis dos.

4.1.2.3. Experimento con fertilización con fuentes inorgánicas

Los resultados del análisis de variancia (cuadro 24) para área foliar con síntomas de mildiu muestran diferencias altamente significativas en las variedades, las dosis de fertilización inorgánica y la interacción entre las variedades y las dosis. El promedio global para el daño por mildiu fue de 57 %; con un coeficiente de variación de 5.06 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 25), indica que la línea mutante MQPas-50 alcanzó una media de área foliar con síntomas de mildiu de 21 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades INIA Salcedo, Altiplano y La Molina 89 y fue menor en un 186, 243 y 267 por ciento respectivamente. Así mismo, la variedad INIA Salcedo alcanzó una media de mildiu de 60 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades

Altiplano y La Molina 89 y fue menor en un 20 y 28 por ciento respectivamente. Por otro lado, la variedad Altiplano alcanzó una media de área foliar con síntomas de mildiu de 72 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a la variedad La Molina 89 que alcanzó una media de daño por mildiu de 77 por ciento y fue menor en un siete por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) a nivel de promedio de dos dosis de fertilización inorgánica (cuadro 26), indica que la dosis dos alcanzó una media de área foliar con síntomas de mildiu de 54 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a la dosis uno que alcanzó una media de daño por mildiu de 61 por ciento y fue menor en un 13 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos con dosis uno (cuadro 27), indica que la línea mutante MQPas-50 alcanzó una media de área foliar con síntomas mildiu de 23 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades INIA Salcedo, La Molina 89 y Altiplano y fue menor en un 191, 235 y 235 por ciento respectivamente. Así mismo, la variedad INIA Salcedo alcanzó una media de área foliar con síntomas mildiu de 67 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades La Molina 89 y Altiplano y fue menor de cada variedad en un 15 por ciento. Por otro lado, las variedades La Molina 89 y Altiplano alcanzaron la misma media de área foliar con síntomas de mildiu de 77 por ciento respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos con dosis dos de fuentes inorgánicas (cuadro 27), muestra que la línea mutante MQPas-50 alcanzó una media de área foliar con síntomas de mildiu de 18 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades INIA Salcedo, Altiplano y La Molina 89 y fue menor en un 189, 272 y 328 por ciento respectivamente. Así mismo, la variedad INIA Salcedo alcanzó una media de mildiu de 52 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a la variedad Altiplano y La Molina 89 y fue menor en un 29 y 48 por ciento respectivamente. Por otro lado, la variedad Altiplano alcanzó una media de área foliar con síntomas de mildiu de 67 por ciento, mostrando diferencias

significativas con respecto a la variedad La Molina 89 que alcanzó una media de daño por mildiu de 77 por ciento y fue menor en un 15 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos con dosis dos de fuentes inorgánicas (cuadro 27), indica que las variedades INIA Salcedo y Altiplano, mostraron diferencias significativas con las medias alcanzadas en sus respectivas dosis uno y fueron menores en un 29 y 15 por ciento respectivamente. Por otro lado, las medias de área foliar con síntomas de mildiu de las fertilizaciones inorgánicas dosis uno en las variedades MQPas-50 y La Molina 89 no mostraron diferencias con sus respectivas dosis dos.

4.1.2.4. Experimento con fertilización con fuentes mixtas

Los resultados del análisis de variancia (cuadro 28) para área foliar con síntomas de mildiu muestran diferencias altamente significativas a nivel de variedades y no significativas a nivel de las dosis de fertilización mixta y la interacción entre las variedades y las dosis. El promedio global para el área foliar con síntomas de mildiu fue de 57 por ciento; con un coeficiente de variación de 5.91 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 25), indica que la línea mutante MQPas-50 alcanzó una media de área foliar con síntomas de mildiu de 21 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades INIA Salcedo, Altiplano y La Molina 89 y fue menor en un 195, 233 y 271 por ciento respectivamente. Así mismo, la variedad INIA Salcedo alcanzó una media de mildiu de 62 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades Altiplano y La Molina 89 y fue menor en un 13 y 26 por ciento respectivamente. Por otro lado, la variedad Altiplano alcanzó una media de área foliar con síntomas de mildiu de 70 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a la variedad La Molina 89 que alcanzó una media de daño por mildiu de 78 por ciento y fue menor en un 11 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las dos dosis de fertilización mixta (cuadro 26), indica que la dosis dos alcanzó una media de área foliar

con síntomas de mildiu de 58 por ciento, sin mostrar diferencias significativas con respecto a la dosis uno que alcanzó una media de daño por mildiu de 56 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos con dosis bajas mixtas (cuadro 27), indica que la línea mutante MQPas-50 alcanzó una media de área foliar con síntomas de mildiu de 18 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades INIA Salcedo, La Molina 89 y Altiplano y fue menor en un 250, 272 y 328 por ciento respectivamente. Así mismo, las variedades INIA Salcedo y Altiplano alcanzaron medias de área foliar con síntomas de mildiu de 63 y 67 por ciento, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Por otro lado, las variedades INIA Salcedo y Altiplano mostraron diferencias significativas con respecto a la variedad La Molina 89 que alcanzó una media de área foliar con síntomas de mildiu de 77 por ciento y fueron menores en un 22 y 15 por ciento respectivamente.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos con dosis dos mixtas (cuadro 27), indica que la línea mutante MQPas-50 alcanzó una media de área foliar con síntomas de mildiu de 23 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades INIA Salcedo, Altiplano y La Molina 89 y fue menor en un 170, 213 y 235 por ciento respectivamente. Así mismo, la variedad INIA Salcedo alcanzó una media de área foliar con síntomas de mildiu de 62 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a la variedad Altiplano y La Molina 89 y fue menor en un 16 y 24 por ciento respectivamente. Por otro lado, las variedades Altiplano y La Molina 89 alcanzaron medias de área foliar con síntomas de mildiu de 72 y 77 por ciento, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los tratamientos con dosis dos (cuadro 27), indica que las medias de área foliar con síntomas de mildiu de la fertilización mixta dosis uno en la variedad Altiplano, mostró diferencias significativas con la media alcanzada en su respectiva dosis dos y fue menor en un 7 por ciento respectivamente. Por otro lado, las medias de área foliar con síntomas de mildiu para las fertilizaciones mixtas dosis uno en las variedades MQPas-50, INIA Salcedo y La Molina 89 no mostraron diferencias con sus respectivas dosis dos.

Cuadro 24: Cuadrados medios del ANVA del porcentaje de área foliar con síntomas de la enfermedad de mildiú orinada por el hongo *Peronospora variabilis* de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) con fertilización orgánica, inorgánica y mixtas en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Fertilización orgánica	Fertilización inorgánica	Fertilización mixta
Variedades	3	3318.5 ***	11487.5 ***	11236.5 ***
Dosis	1	15 NS	337.5 ***	26 NS
Interacción entre las variedades y las dosis	3	6418.5 ***	187.5 **	53.1 NS
Error	16	160.7	133.3	183.3
Total	23			
Homogeneidad de varianzas (prueba de Levene)		> 0.05	> 0.05	> 0.05
Coeficiente de variación (%)		2.42	5.06	5.91

Cuadro 25: Valores medios y prueba de Duncan del porcentaje de área foliar con síntomas de la enfermedad de mildiú orinada por el hongo *Peronospora variabilis* de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) con fertilización orgánica, inorgánica y mixtas en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Variedades	Fertilización orgánica. Mildiú (%)	Fertilización inorgánica. Mildiu (%)	Fertilización mixta. Mildiu (%)
INIA Salcedo	68 b	60 b	62 b
Altiplano	69 bc	72 c	70 c
La Molina 89	72 c	77 d	78 d
MQPas-50	23 a	21 a	21 a

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

Cuadro 26: Valores medios y prueba de Duncan del porcentaje de área foliar con síntomas de la enfermedad de mildiú orinada por el hongo *Peronospora variabilis* de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) en promedio general de dos dosis de fertilización con fuentes orgánicas, inorgánicas y mixtas en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Fertilización	Fertilización orgánica. Mildiú (%)	Fertilización inorgánica. Mildiu (%)	Fertilización mixta. Mildiu (%)
Dosis uno	57 a	61 b	56 a
Dosis dos	59 a	54 a	58 a

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

Cuadro 27: Valores medios y prueba de Duncan del rendimiento (kg/ha), altura de planta (cm), días a la maduración de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) de la interacción entre las variedades y las dosis de fertilización con fuentes orgánicas, inorgánica y mixtas en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Tratamiento	Fertilización orgánica. Mildiu (%)	Tratamiento	Fertilización inorgánica. Mildiu (%)	Tratamiento	Fertilización mixta. Mildiu (%)
INIA Salcedo FO-D1	63 b	INIA Salcedo FI-D1	67 c	INIA Salcedo FM-D1	63 b
INIA Salcedo FO-D2	72 cd	INIA Salcedo FI-D2	52 b	INIA Salcedo FM-D2	62 b
Altiplano FO-D1	72 cd	Altiplano FI-D1	77 d	Altiplano FM-D1	67 b
Altiplano FO-D2	67 bc	Altiplano FI-D2	67 c	Altiplano FM-D2	72 c
La Molina 89 FO-D1	70 cd	La Molina 89 FI-D1	77 d	La Molina 89 FM-D1	77 c
La Molina 89 FO-D2	73 d	La Molina 89 FI-D2	77 d	La Molina 89 FM-D2	77 c
MQPas-50 FO-D1	23 a	MQPas-50 FI-D1	23 a	MQPas-50 FM-D1	18 a
MQPas-50 FO-D2	23 a	MQPas-50 FI-D2	18 a	MQPas-50 FM-D2	23 a

FO-D2, FI-D2, FM-D2 (fuente orgánica, inorgánica y mixta dosis dos), FO-D1, FI-D1, FM-D1 (fuente orgánica, inorgánica y mixta dosis uno).

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

4.1.3. Caracteres de calidad

4.1.3.1. Experimento sin fertilización (control)

Se presenta los resultados de ANVA (cuadro 28), para peso de 1000 granos y proteínas del grano. Se puede apreciar que a nivel de variedades existen diferencias altamente significativas para peso de 1000 granos y proteínas del grano. Los coeficientes de variación para peso de 1000 granos y proteínas del grano fueron 2.4 y 1.05 por ciento; respectivamente. El promedio global para peso de 1000 granos fue de 2.99 g y para proteínas del grano fue de 12.6 por ciento.

Peso de 1000 granos

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 29), indica que las variedades INIA Salcedo y Altiplano alcanzaron medias de peso de 1000 granos de 3.18 y 3.05 g respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la variedad INIA Salcedo mostró diferencias significativas con respecto a las variedades MQPas-50 y La Molina 89 y fue mayor en un 8 y 15 por ciento respectivamente, mientras que la variedad Altiplano mostró diferencias significativas con respecto a la variedad La Molina 89 y fue mayor en un 10 por ciento. Por otro lado, la línea mutante MQPas-50 alcanzó una media de peso de 1000 granos de 2.95 g, mostrando diferencias significativas con respecto a la variedad La Molina 89 que alcanzó una media de 2.77 g y fue mayor en un siete por ciento.

Proteínas del grano

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 29), indica que la variedad Altiplano alcanzó una media de proteínas del grano de 13.6 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades INIA Salcedo, La Molina 89 y MQPas-50 y fue mayor en un 3, 5 y 26 por ciento respectivamente. Así mismo, la variedad INIA Salcedo alcanzó una media de proteínas del grano de 13.2 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades La Molina 89 y MQPas-50 y fue mayor en un 2 y 22 por ciento respectivamente. Por otro lado, la variedad La Molina 89 alcanzó una media de proteínas del grano de 12.9 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a la línea mutante MQPas-50 que alcanzó una media de 10.8 por ciento y fue mayor en un 19 por ciento.

Cuadro 28: Cuadros medios del ANVA del porcentaje del peso de mil granos y contenido de proteína del grano de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) sin fertilización en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Peso de 1000 granos (g)	Proteínas del grano (%)
Variedades	3	0.263958 ***	14.497 ***
Error	8	0.041333	0.14
Total	11		
Homogeneidad de varianzas (prueba de Levene)		> 0.05	> 0.05
Coefficiente de variación (%)		2.4	1.05

Cuadro 29: Valores medios y prueba de Duncan del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) sin fertilización en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Variedades	Peso de 1000 granos (g)	Proteínas del grano (%)
INIA Salcedo	3.18 a	13.2 b
Altiplano	3.05 ab	13.6 a
La Molina 89	2.77 c	12.9 c
MQPas-50	2.95 b	10.8 d

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

4.1.3.2. Experimento con fertilización con fuentes orgánicas

Los resultados del análisis de variancia (cuadro 30) para peso de 1000 granos y contenido de proteína de los granos muestran diferencias altamente significativas para variedades y la interacción entre las variedades y las dosis. El promedio global para peso de 1000 granos fue de 2.88 g; con un coeficiente de variación de 2.69 por ciento. El promedio global para proteínas del grano fue de 12.6 por ciento; con un coeficiente de variación de 3.40 por ciento.

Peso de 1000 granos

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 31), indica que la línea mutante MQPas-50 alcanzó una media de peso de 1000 granos de 3.04 g, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades La Molina 89, INIA Salcedo y Altiplano y fue mayor en 5, 8 y 10 por ciento respectivamente. Así mismo, las variedades La Molina 89 e INIA Salcedo alcanzaron medias de peso de 1000 granos de 2.90 y 2.81 g respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Por otro lado, la variedad La Molina 89 mostró diferencias significativas con respecto a la variedad INIA Salcedo que alcanzó una media de peso de 1000 granos de 2.77 g y fue mayor en un cinco por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) en promedio de las dos dosis de fertilización orgánica (cuadro 32), indica que la dosis uno alcanzó una media de peso de 1000 granos de 2.89 g, sin mostrar diferencias significativas con respecto a la dosis dos que alcanzó una media de peso de 1000 granos de 2.87 g.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la interacción entre las variedades y las dosis uno de fertilización orgánica (cuadro 33), indica que las variedades MQPas-50 y La Molina 89 alcanzaron medias de peso de 1000 granos de 3.04 y 3.02 g respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la línea mutante MQPas-50 mostró diferencias significativas con respecto a las variedades INIA Salcedo y Altiplano y fue mayor en un 9 y 13 por ciento respectivamente, mientras que la variedad La Molina 89 mostró diferencias significativas con respecto a las variedades INIA Salcedo y Altiplano y fue mayor en un 9 y 12 por ciento respectivamente. Por otro lado, las variedades INIA Salcedo y Altiplano alcanzaron medias de peso de 1000 granos de 2.78 y 2.70 g, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la interacción variedades dosis dos de fertilización orgánica (cuadro 33), indica que la línea mutante MQPas-50 alcanzó un peso de 1000 granos de 3.04 g, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades INIA Salcedo, Altiplano y La Molina 89 y fue mayor en un 7, 7 y 10 por ciento respectivamente. Así mismo, las variedades INIA Salcedo, Altiplano y La Molina 89 alcanzaron medias de peso de 1000 granos de 2.84, 2.84 y 2.77 g, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la interacción entre las variedades y las dosis (cuadro 33), indica que la media de peso de 1000 granos de la fertilización orgánica dosis dos en la variedad Altiplano mostró diferencias significativas con la media alcanzada en su respectiva dosis uno y fue mayor en un 5 por ciento. Así mismo, la media de peso de 1000 granos de la fertilización orgánica dosis uno en la variedad La Molina 89 mostró diferencias significativas con la media alcanzada en su respectiva dosis dos y fue mayor en un 9 por ciento. Por otra parte, la media de peso de 1000 granos de la fertilización orgánica dosis uno en las variedades INIA Salcedo y MQPas-50 no mostraron diferencias significativas con sus respectivas dosis dos.

Proteínas del grano

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 31), indica que la variedad INIA Salcedo alcanzó una media de proteínas del grano de 14.2 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades La Molina 89, Altiplano y MQPas-50 y fue mayor en un 12, 13 y 30 por ciento respectivamente. Así mismo, las variedades La Molina 89 y Altiplano alcanzaron medias de proteínas del grano de 12.7 y 12.6 por ciento respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Por otro lado, las variedades La Molina 89 y Altiplano mostraron diferencias significativas con respecto a la línea mutante MQPas-50 que alcanzó una media de proteínas del grano de 10.9 por ciento y fueron mayores en un 17 y 16 por ciento respectivamente.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) en promedio de las dos dosis de fertilización orgánica (cuadro 32), indica que la fertilización orgánica dosis uno alcanzó una media de proteínas del grano de 12.7 por ciento, sin mostrar diferencias significativas con respecto a la dosis dos que alcanzó una media de proteínas del grano 12.6 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la interacción entre las variedades y las dosis uno de fertilización orgánica (cuadro 33), indica que variedad Altiplano alcanzó una media de proteínas del grano de 14.1 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades INIA Salcedo, La Molina 89 y MQPas-50 y fue mayor en un 8, 9 y 31 por ciento respectivamente. Así mismo, las variedades INIA Salcedo y La Molina 89 alcanzaron medias de proteínas del grano de 13.0 y 12.9 por ciento respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Por otro lado, las variedades INIA Salcedo y La Molina 89 mostraron diferencias significativas con respecto a la línea mutante MQPas-50 que alcanzó una media de proteínas del grano de 10.8 por ciento y fueron mayores en un 20 y 19 por ciento respectivamente.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la interacción entre las variedades y las dosis dos de fertilización orgánica (cuadro 33), indica que la variedad Altiplano alcanzó una media proteínas del grano de 14.3 por ciento, mostrando

diferencias significativas con respecto a las variedades La Molina 89, INIA Salcedo y MQPas-50 y fue mayor en un 13, 16 y 31 por ciento respectivamente. Así mismo, las variedades La Molina 89 e INIA Salcedo alcanzaron medias de proteínas del grano de 12.7 y 12.3 por ciento respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Por otro lado, las variedades La Molina 89 e INIA Salcedo mostraron diferencias significativas con respecto a la línea mutante MQPas-50 que alcanzó una media de proteínas del grano de 10.9 por ciento y fueron mayores en un 17 y 13 por ciento respectivamente.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la interacción variedades dosis (cuadro 33), indica que la media de proteínas del grano de la fertilización orgánica dosis dos en las variedades INIA Salcedo, Altiplano, La Molina 89 y MQPas-50 no mostraron diferencias significativas con sus respectivas dosis uno.

Cuadro 30: Cuadrados medios del ANVA del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) con fertilización orgánica en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Peso de 1000 granos	Proteínas del grano
Variedades	3	0.257912 ***	33.205 ***
Dosis	1	0.000937 NS	0.12 NS
Interacción entre las variedades y las dosis	3	0.123746 ***	33.675 ***
Error	16	0.095667	2.953
Total	23		
Homogeneidad de varianzas (prueba de Levene)		> 0.05	> 0.05
Coeficiente de variación (%)		2.69	3.40

Cuadro 31: Valores medios y prueba de Duncan del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) con fertilización orgánica en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Variedades	Peso de 1000 granos (g)	Proteínas del grano (%)
INIA Salcedo	2.81 bc	14.2 a
Altiplano	2.77 c	12.6 b
La Molina 89	2.90 b	12.7 b
MQPas-50	3.04 a	10.9 c

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

Cuadro 32: Valores medios y prueba de Duncan del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano en promedio general de dos dosis de fertilización con fuentes orgánicas en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Fertilización	Peso de 1000 granos (g)	Proteínas del grano (%)
Dosis uno	2.89 a	12.7 a
Dosis dos	2.87 a	12.6 a

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

Cuadro 33: Valores medios y prueba de Duncan del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) de la interacción entre las variedades y las dosis de fertilización con fuentes orgánicas en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Tratamiento	Peso de 1000 granos (g)	Proteínas del grano (%)
INIA Salcedo FO-D1	2.78 bc	12.9 b
INIA Salcedo FO-D2	2.84 b	12.3 b
Altiplano FO-D1	2.70 c	14.1 a
Altiplano FO-D2	2.84 b	14.3 a
La Molina 89 FO-D1	3.02 a	12.9 b
La Molina 89 FO-D2	2.77 bc	12.7 b
MQPas-50 FO-D1	3.04 a	10.8 c
MQPas-50 FO-D2	3.04 a	10.9 c

FO-D2 (fuente orgánica dosis dos), FO-D1 (fuente orgánica dosis uno).

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

4.1.3.3. Experimento con fertilización con fuentes inorgánicas

Los resultados del análisis de variancia (cuadro 34) para peso de 1000 granos muestra diferencias altamente significativas a nivel de las variedades y significativas a nivel de la interacción variedades dosis con un promedio global para de 3.05 g y un coeficiente de variación de 5.99 por ciento.

Por otro lado, para contenido de proteínas muestra diferencias altamente significativas a nivel de las variedades y la interacción entre las variedades y las dosis y significativas a nivel de dosis (cuadro 34). El promedio global para proteínas del grano fue de 13.0 por ciento; con un coeficiente de variación de 2.06 por ciento.

Peso de 1000 granos

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 35), indica que las variedades MQPas-50, Altiplano e INIA Salcedo alcanzaron medias de peso de 1000 granos de 3.22, 3.18 y 3.00 g, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Las variedades MQPas-50 y Altiplano mostraron diferencias significativas con respecto a la variedad La Molina 89 que alcanzó una media de peso de 1000 granos de 2.81 g y fueron mayores en un 15 y 13 por ciento respectivamente.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) en promedio de las dosis de fertilización inorgánica (cuadro 36), indica que la dosis uno alcanzó una media de peso de 1000 granos de 3.00 g, sin mostrar diferencias significativas con respecto a la dosis dos que alcanzó una media de peso de 1000 granos de 3.10 g.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la interacción entre las variedades y las dosis uno de fertilización inorgánica (cuadro 37), indica que las variedades Altiplano y MQPas-50 alcanzaron medias de peso de 1000 granos de 3.31 y 3.11 g respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la variedad Altiplano mostró diferencias significativas con respecto a las variedades INIA Salcedo y La Molina 89 y fue mayor en un 15 y 22 por ciento respectivamente. Por otro lado, las variedades INIA Salcedo y La Molina 89 alcanzaron medias de peso de 1000 granos de 2.87 y 2.72 g, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para interacción variedades x dosis dos de fertilización inorgánica (cuadro 37), indica que la línea mutante MQPas-50, INIA Salcedo y Altiplano alcanzaron medias de peso de 1000 granos de 3.32, 3.13 y 3.06 g, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la línea mutante MQPas-50 mostró diferencias significativas con respecto a la variedad La Molina 89 que alcanzó una media de peso de 1000 granos de 2.90 g y fue mayor en un 14 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las interacciones variedades x dosis (cuadro 37), indica que las medias de peso de 1000 granos de la fertilización inorgánica dosis dos en las variedades INIA Salcedo, Altiplano, La Molina 89 y MQPas-50 no mostraron diferencias significativas con sus respectivas dosis uno.

Proteínas del grano

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 35), indica que las variedades La Molina 89 y Altiplano alcanzaron medias de proteínas del grano de 14.6 y 14.4 por ciento respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la variedad La Molina 89 mostró diferencias significativas con las variedades INIA Salcedo y MQPas-50 y fue mayor en un 10 y 33 por ciento respectivamente, mientras que la variedad Altiplano mostro diferencias significativas con las variedades INIA Salcedo y MQPas-50 y fue mayor en un 8 y 31 por ciento respectivamente. Por otro lado, la variedad INIA Salcedo alcanzó una media de proteínas del grano de 13.3 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a la línea mutante MQPas-50 que alcanzó una media de proteínas del grano de 11 por ciento y fue mayor en un 21 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) en promedio de las dos dosis de fertilización inorgánica (cuadro 36), indica que la fertilización inorgánica dosis uno alcanzó una media de proteínas del grano de 13.2 por ciento, sin mostrar diferencias significativas con respecto a la dosis dos que alcanzó una media de proteínas del grano 13.5 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la interacción entre las variedades y las dosis uno de fertilización inorgánica (cuadro 37), indica que la variedad Altiplano alcanzó una media de proteínas del grano de 14.8 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades La Molina 89, INIA Salcedo y MQPas-50 y fue mayor en un 8, 11 y 36 por ciento respectivamente. Así mismo, las variedades La Molina 89 e INIA Salcedo alcanzaron medias de proteínas del grano de 13.7 y 13.3 por ciento respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Por otro lado, las variedades La Molina 89 e INIA Salcedo mostraron diferencias significativas con respecto a la línea mutante MQPas-50 que alcanzó una media de proteínas del grano de 10.9 por ciento y fueron mayores en un 26 y 22 por ciento respectivamente.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la interacción entre las variedades y las dosis dos de fertilización inorgánica (cuadro 37), indica que la variedad

La Molina 89 alcanzó una media proteínas del grano de 15.5 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades Altiplano, INIA Salcedo y MQPas-50 y fue mayor en un 10, 17 y 38 por ciento respectivamente. Así mismo, la variedad Altiplano alcanzó una media de proteínas del grano de 14.1 por ciento, mostrando diferencias significativas con la variedad INIA Salcedo y fue mayor en un siete por ciento. Por otro lado, la variedad INIA Salcedo alcanzó una media de proteínas del grano de 13.2 por ciento, mostrando diferencias significativas con la línea mutante MQPas-50 que alcanzó una media de proteínas del grano de 11.2 por ciento y fue mayor en un 18 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la interacción variedades x dosis (cuadro 37), indica que la media de proteínas del grano de la fertilización inorgánica dosis dos en la variedad La Molina 89, mostró diferencias significativas con la media alcanzada en su respectiva dosis uno y fue mayor en un 13 por ciento. Así mismo, la media de proteínas del grano de la fertilización inorgánica dosis uno en la variedad Altiplano, mostró diferencias significativas con la media alcanzada en su respectiva dosis dos y fue mayor en un cinco por ciento. Por otra parte, las medias de proteínas del grano de la fertilización orgánica dosis uno en las variedades INIA Salcedo y MQPas-50 no mostraron diferencias significativas con sus respectivas dosis dos.

Cuadro 34: Cuadrados medios del ANVA del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) con fertilización inorgánica en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Peso de 1000 granos	Proteínas del grano
Variedades	3	0.64152 **	48.908 ***
Dosis	1	0.05802 NS	0.570 *
Interacción entre las variedades y las dosis	3	0.025232 *	5.111 **
Error	16	0.53420	1.207
Total	23		
Homogeneidad de varianzas (prueba de Levene)		> 0.05	> 0.05
Coefficiente de variación (%)		5.99	2.06

Cuadro 35: Valores medios y prueba de Duncan del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) con fertilización inorgánica en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Variedades	Peso de 1000 granos (g)	Proteínas del grano (%)
INIA Salcedo	3.00 ab	13.3 b
Altiplano	3.18 a	14.4 a
La Molina 89	2.81 b	14.6 a
MQPas-50	3.22 a	11.0 c

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

Cuadro 36: Valores medios y prueba de Duncan del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano en promedio general de dos dosis de fertilización con fuentes inorgánicas en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Fertilización	Peso de 1000 granos (g)	Proteínas del grano (%)
Dosis uno	3.00 a	13.2 b
Dosis dos	3.10 a	13.5 a

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

Cuadro 37: Valores medios y prueba de Duncan del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) de la interacción entre las variedades y las dosis de fertilización con fuentes inorgánicas en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Tratamiento	Peso de 1000 granos (g)	Proteínas del grano (%)
INIA Salcedo FI-D1	2.87 bc	13.3 de
INIA Salcedo FI-D2	3.13 ab	13.2 e
Altiplano FI-D1	3.31 a	14.8 b
Altiplano FI-D2	3.06 abc	14.1 c
La Molina 89 FI-D1	2.72 c	13.7 cd
La Molina 89 FI-D2	2.90 bc	15.5 a
MQPas-50 FI-D1	3.11 ab	10.9 f
MQPas-50 FI-D2	3.32 a	11.2 f

FI-D2 (fuente inorgánica dosis dos), FO-D1 (fuente inorgánica dosis uno).

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

4.1.3.4. Experimento con fertilización con fuentes mixtas

Los resultados del análisis de variancia (cuadro 38) para peso de 1000 granos y contenido de proteínas del grano muestran diferencias significativas a nivel de las variedades y la interacción entre las variedades y las dosis. El promedio global para peso de 1000 granos fue de 2.94 g; con un coeficiente de variación de 4.20 por ciento. El promedio global para proteínas del grano fue de 13.1 por ciento; con un coeficiente de variación de 3.20 por ciento

Peso de 1000 granos

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 39), indica que la variedad Altiplano alcanzó una media de peso de 1000 granos de 3.19 g, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades MQPas-50, INIA Salcedo y Altiplano y fue mayor en un 12, 12 y 13 por ciento respectivamente. Así mismo, las variedades MQPas-50, INIA Salcedo y Altiplano alcanzaron medias de peso de 1000 granos de 2.86, 2.86 y 2.82 g, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) a nivel del promedio de las dos dosis de fertilización mixta (cuadro 40), indica que la dosis uno alcanzó una media de peso de 1000 granos de 2.95 g, sin mostrar diferencias significativas con respecto a la dosis dos que alcanzó una media de peso de 1000 granos de 2.92 g.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la interacción entre las variedades y las dosis de fertilización bajas con fuentes mixtas (cuadro 41), indica que variedad Altiplano alcanzó una media de peso de 1000 granos de 3.47 g, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades MQPas-50, INIA Salcedo y La Molina 89 y fue mayor en un 20, 22 y 32 por ciento respectivamente. Así mismo, las variedades MQPas-50 e INIA Salcedo alcanzaron medias de peso de 1000 granos de 2.88 y 2.84 g respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Por otro lado, la línea mutante MQPas-50 mostró diferencias significativas con respecto a la variedad La Molina 89 que alcanzó una media de peso de 1000 granos de 2.63 g y fue mayor en un 10 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la interacción entre las variedades y las dosis de fertilización con dosis dos mixtas (cuadro 41), indica que las variedades La Molina 89, Altiplano, INIA Salcedo y MQPas-50 alcanzaron medias de peso de 1000 granos de 3.01, 2.92, 2.89 y 2.85 g, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la interacción entre las variedades y las dosis de fertilización mixtas (cuadro 41), indica que la media de peso de 1000 granos de la fertilización mixta dosis dos en la variedad La Molina 89, mostró

diferencias significativas con su respectiva dosis uno y fue mayor en un 14 por ciento. Así mismo, la media de peso de 1000 granos de la fertilización mixta dosis uno en la variedad Altiplano, mostró diferencias significativas con su respectiva dosis dos y fue mayor en un 19 por ciento. Por otro lado, las medias de peso de 1000 granos de las fertilizaciones mixtas dosis uno en las variedades MQPas-50 e INIA Salcedo no mostraron diferencias con sus respectivas dosis dos.

Proteínas del grano

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 39), indica que la variedad Altiplano alcanzó una media de proteínas del grano de 15.0 por ciento, mostrando diferencias significativas con las variedades La Molina 89, INIA Salcedo y MQPas-50 y fue mayor en un 14, 14 y 38 por ciento respectivamente. Así también, las variedades La Molina 89 e INIA Salcedo alcanzaron la misma media de proteínas del grano de 13.2 por ciento, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Por otro lado, las variedades La Molina 89 e INIA Salcedo mostraron diferencias significativas con respecto a la línea mutante MQPas-50 que alcanzó una media de proteínas del grano de 10.9 por ciento y fueron mayores en un 21 por ciento para ambos casos.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el promedio general de las dos dosis de fertilización mixta (cuadro 40), indica que la fertilización mixta dosis uno alcanzó una media de proteínas del grano de 13.0 por ciento, sin mostrar diferencias significativas con respecto a la dosis dos que alcanzó una media de proteínas del grano 13.1 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la interacción entre las variedades y las dosis uno de fertilización mixtas (cuadro 41), indica que la variedad Altiplano alcanzó una media de proteínas del grano de 15.2 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades INIA Salcedo, La Molina 89 y MQPas-50 y fue mayor en un 17, 20 y 38 por ciento respectivamente. Así mismo, las variedades INIA Salcedo y La Molina 89 alcanzaron medias de proteínas del grano de 13.0 y 12.7 por ciento respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Por otro lado, las variedades INIA Salcedo y La Molina 89 mostraron diferencias

significativas con respecto a la línea mutante MQPas-50 que alcanzó una media de proteínas del grano de 11.0 por ciento y fueron mayores en un 18 y 15 por ciento respectivamente.

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la interacción entre las variedades y las dosis dos de fertilización mixtas (cuadro 41), indica que la variedad Altiplano alcanzó una media proteínas del grano de 14.8 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades La Molina 89, INIA Salcedo y MQPas-50 y fue mayor en un 8, 10 y 38 por ciento respectivamente. Así mismo, las variedades La Molina 89 e INIA Salcedo alcanzaron medias de proteínas del grano de 13.7 y 13.4 por ciento respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Por otro lado, las variedades La Molina 89 e INIA Salcedo mostraron diferencias significativas con respecto a la línea mutante MQPas-50 que alcanzó una media de proteínas del grano de 10.7 por ciento y fueron mayores en un 28 y 25 por ciento respectivamente

La prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la interacción entre las variedades y las dosis de fertilización mixtas (cuadro 41), indica que la media de proteínas del grano de la fertilización mixta dosis dos en la variedad La Molina 89, mostró diferencias significativas con la media alcanzada en su respectiva dosis uno y fue mayor en un 8 por ciento. Por otra parte, las medias de proteínas del grano de la fertilización orgánica dosis uno en las variedades INIA Salcedo, Altiplano y MQPas-50 no mostraron diferencias significativas con sus respectivas dosis dos.

Cuadro 38: Cuadrados Medios del ANVA del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) con fertilización mixta en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Fuente de variabilidad	Grado de libertad	Peso de 1000 granos	Proteínas del grano
Variedades	3	0.5414 ***	52.095 ***
Dosis	1	0.00807 NS	0.167 NS
Interacción entre las variedades y las dosis	3	0.6798 ***	1.977 *

Continuación...

Fuente de variabilidad	Grado de libertad	Peso de 1000 granos	Proteínas del grano
Error	16	0.24293	2.8
Total	23		

Homogeneidad de varianzas (prueba de Levene)	> 0.05	> 0.05
Coefficiente de variación (%)	4.2	3.2

Cuadro 39: Valores medios y prueba de Duncan del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) con fertilización mixta en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Variedades	Peso de 1000 granos (g)	Proteínas del grano (%)
INIA Salcedo	2.86 b	13.2 b
Altiplano	3.19 a	15.0 a
La Molina 89	2.82 b	13.2 b
MQPas-50	2.86 b	10.9 c

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

Cuadro 40: Valores medios y prueba de Duncan del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano en promedio general de dos dosis de fertilización con fuentes mixtas en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Fertilización	Peso de 1000 granos (g)	Proteínas del grano (%)
Dosis uno	2.95 a	13.0 a
Dosis dos	2.92 a	13.1 a

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

Cuadro 41: Valores medios y prueba de Duncan del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) de la interacción entre las variedades y las dosis de fertilización con fuentes mixtas en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Tratamiento	Peso de 1000 granos (g)	Proteínas del grano (%)
INIA Salcedo FM-D1	2.84 bc	13.0 bc
INIA Salcedo FM-D2	2.89 b	13.4 bc
Altiplano FM-D1	3.47 a	15.2 a
Altiplano FM-D2	2.92 b	14.8 a
La Molina 89 FM-D1	2.63 c	12.7 c
La Molina 89 FM-D2	3.01 b	13.7 b
MQPas-50 FM-D1	2.88 b	11.0 d
MQPas-50 FM-D2	2.85 b	10.7 d

FM-D2 (fuente inorgánica dosis dos), FM-D1 (fuente inorgánica dosis uno).

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente

4.1.4. Análisis combinado de los caracteres agronómicos, respuesta al mildiu y caracteres de calidad.

Se presenta los resultados de ANCOVA (cuadro 42) para rendimiento de granos, altura de planta y días a la maduración, daño por mildiu, peso de 1000 granos y proteínas del grano. Se puede apreciar que existen diferencias significativas a nivel de variedades, dosis, interacción entre las variedades y la dosis de fertilización para todas las características evaluadas.

Los coeficientes de variación para rendimiento de granos, altura de planta, días a la maduración, daño por mildiu, peso de 1000 granos y proteínas del grano fueron iguales a 7.66, 2.09, 1.73, 5.42, 4.32 y 2.75 por ciento; respectivamente. Los promedios globales para rendimiento de granos, altura de planta, días a la maduración, daño por mildiu, peso de 1000 granos y proteínas del grano fueron igual a 4828 kg/ha, 105 cm, 99 días, 59 por ciento, 2.96 g y 13.0 por ciento; respectivamente.

Rendimiento

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) en promedio de variedades (cuadro 43), indica que la variedad La Molina 89 alcanzó una media de rendimiento de 5430 kg, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades MQPas-50, Altiplano e INIA Salcedo y fue mayor en un 8, 12 y 36 por ciento respectivamente. Así mismo, las variedades MQPas-50 y Altiplano alcanzaron medias de rendimiento de 5050 y 4827 kg respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, las variedades MQPas-50 y Altiplano mostraron diferencias significativas con respecto a la variedad INIA Salcedo que alcanzó una media de rendimiento de 4003 kg y fueron mayores en un 26 y 21 por ciento respectivamente.

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) en promedio de las dos dosis de fertilización (cuadro 44), indica que la FM-D2 alcanzó una media de rendimiento de 6014 kg, mostrando diferencias significativas con respecto a la FO-D2, sin fertilización, FI-D2, FM-D1, FO-D1 y FI-D1 y fue mayor en un 12, 27, 34, 34, 37 y 40 por ciento respectivamente. Así mismo, la FO-D2 alcanzó una media de rendimiento de 5380 kg, mostrando diferencias significativas con respecto al experimento sin fertilización, FI-D2, FM-D1, FO-D1 y FI-D1 y fue mayor en un 13, 20, 20, 23 y 26 por ciento respectivamente. Así también, el experimento sin fertilización, FI-D2 y FM-D1 alcanzaron medias de rendimiento de 4745, 4495 y 4490 kg respectivamente, sin mostrar diferencias

significativas entre sí. Así también, el experimento sin fertilización mostró diferencias significativas con respecto a la FO-D1 y FI-D1 y fue mayor en un 8 y 11 por ciento respectivamente. Por otra parte, la FO-D1 y FI-D1 alcanzaron medias de rendimiento de 4389 y 4281 kg respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la interacción entre las variedades y las dosis de fertilización (cuadro 45), indica que la variedad INIA Salcedo en los tratamientos FI-D2 y FO-D1 alcanzaron medias de rendimiento de 4850 y 4520 kg respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la variedad INIA Salcedo en el tratamiento FI-D2 mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos FI-D1, FM-D2, sin fertilización, FM-D1 y FO-D2 y fue mayor en un 15, 22, 29, 41 y 50 por ciento respectivamente, mientras que el tratamiento FO-D1 mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos sin fertilización, FM-D1 y FO-D2 y fue mayor en un 20, 31 y 40 por ciento respectivamente. Así también, la variedad INIA Salcedo en los tratamientos FI-D1, FM-D2 y sin fertilización alcanzaron medias de rendimiento de 4227, 3982 y 3768 kg respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Por otro lado, la variedad INIA Salcedo en los tratamientos FM-D1 y FO-D2 alcanzaron medias de rendimiento de 3440 y 3237 kg respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La variedad Altiplano en el tratamiento FO-D2 alcanzó una media de rendimiento de 7740 kg, mostrando diferencias significativas con respecto a los tratamientos FM-D2, sin fertilización, FI-D2, FO-D1, FM-D1 y FI-D1 y fue mayor en un 19, 39, 50, 96, 127 y 428 por ciento respectivamente. Así mismo, la variedad Altiplano en el tratamiento FM-D2 alcanzó una media de rendimiento de 7740 kg, mostrando diferencias significativas con respecto a los tratamientos sin fertilización, FI-D2, FO-D1, FM-D1 y FI-D1 y fue mayor en un 16, 26, 64, 90 y 342 por ciento respectivamente. Así también, la variedad Altiplano en los tratamientos sin fertilización y FI-D2 alcanzaron medias de rendimiento de 5580 y 5160 kg respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Por otro lado, la variedad Altiplano en el tratamiento sin fertilización mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos FO-D1, FM-D1 y FI-D1 y fue mayor en un 41, 64 y 280 por ciento respectivamente, mientras que el tratamiento FI-D2 mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos FO-D1, FM-D1 y FI-D1 y fue mayor en un

31, 52 y 252 por ciento respectivamente. Además, la variedad Altiplano en los tratamientos FO-D1 y FM-D1 alcanzaron medias de rendimiento de 3954 y 3405, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Por último, la variedad Altiplano en los tratamientos FO-D1 y FM-D1 mostraron diferencias significativas con respecto al tratamiento FI-D1 que alcanzó una media de rendimiento de 1467 kg y fueron mayores en un 170 y 132 por ciento respectivamente.

La variedad La Molina 89 en los tratamientos FM-D2 y FI-D1 alcanzaron medias de rendimiento de 7017 y 6943 kg, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la variedad La Molina 89 en el tratamiento FM-D2 mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos FO-D1, FO-D2, FM-D1, sin fertilización y FI-D2 y fue mayor en un 12, 35, 35, 52 y 153 por ciento respectivamente, mientras que el tratamiento FI-D1 mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos FO-D1, FO-D2, FM-D1, sin fertilización y FI-D2 y fue mayor en un 11, 33, 34, 50 y 150 por ciento respectivamente. Así mismo, la variedad La Molina 89 en el tratamiento FO-D1 alcanzó una media de rendimiento de 6265 kg, mostrando diferencias significativas con respecto a los tratamientos FO-D2, FM-D1, sin fertilización y FI-D2 y fue mayor en un 20, 21, 35 y 126 por ciento respectivamente. Así también, la variedad La Molina 89 en los tratamientos FO-D2, FM-D1 y sin fertilización alcanzaron medias de rendimiento de 5205, 5182 y 4630 kg respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Además, la variedad La Molina 89 en los tratamientos FO-D2, FM-D1 y sin fertilización mostraron diferencias significativas con respecto al tratamiento FI-D2 que alcanzó una media de rendimiento de 2772 kg y fueron mayores en un 88, 87 y 67 por ciento respectivamente.

La línea mutante MQPas-50 en el tratamiento FM-D2 alcanzó una media de rendimiento de 6578 kg, mostrando diferencias significativas con respecto a los tratamientos FM-D1, FO-D2, FI-D2, sin fertilización, FI-D1 y FO-D1 y fue mayor en un 11, 23, 27, 32, 47 y 133 por ciento respectivamente. Así mismo, la línea mutante MQPas-50 en los tratamientos FM-D1 y FO-D2 alcanzó medias de rendimiento de 5935 y 5337 kg respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así también, la línea mutante MQPas-50 en el tratamiento FM-D1 mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos FI-D2, sin fertilización, FI-D1 y FO-D1 y fue mayor en un 14,

19, 32 y 111 por ciento respectivamente, mientras que la línea mutante MQPas-50 en el tratamiento FO-D2 mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos FI-D1 y FO-D1 y fue mayor en un 19 y 89 por ciento respectivamente. Así también, la línea mutante MQPas-50 en los tratamientos FI-D2 y sin fertilización alcanzó medias de rendimiento de 5197 y 5002 kg respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Por otro lado, la línea mutante MQPas-50 en el tratamiento FI-D2 mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos FI-D1 y FO-D1 y fue mayor en un 16 y 84 por ciento respectivamente, mientras que el tratamiento sin fertilización mostró diferencias significativas con respecto al tratamiento FO-D1 y fue mayor en un 78 por ciento. Además, la línea mutante MQPas-50 en el tratamiento FI-D1 alcanzó una media de rendimiento de 4485 kg, mostrando diferencias significativas con respecto al tratamiento FO-D1 que alcanzó una media de rendimiento de 2818 kg y fue mayor en un 59 por ciento.

Los rendimientos observados en las variedades de quinua fueron similares a los informados por el INIA e investigadores que realizaron experimentos con quinua en La Molina y se citan a continuación:

Timaná (1992) en un experimento llevado a cabo en La Molina obtuvo para la variedad La Molina 89 un rendimiento de 2978.9 kg/ha con una dosis de nitrógeno de 80 kg/ha. Apaza (1995) obtuvo un rendimiento de 4093 kg/ha con una dosis de 160 kg/ha de N. Así mismo, Tapia (2003), Echegaray (2003) y Quillatupa (2009), en siembras de verano obtuvieron rendimientos de 1524 kg/ha, 1122.9 kg/ha y 4425 kg/ha, respectivamente.

Barnett (2005) informa un rendimiento de 7156.7 kg/ha y concluye que la variedad La Molina 89, responde a las dosis crecientes de nitrógeno hasta 120 kg/ha, permitiendo incrementar de manera gradual el rendimiento promedio de granos por panoja, el porcentaje de proteínas en los granos, el diámetro de la panoja y la materia seca; y que dosis mayores de nitrógeno, originan disminución decreciente de rendimiento por cada unidad adicional de N.

Mujica *et al.* (2001), señala que los rendimientos en general varían de acuerdo con las variedades, que presentan diferentes potenciales genéticos, a la fertilización sobre todo

nitrogenada y fosfórica; a las labores culturales y controles fitosanitarios oportunos proporcionados durante su ciclo y del medio ambiente en el cual se cultivan.

Según Tapia y Fries (2007) los rendimientos pueden alcanzar un rango de 600 a 2 500 kg/ha. Tapia (2010) señala que la quinua cultivada últimamente en condiciones de costa (1 100 m sobre el nivel del mar) puede tener rendimientos sobre los 4 000 kg/ha bajo condiciones de una agricultura convencional. En general se obtiene rendimientos de 3500 a 4000 kg/ha en zonas más favorables para el cultivo y con tecnología alta a media.

Actualmente en Costa, la producción comercial más alta obtenida en condiciones óptimas de suelo, humedad, temperatura y labores culturales oportunas; está alrededor de 6 000 a 7 000 kg/ha, en promedio.

El INIA (2013) reporta valores de rendimientos para variedades como: Amarilla de Marangani de 3500 kg/ha, Illpa INIA de 3000 kg/ha, Altiplano de 3000 kg/ha, Pasankalla de 4500 kg/ha e INIA Salcedo de 2500 kg/ha.

Altura de planta

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 43), indica que la variedad INIA Salcedo alcanzó una media de altura de planta de 114 cm, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades MQPas-50, La Molina 89 y Altiplano y fue mayor en un 8, 11 y 20 por ciento respectivamente. Así mismo, la línea mutante MQPas-50 alcanzó una media de altura de planta de 106 cm, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades La Molina 89 y Altiplano y fue mayor en un 3 y 12 por ciento respectivamente. Por otro lado, la variedad La Molina 89 alcanzó una media de altura de planta de 103 cm, mostrando diferencias significativas con respecto a la variedad Altiplano que alcanzó una media de altura de planta de 95 cm y fueron mayores en un ocho por ciento.

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) en promedio de las dos dosis de fertilización (cuadro 44), indica que la FO-D2 alcanzó una media de altura de planta de 114 cm, mostrando diferencias significativas con respecto a la FM-D1, FM-D2, sin fertilización, FO-D1, FI-D1 y FI-D2 y fue mayor en un 13, 20, 20, 23 y 26 por ciento

respectivamente. Así mismo, la FM-D1 y FM-D2 alcanzaron medias de altura de planta de 107 y 106 cm respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así también, la FM-D1 y FM-D2 alcanzaron medias de altura de planta de 107 y 106 cm respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así también, la experimento FM-D1 mostró diferencias significativas con respecto al experimento sin fertilización, FO-D1, FI-D1 y FI-D2 y fue mayor en un 2, 5, 8 y 9 por ciento respectivamente, mientras que la FM-D2 mostró diferencias significativas con respecto a la FO-D1, FI-D1 y FI-D2 y fue mayor en un 4, 7 y 8 por ciento respectivamente. Además, el experimento sin fertilización alcanzó una media de altura de planta de 105 cm, mostrando diferencias significativas con respecto a la FO-D1, FI-D1 y FI-D2 y fue mayor en un 3, 6 y 7 por ciento respectivamente. Por otra parte, la FO-D1 alcanzó una media de altura de planta de 102 cm respectivamente, mostrando diferencias significativas con respecto a la FI-D1 y FI-D2 y fue mayor en un 3 y 4 por ciento respectivamente. Por último, la FI-D1 y FI-D2 alcanzaron medias de altura de planta de 99 y 98 cm respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la interacción entre las variedades y las dosis de fertilización (cuadro 45), indica que la variedad INIA Salcedo en el tratamiento FI-D2 alcanzó una media de altura de planta de 123 cm, mostrando diferencias significativas con respecto a los tratamientos FO-D2, FM-D1, sin fertilización, FO-D1, FM-D2 y FI-D1 y fue mayor en un 4, 4, 4, 12, 15 y 17 por ciento respectivamente. Así mismo, la variedad INIA Salcedo en los tratamientos sin fertilización, FO-D2 y FM-D1 alcanzaron la misma media de altura de planta de 118 cm, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la variedad INIA Salcedo en los tratamientos FO-D2, FM-D1 y sin fertilización mostraron diferencias significativas con respecto a los tratamientos FO-D1, FM-D2 y FI-D1 y fueron mayores en un 7, 10 y 12 por ciento en cada caso. Así también, la variedad INIA Salcedo en los tratamientos FO-D1 y FM-D2 alcanzaron medias de altura de planta de 110 y 107 cm respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Además, la variedad INIA Salcedo los tratamientos FO-D1 mostró diferencias significativas con respecto al tratamiento FI-D1 que alcanzó una media de altura de planta de 105 cm y fue mayor en un cinco por ciento.

La variedad Altiplano en los tratamientos FM-D2 y sin fertilización alcanzaron medias de altura de planta de 110 y 108 cm, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la variedad Altiplano en el tratamiento FM-D2 mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos FO-D2, FO-D1, FI-D2, FM-D1 y FI-D1 y fue mayor en un 7, 22, 25, 34 y 38 por ciento respectivamente, mientras que el tratamiento sin fertilización mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos FO-D2, FO-D1, FI-D2, FM-D1 y FI-D1 y fue mayor en un 5, 20, 23, 32 y 35 por ciento respectivamente. Así mismo, la variedad Altiplano en el tratamiento FO-D2 alcanzó una media de altura de planta de 103 cm, mostrando diferencias significativas con respecto a los tratamientos FO-D1, FI-D2, FM-D1 y FI-D1 y fue mayor en un 14, 17, 26 y 29 por ciento respectivamente. Así también, la variedad Altiplano en los tratamientos FO-D1 y FI-D2 alcanzaron medias de altura de planta de 90 y 88 cm respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Por otro lado, la variedad Altiplano en el tratamiento FO-D1 mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos FM-D1 y FI-D1 y fue mayor en un 10 y 13 por ciento respectivamente, mientras que el tratamiento FI-D2 mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos FM-D1 y FI-D1 y fue mayor en un 7 y 10 por ciento respectivamente. Además, la variedad Altiplano en los tratamientos FM-D1 y FI-D1 alcanzaron medias de altura de planta de 82 y 80 cm respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La variedad La Molina 89 en los tratamientos FM-D1, FO-D2 y FM-D2 alcanzaron medias de altura de planta de 113, 110 y 110 cm respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la variedad La Molina 89 en el tratamiento FM-D1 mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos FO-D1, FI-D1, FI-D2 y sin fertilización y fue mayor en un 5, 10, 26 y 30 por ciento respectivamente, mientras que los tratamientos FO-D2 y FM-D2 mostraron diferencias significativas con respecto a los tratamientos FI-D1, FI-D2 y sin fertilización y fueron mayores en un 7, 22 y 26 por ciento para cada caso. Así mismo, la variedad La Molina 89 en el tratamiento FO-D1 alcanzó una media de altura de planta de 108 cm, mostrando diferencias significativas con respecto a los tratamientos FI-D1, FI-D2 y sin fertilización y fue mayor en un 5, 20 y 24 por ciento respectivamente. Así también, la variedad La Molina 89 en el tratamiento FI-D1 alcanzó una media de altura de planta de 103 cm, mostrando diferencias significativas con respecto a los tratamientos FI-D2 y sin fertilización, y fue mayor en un

14 y 18 por ciento respectivamente. Además, la variedad La Molina 89 en los tratamientos FI-D2 y sin fertilización alcanzaron medias de altura de planta de 90 y 87 cm respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La línea mutante MQPas-50 en el tratamiento FO-D2 alcanzó una media de altura de planta de 125 cm, mostrando diferencias significativas con respecto a los tratamientos FM-D1, FI-D1, sin fertilización, FO-D1, FM-D2 y FI-D2 y fue mayor en un 9, 16, 17, 25, 29 y 39 por ciento respectivamente. Así mismo, la línea mutante MQPas-50 en el tratamiento FM-D1 alcanzó una media de altura de planta de 115 cm respectivamente, mostrando diferencias significativas con respecto a los tratamientos FI-D1, sin fertilización, FO-D1, FM-D2 y FI-D2 y fue mayor en un 6, 7, 15, 19 y 28 por ciento respectivamente. Así también, la línea mutante MQPas-50 en los tratamientos FI-D1 y sin fertilización alcanzó medias de altura de planta de 108 y 107 cm respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así también, la línea mutante MQPas-50 en el tratamiento FI-D1 mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos FO-D1, FM-D2 y FI-D2 y fue mayor en un 8, 11 y 20 por ciento respectivamente, mientras que la línea mutante MQPas-50 en el tratamiento sin fertilización mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos FO-D1, FM-D2 y FI-D2 y fue mayor en un 7, 10 y 19 por ciento respectivamente. Además, la línea mutante MQPas-50 en los tratamientos FO-D1 y FM-D2 alcanzó medias de altura de planta de 100 y 97 cm respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Por otro lado, la línea mutante MQPas-50 en los tratamientos FO-D2 y FM-D2 mostró diferencias significativas con respecto al tratamiento FI-D2 que alcanzó una media de altura de planta de 90 cm y fueron mayores en un 11 y 8 por ciento respectivamente.

Timaná (1992), en un estudio con la variedad La Molina 89, observó efecto de la aplicación de N en la altura de planta con un incremento de 119.8 cm en el tratamiento sin fertilización (0 kg N/ha) a 133.6 cm con aplicación de nutrientes (240 kg N/ha) y con una altura promedio de 128.7 cm.

Tapia (2003) indica que las quinuas del Altiplano alcanzan alturas de entre 1.0 y 1.8 m. En este experimento la línea mutante “Negra Pasankalla” derivadas de Pasankalla, una variedad del Altiplano, se encuentran dentro del rango mencionado por el autor.

En siembras de verano, Tapia (2003) para la variedad La Molina 89, obtuvo una altura promedio de 137.0 cm; Echegaray (2003) encontró una mayor altura bajo el sistema de riego indirecto (goteo), con una altura máxima de 147.1 cm (variedad La Molina 89) y 126.6 cm (variedad Amarilla de Maranganí).

Barnett (2005), para la variedad La Molina 89 obtuvo un valor promedio de 165 cm, mayores a las obtenidas con la variedad Rosada de Huancayo de 137 cm y Blanca de Hualhuas con 145 cm.

Mercedes (2005) para La Molina, informa en experimentos de quinua alturas de planta en promedio de 122 cm.

Quillatupa (2009), en experimentos realizados en La Molina, trabajo con ecotipos de quinua provenientes de diferentes valles y del Altiplano, e informa altura de planta en el rango de 1.05 a 2.62 m. Así mismo, obtuvo una altura promedio de 197 cm en un estudio realizado en La Molina con 16 genotipos de quinua, destacando como las más altas aquellas provenientes del norte del país como el genotipo Cajamarca-2 con 262 cm de altura.

Gordon (2011) obtuvo con la variedad Pasankalla una altura promedio de 126.31 cm.

Mendoza (2013), informa una altura de planta de 144 cm y un valor máximo de 166 cm para la accesión PEQPC-648/CUZCO.

El INIA (2013) reporta valores para el peso de mil granos para las variedades de: Altiplano con 150 cm, INIA 420 Negra Collana entre 120 a 130 cm, INIA 415 – Pasankalla entre 130 a 140 cm e INIA Salcedo entre 148 a 170 cm.

Días a la maduración

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 43), indica que las variedades MQPas-50 e INIA Salcedo alcanzaron medias de días a la maduración de 96 y 97 días, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la

línea mutante MQPas-50 mostró diferencias significativas con respecto a las variedades Altiplano y La Molina 89 y fue menor en un 5 y 6 por ciento respectivamente, mientras que la variedad INIA Salcedo mostró diferencias significativas con respecto a las variedades Altiplano y La Molina 89 y fue menor en un 5 y 4 por ciento respectivamente. Por otro lado, las variedades Altiplano y La Molina 89 alcanzaron medias de días a la maduración de 101 y 102 días, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) en promedio de las dos dosis de fertilización (cuadro 44), indica que la FO-D1 alcanzó una media de días a la maduración de 97 días, mostrando diferencias significativas con respecto a la FO-D2, FI-D1, FI-D2, FM-D2, FM-D1 y sin fertilización y fue menor en un 1, 2, 2, 2, 3 y 3 por ciento respectivamente. Así mismo, la FO-D2, FI-D1, FI-D2 y FM-D2 alcanzaron medias de días a la maduración de 98, 99, 99 y 99 días respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así también, la FO-D2 mostró diferencias significativas con respecto a la FM-D1 y sin fertilización y fue menor en un 2 y 2 por ciento respectivamente. Además, la FM-D1 y sin fertilización alcanzaron la misma media de días a la maduración de 100 días, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la interacción entre las variedades y las dosis de fertilización (cuadro 45), indica que la variedad INIA Salcedo en los tratamientos FM-D2, FO-D2, FI-D1, FO-D1 y FI-D2 alcanzó medias de días a la maduración de 94, 95, 95, 96 y 96 días respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la variedad INIA Salcedo en los tratamientos FM-D2 mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos sin fertilización y FM-D1 y fue menor en un 7 y 9 por ciento respectivamente. Así mismo, la variedad INIA Salcedo en los tratamientos FO-D2 y FI-D1 mostraron diferencias significativas con respecto a los tratamientos sin fertilización y FM-D1 y fueron menores en un 6 y 7 por ciento en cada caso, mientras que en los tratamientos FO-D1 y FI-D2 mostraron diferencias significativas con respecto a los tratamientos sin fertilización y FM-D1 y fueron menores en un 5 y 6 por ciento en cada caso. Además, la variedad INIA Salcedo en los tratamientos sin fertilización y FM-D1 alcanzó medias de días a la maduración de 101 y 102 días respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La variedad Altiplano en el tratamiento FO-D1 alcanzó una media de días a la maduración de 95 días, mostrando diferencias significativas con respecto a los tratamientos FO-D2, FM-D1, sin fertilización, FI-D1, FM-D2 y FI-D2 y fue menor en un 6, 6, 7, 7, 8 y 9 por ciento respectivamente. Así mismo, la variedad Altiplano en los tratamientos FO-D2, FM-D1, sin fertilización, FI-D1 y FM-D2 alcanzó medias de días a la maduración de 101, 101, 102, 102 y 103 días respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Por otro lado, la variedad Altiplano en el tratamiento FO-D2 mostró diferencias significativas con respecto al tratamiento FI-D2 que alcanzó una media de días a la maduración de 104 días y fue menor en un 3 por ciento.

La variedad La Molina 89 en los tratamientos sin fertilización, FI-D2, FO-D1, FM-D1, FM-D2, FI-D1 y FO-D2 alcanzaron medias de días a la maduración de 101, 101, 102, 102, 102, 103 y 103 días respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La línea mutante MQPas-50 en los tratamientos FO-D1, FM-D1, sin fertilización, FO-D2, FI-D1, FI-D2 y FM-D2 alcanzaron medias de días a la maduración de 94, 95, 96, 96, 96, 96 y 96 días respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

Según clasificación de Wahli (2009), se tiene para quinua, cultivares precoces (menor a 130 días), semi-precoces (entre 130 a 150 días), semi-tardíos (entre 150 a 180 días) y tardíos (mayor a 180 días a la madurez).

Quillatupa (2009), señala que diferentes genotipos de quinuas maduraron, en costa, en un rango de 127 a 133 días.

Mendoza (2013), en condiciones de costa informa que la mayoría de los genotipos maduraron a los 133 días.

El INIA (2013) reporta valores de días a la maduración para las variedades de: Altiplano con 120 días, INIA 420 Negra Collana con 115 días, INIA 415 – Pasankalla con 105 días e INIA Salcedo con 120 días.

Respuesta al mildiú (*Peronospora variabilis*)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 43), indica que la línea mutante MQPas-50 alcanzó una media de daño por mildiu de 21 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades INIA Salcedo, Altiplano y La Molina 89 y fue menor en un 205, 238 y 262 por ciento respectivamente. Así mismo, la variedad INIA Salcedo alcanzó una media de daño por mildiu de 64 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades Altiplano y La Molina 89 y fue menor en un 11 y 19 por ciento respectivamente. Por otro lado, la variedad Altiplano alcanzó una media de daño por mildiu de 71 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a la variedad La Molina 89 que alcanzó una media de daño por mildiu de 76 por ciento y fue menor en un siete por ciento.

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) en promedio de las dos dosis de fertilización (cuadro 44), indica que la FI-D2 alcanzó una media de daño por mildiu de 54 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a la FM-D1, FO-D1, FM-D2, FO-D2, sin fertilización y FI-D1 y fue menor en un 4, 6, 7, 7, 9 y 13 por ciento respectivamente. Así mismo, la FM-D1 alcanzó una media de daño por mildiu de 56 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto FO-D2 y FI-D1 y fue menor en un 5 y 9 por ciento respectivamente. Así también, la FO-D1, FM-D2, sin fertilización y FO-D2 alcanzaron medias de daño por mildiu de 57, 58, 58 y 59 por ciento respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Por otra parte, la FO-D1, FM-D2, sin fertilización y FO-D2 mostraron diferencias significativas con respecto a la FI-D1 que alcanzó una media de daño por mildiu de 61 por ciento y fueron menores en un 7, 5, 5 y 3 por ciento respectivamente.

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la interacción variedad x fuentes de fertilización (cuadro 45), indica que la variedad INIA Salcedo en el tratamiento FI-D2 alcanzó una media de daño por mildiu de 52 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a los tratamientos FM-D2, FO-D1, FM-D1, FI-D1, sin fertilización y FO-D2 y fue menor en un 19, 21, 21, 29, 29 y 38 por ciento respectivamente. Así mismo, la variedad INIA Salcedo en los tratamientos FM-D2, FO-D1 y FM-D1 alcanzaron medias de daño por mildiu de 62, 63 y 63 por ciento respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así también, la variedad INIA Salcedo en el tratamiento FM-D2 mostró diferencias significativas con respecto al

experimento sin fertilización, FI-D1 y FO-D2 y fue menor en un 8, 13 y 13 por ciento respectivamente, mientras que en los tratamientos FO-D1 y FM-D1 mostraron diferencias significativas con respecto al tratamiento FO-D2 y fueron menores en un 11 en cada caso. Además, la variedad INIA Salcedo en los tratamientos sin fertilización y FI-D1 alcanzó la misma media de daño por mildiu de 67 por ciento, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Por otra parte, la variedad INIA Salcedo en los tratamientos FI-D1 y sin fertilización mostró diferencias significativas con respecto al tratamiento FO-D2 que alcanzó una media de daño por mildiu de 72 por ciento y fueron menores en un siete por ciento en cada caso.

La variedad Altiplano en los tratamientos FO-D2, FI-D2 y FM-D1 alcanzaron la misma media de daño por mildiu de 67 por ciento, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la variedad Altiplano en los tratamientos FO-D2, FI-D2 y FM-D1 mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos sin fertilización, FO-D1, FM-D2 y FI-D1 y fueron menores en un 7, 7, 7 y 15 por ciento respectivamente en cada caso. Así mismo, la variedad Altiplano en los tratamientos sin fertilización, FO-D1 y FM-D2 alcanzaron la misma media de daño por mildiu de 72 por ciento, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la variedad Altiplano en los tratamientos sin fertilización, FO-D1 y FM-D2 mostró diferencias significativas con respecto al tratamiento FI-D1 que alcanzó una media de daño por mildiu de 77 por ciento y fueron menores en un siete por ciento en cada caso.

La variedad La Molina 89 en el tratamiento FO-D1 alcanzó una media de daño por mildiu de 70 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a los tratamientos FO-D2, FI-D1, FI-D2, FM-D1, FM-D2 y sin fertilización y fue menor en un 4, 10, 10, 10, 10 y 10 por ciento respectivamente. Así mismo, la variedad La Molina 89 el tratamiento FO-D2 alcanzó una media de daño por mildiu de 73 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a los tratamientos FI-D1, FI-D2, FM-D1, FM-D2 y sin fertilización y fue menor en un 5, 5, 5, 5 y 5 por ciento respectivamente. Así también, la variedad La Molina 89 en los tratamientos FI-D1, FI-D2, FM-D1, FM-D2 y sin fertilización alcanzó la misma media de daño por mildiu de 77 por ciento, sin mostrar diferencias significativas entre sí

La línea mutante MQPas-50 en los tratamientos sin fertilización, FI-D2 y FM-D1 alcanzó la misma media de daño por mildiu de 18 por ciento, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la línea mutante MQPas-50 en los tratamientos sin fertilización, FI-D2 y FM-D1 mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos FO-D1, FO-D2, FI-D1 y FM-D2 y fueron menores en un 28 por ciento respectivamente en cada caso. Así mismo, la línea mutante MQPas-50 en los tratamientos FO-D1, FO-D2, FI-D1 y FM-D2 alcanzó la misma media de daño por mildiu de 23 por ciento, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

Jacobsen y Risi (1998), señalan que condiciones cálidas, con humedad relativa mayor a 80 por ciento y temperaturas de entre 20 y 25° C, también favorecen la infección.

Bonifacio (2001) señala que, para la expresión, el mildiú requiere de condiciones ambientales más o menos específicas, siendo la alta humedad relativa del ambiente la condición más preponderante, aunque también se requiere temperaturas relativamente frescas.

Danielsen *et al.* (2000), señala que, en condiciones de alta presión de enfermedad, se reducen los rendimientos de 33 a 58 por ciento. Así mismo, afirma que el mildiu es la enfermedad más importante de la quinua y la que mayores daños causa a la planta, en infecciones severas el cultivo puede sufrir una reducción considerable en cuanto a sus rendimientos.

Mendoza (2013) estudiando la infección por mildiú en genotipos de quinua, en La Molina, encontró un valor promedio igual a 35 por ciento y un rango de infección de 26.67 a 50 por ciento, sin control de la enfermedad por fines del experimento.

Peso de 1000 granos

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 43), indica que las variedades Altiplano y MQPas-50 alcanzaron medias de peso de 1000 granos de 3.05 y 3.03 g respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la variedad Altiplano mostró diferencias significativas con respecto a las variedades INIA Salcedo y La Molina 89 y fue mayor en un 4 y 8 por ciento

respectivamente, mientras que la variedad MQPas-50 mostró diferencias significativas con respecto a las variedades INIA Salcedo y La Molina 89 y fue mayor en un 3 y 7 por ciento respectivamente. Por otro lado, la variedad INIA Salcedo alcanzó una media de peso de 1000 granos de 2.93 g, mostrando diferencias significativas con respecto a la variedad La Molina 89 que alcanzó una media de peso de 1000 granos de 2.83 g y fue mayor en un cuatro por ciento.

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) a nivel de promedio de las dos dosis de fertilización (cuadro 44), indica que la FI-D2 y FI-D1 alcanzaron medias de peso de 1000 granos de 3.10 y 3.00 g, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la FI-D2, mostró diferencias significativas con respecto al experimento sin fertilización, FM-D1, FM-D2, FO-D1 y FO-D2 y fue mayor en un 4, 5, 6, 7 y 8 por ciento respectivamente, mientras que la FI-D1 mostró diferencias significativas con respecto a la FO-D1 y FO-D2 y fue mayor en un 4 y 5 por ciento respectivamente. Por otro lado, el experimento sin fertilización, FM-D1, FM-D2 y FO-D1 alcanzaron medias de 1000 granos de 2.99, 2.95, 2.92 y 2.89 g respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Por otra parte, la FO-D1 mostró diferencias significativas con respecto a la FO-D1 que alcanzó una media de 1000 granos de 2.87 g y fue mayor en un cuatro por ciento.

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) para interacción variedades x fertilización (cuadro 45), indica que la variedad INIA Salcedo en los tratamientos sin fertilización y FI-D2 alcanzó medias de peso de 1000 granos de 3.18 y 3.13 g, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la variedad INIA Salcedo en el tratamiento sin fertilización mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos FM-D2, FI-D1, FO-D2 FM-D1 y FO-D1 y fue mayor en un 10, 11, 12, 14 y 14 por ciento respectivamente, mientras que la FI-D2 mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos FM-D2, FI-D1, FO-D2 FM-D1 y FO-D1 y fue mayor en un 8, 9, 10, 12 y 13 por ciento respectivamente. Así también, la variedad INIA Salcedo en los tratamientos FM-D2, FI-D1, FO-D2 FM-D1 y FO-D1 alcanzó medias de peso de 1000 granos de 2.89, 2.87, 2.84, 2.80 y 2.78 g, sin mostrar diferencias significativas entre sí

La variedad Altiplano en los tratamientos FM-D1 y FI-D1 alcanzaron medias de peso de 1000 granos de 3.47 y 3.31 g respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre

sí. Así mismo, la variedad Altiplano en el tratamiento FM-D1 mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos FI-D2, sin fertilización, FM-D2, FO-D2 y FO-D1 y fue mayor en un 13, 14, 19, 22 y 29 por ciento respectivamente, mientras que el tratamiento FI-D1 mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos FI-D2, sin fertilización, FM-D2, FO-D2 y FO-D1 y fue mayor en un 8, 9, 13, 17 y 23 por ciento respectivamente. Así también, la variedad Altiplano en los tratamientos FI-D2, sin fertilización y FM-D2 alcanzaron medias de peso de 1000 granos de 3.06, 3.05 y 2.92 g, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Además, la variedad Altiplano en el tratamiento FI-D2 mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos FO-D2 y FO-D1 y fue mayor en un 8 y 13 por ciento respectivamente, mientras que el tratamiento sin fertilización mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos FO-D2 y FO-D1 y fue mayor en un 7 y 13 por ciento respectivamente. Por otro lado, la variedad Altiplano en el tratamiento FM-D2 mostró diferencias significativas con respecto al tratamiento FO-D1 y fue mayor en un 8 por ciento. Por último, la variedad Altiplano en los tratamientos FO-D2 y FO-D1 alcanzó medias de peso de 1000 granos de 2.84 y 2.70 g respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La variedad La Molina 89 en los tratamientos FO-D1, FO-D2 y FI-D2 alcanzaron medias de peso de 1000 granos de 3.02, 3.01 y 2.90 g, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la variedad La Molina 89 en el tratamiento FO-D1 mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos FO-D2, sin fertilización, FI-D1 y FM-D1 y fue mayor en un 9, 9, 11 y 15 por ciento respectivamente, mientras que el tratamiento FO-D2 mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos FO-D2, sin fertilización, FI-D1 y FM-D1 y fue mayor en un 9, 9, 11 y 14 por ciento respectivamente. Así también, la variedad La Molina 89 en el tratamiento FI-D2 mostró diferencias significativas con respecto al tratamiento FM-D1 y fue mayor en un 10 por ciento. Por otra parte, la variedad La Molina 89 en los tratamientos FO-D2, sin fertilización, FI-D1 y FM-D1 alcanzaron medias de peso de 1000 granos de 2.77, 2.77, 2.72 y 2.63 g respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La variedad MQPas-50 en los tratamientos FI-D2 y FI-D1 alcanzó medias de peso de 1000 granos de 3.32 y 3.11 g respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la variedad MQPas-50 en el tratamiento FI-D2 mostró diferencias

significativas con respecto a los tratamientos FO-D1, FO-D2, sin fertilización, FM-D1 y FM-D2 y fue mayor en un 9, 9, 13, 15 y 16 por ciento respectivamente, mientras que el tratamiento FI-D1 mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos FM-D1 y FM-D2 y fue mayor en un 8 y 9 por ciento respectivamente. Así también, la variedad MQPas-50 en los tratamientos FO-D1, FO-D2, sin fertilización, FM-D1 y FM-D2 alcanzó medias de peso de 1000 granos de 3.04, 3.04, 2.95, 2.88 y 2.85 g respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

Leonardo (1985), reporta que el uso de fertilizantes mejora las características de peso de mil granos, obteniendo valores de 3.42 g (sin abonamiento) hasta 3.66 g (60-60-0) para la variedad Blanca de Junín. Adicionalmente, Apaza (1995) señala que la fertilización tiene un efecto positivo sobre el peso de mil granos.

El tamaño de los granos y por ende el peso de los mismos, varían ampliamente entre cultivares, bajo condiciones sin estrés el peso de mil granos está entre 1.2 y 6 g (Rojas, 2003 citado por Mujica *et al.*, 2010).

Según Mujica *et al* (2001), el peso de mil granos varía de 1.93 a 3.35 g con un promedio de 2.3 g.

Barnett (2005), informa que el peso de mil granos promedio para las variedades estudiadas fueron: Rosada de Huancayo con 1.87 g., Blanca de Hualhuas con 1.61 g., y La Molina 89 con 2.48 g.

Gordon (2011) para peso de 1000 granos obtuvo 1.95 g y 1.58 g para la variedad Pasankalla y Rosada de Huancayo, respectivamente.

Huamancusi (2012) para la variedad La Molina 89 observa que el peso de mil granos se incrementa conforme se eleva la dosis de nitrógeno aplicada, concluyendo que un nivel de 120 kg/ha nitrógeno aplicado se obtiene un peso de 3.16 g, un buen peso de 1000 granos.

Mendoza (2013) reporta un rango de 1.22 a 2.71 g como peso de 1000 granos, para accesiones de quinua.

El INIA (2013) reporta valores para el peso de mil granos para las variedades de: Altiplano con 3.30 g, INIA 420 Negra Collana con 2.03 g, INIA 415 – Pasankalla entre 3.51 a 3.72 g e INIA Salcedo entre 3.10 g a 3.70 g.

Porcentaje de proteínas

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) para las variedades (cuadro 43), indica que la variedad Altiplano alcanzó una media de proteínas del grano de 14.4 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades La Molina 89, INIA Salcedo y MQPas-50 y fue mayor en un 7, 10 y 32 por ciento respectivamente. Así mismo, la variedad La Molina 89 alcanzó una media de proteínas del grano de 13.4 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a las variedades INIA Salcedo y MQPas-50 y fue mayor en un 2 y 23 por ciento respectivamente. Por otro lado, la variedad INIA Salcedo alcanzó una media de proteínas del grano de 13.1 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a la línea mutante MQPas-50 que alcanzó una media de proteínas del grano de 10.9 por ciento y fue mayor en un 20 por ciento.

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) en promedio de las dos dosis de fertilización (cuadro 44), indica que la FI-D2 alcanzó una media de proteínas del grano de 13.5 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a la FI-D1, FM-D2, FM-D1, FO-D1, FO-D2 y sin fertilización y fue mayor en un 2, 3, 4, 6, 7 y 7 por ciento respectivamente. Así mismo, la FI-D1, FM-D2 y FM-D1 alcanzaron medias de proteínas del grano de 13.2, 13.1 y 13 por ciento respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así también, la FI-D1 mostró diferencias significativas con respecto a la FO-D1, FO-D2 y sin fertilización y fue mayor en un 4, 5 y 5 por ciento respectivamente, mientras que la FM-D2 mostró diferencias significativas con respecto a la FO-D1, FO-D2 y sin fertilización y fue mayor en un 3, 4 y 4 por ciento respectivamente. Además, la FM-D1 mostró diferencias significativas con respecto a la FO-D2 y sin fertilización y fue mayor en un 3 y 3 por ciento respectivamente. Por otra parte, la FO-

D1, FO-D2 y sin fertilización alcanzaron medias de proteínas de grano de 12.7, 12.6 y 12.6 por ciento respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la interacción entre las variedades y las dosis de fertilización (cuadro 45), indica que la variedad INIA Salcedo en los tratamientos FM-D2, FI-D1, FI-D2, sin fertilización, FO-D1 y FM-D1 alcanzaron medias de proteínas del grano de 13.4, 13.3, 13.2, 13.2, 13.0 y 13.0 por ciento respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la variedad INIA Salcedo en los tratamientos FM-D2, FI-D1, FI-D2, sin fertilización, FO-D1 y FM-D1 mostraron diferencias significativas con respecto al tratamiento FO-D2 que alcanzó una media de proteínas del grano de 12.3 por ciento y fueron mayores en un 9, 8, 7, 7, 6 y 6 por ciento respectivamente.

La variedad Altiplano en los tratamientos FM-D1, FI-D1 y FM-D2 alcanzaron medias de proteínas del grano de 15.2, 14.8 y 14.8 por ciento respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así mismo, la variedad Altiplano en el tratamiento FM-D1 mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos FO-D2, FO-D1, FI-D2 y sin fertilización y fue mayor en un 6, 8, 8 y 12 por ciento respectivamente, mientras que los tratamientos FI-D1 y FM-D2 mostraron diferencias significativas con respecto a los tratamientos FO-D1, FI-D2 y sin fertilización y fueron mayores en un 5, 5 y 9 por ciento respectivamente para cada caso. Así mismo, la variedad Altiplano en los tratamientos FO-D2, FO-D1 y FI-D2 alcanzaron medias de proteínas del grano de 14.3, 14.1 y 14.1 por ciento respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así también la variedad Altiplano en el tratamiento FO-D2 mostró diferencias significativas con respecto al tratamiento sin fertilización que alcanzó una media de proteínas de granos de 13.6 por ciento y fue mayor en un cinco por ciento.

La variedad La Molina 89 en el tratamiento FI-D2 alcanzó una media de proteínas del grano de 15.5 por ciento, mostrando diferencias significativas con respecto a los tratamientos FI-D1, FM-D2, sin fertilización, FO-D1, FO-D2 y FM-D1 y fue mayor en un 13, 13, 20, 20, 22 y 22 por ciento respectivamente. Así mismo, la variedad La Molina 89 en los tratamientos FI-D1 y FM-D2 alcanzaron la misma media de proteínas del grano de 13.7 por ciento, sin mostrar diferencias significativas entre sí. Así también, la variedad

La Molina 89 en los tratamientos FI-D1 y FM-D2 mostraron diferencias significativas con respecto a los tratamientos sin fertilización, FO-D1, FO-D2 y FM-D1 y fueron mayores en un 6, 6, 8 y 8 por ciento respectivamente para cada caso. Además, la variedad La Molina 89 en los tratamientos sin fertilización, FO-D1, FO-D2 y FM-D1 alcanzaron medias de proteínas del grano de 12.9, 12.9, 12.7 y 12.7 por ciento respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

La línea mutante MQPas-50 en los tratamientos FI-D2, FM-D1, FO-D2, FI-D1, sin fertilización, FO-D1 y FM-D2 alcanzaron medias de proteínas del grano de 11.2, 11.0, 10.9, 10.9, 10.8, 10.8 y 10.7 por ciento respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí.

Según Mujica *et al.* (2001), el contenido de proteína en el grano varía de 12 a 20 por ciento. Por otro lado, Valencia (2003) indica que el contenido de proteína en la semilla de quinua varía 8 a 22 por ciento.

Barnett (2005) señala que el porcentaje de proteína de la variedad para La Molina 89 fue 16.38 por ciento. En general, el contenido de proteína en el grano varía entre cultivares, PROINPA (2011). Gordon (2011) informa un contenido de proteína de grano promedio de 11.68 por ciento para la variedad Pasankalla.

El INIA (2013) reporta valores de porcentaje de proteínas mayores a 16 por ciento para variedades como: Blanca de Juli, INIA Salcedo, Pasankalla, Altiplano e Illpa INIA.

Mendoza (2013), en un estudio realizado en La Molina, encontró un valor promedio de proteína de 11.57 por ciento y el mayor porcentaje de proteína en el grano igual a 15.56 por ciento fue encontrado en la accesión PEQPC 2933/APURIMAC.

Cuadro 42: Cuadrados medios del ANVA COMBINADO de rendimiento, altura de planta, días a la maduración, respuesta al mildiú, peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) sin fertilización, con fertilización orgánica, inorgánica y mixta en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Fuente de variabilidad	G.L	Rendimiento	Altura de planta	Días a la maduración	Daño por mildiú	Peso de 1000 granos	Proteínas del grano
------------------------	-----	-------------	------------------	----------------------	-----------------	---------------------	---------------------

Variedades	3	22941324 ***	4186.6 ***	617.24 ***	26241.3 ***	0.62748 **	20.981 ***
Dosis	6	25040073 ***	2157.1 ***	91.57 ***	395.3 ***	0.45601 ***	8.677 ***
Variedades x dosis	18	123807795 ***	6040.5 ***	245.1 ***	13010.2 ***	21.3317 ***	35.492 ***
Error	56	8727401	266.7	163.33 ***	544	0.91413	7.1 ***
Total	83						
Coefficiente de variación (%)		7.66	2.09	1.73	5.42	4.32	2.75
Promedio total		4828 kg/ha	105 cm	99 días	59%	2.96 g	13.00%

Cuadro 43: Valores medios y prueba de Duncan COMBINADO de rendimiento, altura de planta, respuesta al mildiú, del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) sin fertilización, con fertilización orgánica, inorgánica y mixta en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Variedades	Rendimiento (kg/ha)	Altura planta (cm)	Maduración (días)	Mildiu (%)	1000 granos (g)	Proteínas del grano (%)
INIA Salcedo	4003 c	114 a	97 a	64 b	2.93 b	13.1 c
Altiplano	4827 b	94 d	101 b	71 c	3.05 a	14.4 a
La Molina 89	5430 a	103 c	102 b	76 d	2.83 c	13.4 b
MQPas-50	5050 b	106 b	96 a	21 a	3.03 a	10.9 d

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

Cuadro 44: Valores medios y prueba de Duncan del COMBINADO de rendimiento, altura de planta, respuesta al mildiú, peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano en promedio general de dos dosis de fertilización orgánica, inorgánica y mixta en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Fertilización	Rendimiento (kg/ha)	Altura planta (cm)	Maduración (días)	Mildiu (%)	1000 granos (g)	Proteínas del grano (%)
Orgánica dosis uno	4389 d	102 d	97 a	57 bc	2.89 cd	12.7 cd
Orgánica dosis dos	5380 b	114 a	98 b	59 c	2.87 d	12.6 d
Inorgánica dosis uno	4281 d	99 e	99 bcd	61 d	3.00 ab	13.2 b
Inorgánica dosis dos	4495 cd	98 e	99 bcd	54 a	3.10 a	13.5 a
Mixto dosis uno	4490 cd	107 b	100 d	56 b	2.95 bcd	13.0 bc
Mixto dosis dos	6014 a	106 bc	99 bcd	58 bc	2.92 bcd	13.1 b
Sin fertilización	4745 c	105 c	100 d	58 bc	2.99 bc	12.6 d

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

Cuadro 45: Valores medios y prueba de Duncan COMBINADO de rendimiento, altura de planta, respuesta al mildiú, del peso de mil granos (g) y contenido de proteína (%) del grano de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) de la interacción entre las variedades y las dosis de fertilización con fertilización orgánica, inorgánica y mixta de La Molina campaña 2016B.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Altura planta (cm)	Maduración (días)	Mildiú (%)	1000 granos (g)	Proteínas del grano (%)
INIA Salcedo Sin-Fert	3768 lmn	118 b	101 b	67 ef	3.18 bc	13.2 fghij
INIA Salcedo FO-D1	4520 ijk	110 de	96 a	63 de	2.78 hijk	13.0 hij
INIA Salcedo FO-D2	3237 nop	118 b	95 a	72 g	2.84 ghij	12.3 k
INIA Salcedo FI-D1	4227 jkl	105 fg	95 a	67 ef	2.87 fghij	13.3 fghij
INIA Salcedo FI-D2	4850 ghi	123 a	96 a	52 c	3.13 bcd	13.2 fghij
INIA Salcedo FM-D1	3440 mn	118 b	102 bc	63 de	2.80 ghij	13.0 hij
INIA Salcedo FM-D2	3982 klm	107 efg	94 a	62 d	2.89 fghij	13.4 fghi
Altiplano Sin-Fert	5580 ef	108 ef	102 bc	72 g	3.05 cdef	13.6 efgh
Altiplano FO-D1	3954 klm	90 j	95 a	72 g	2.70 jk	14.1 de
Altiplano FO-D2	7740 a	103 gh	101 b	67 ef	2.84 ghij	14.3 cd
Altiplano FI-D1	1467 q	80 k	102 bc	77 i	3.31 ab	14.8 bc
Altiplano FI-D2	5160 fgh	88 j	104 c	67 ef	3.06 cdef	14.1 de
Altiplano FM-D1	3405 mno	82 k	101 b	67 ef	3.47 a	15.2 ab
Altiplano FM-D2	6480 bcd	110 de	103 bc	72 g	2.92 efghi	14.8 bc

Continuación...

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Altura planta (cm)	Maduración (días)	Mildiú (%)	1000 granos (g)	Proteínas del grano (%)
La Molina 89 Sin-Fert	4630 hij	87 j	101 b	77 i	2.77 hijk	12.9 ijk
La Molina 89 FO-D1	6265 cd	108 ef	102 bc	70 fg	3.02 cdefg	12.9 ijk
La Molina 89 FO-D2	5205 fgh	110 de	103 bc	73 gh	2.77 hijk	12.7 jk
La Molina 89 FI-D1	6943 b	103 gh	103 bc	77 i	2.72 ijk	13.7 defg
La Molina 89 FI-D2	2772 p	90 j	101 b	77 i	2.90 fghij	15.5 a
La Molina 89 FM-D1	5182 fgh	113 cd	102 bc	77 i	2.63 k	12.7 jk
La Molina 89 FM-D2	7017 b	110 de	102 bc	77 i	3.01 cdefg	13.7 defg
MQPas-50 Sin-Fert	5002 fghi	107 efg	96 a	18 a	2.95 defgh	10.8 l
MQPas-50 FO-D1	2818 op	100 hi	94 a	23 b	3.04 cdefg	10.8 l
MQPas-50 FO-D2	5337 efg	125 a	96 a	23 b	3.04 cdefg	10.9 l
MQPas-50 FI-D1	4485 ijk	108 ef	96 a	23 b	3.11 bcde	10.9 l
MQPas-50 FI-D2	5197 fgh	90 j	96 a	18 a	3.32 ab	11.2 l
MQPas-50 FM-D1	5935 de	115 bc	95 a	18 a	2.88 fghij	11.0 l
MQPas-50 FM-D2	6578 bc	97 i	96 a	23 b	2.85 fghij	10.7 l

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

Objetivo 2.- Determinar los costos y la rentabilidad del cultivo de quinua con el empleo de fuentes de nutrientes orgánicos y sintéticos.

4.1.5. Costos de producción y rentabilidad

Se consideró para determinar los costos a nivel de cada experimento valores iguales para preparación del terreno, siembra, labores culturales, análisis de suelos y otros y cosecha para los diferentes experimentos. Los valores difieren en los fertilizantes y las dosis aplicadas con un porcentaje del costo que varía de 14.05 por ciento a 50.80 por ciento; correspondiendo el valor más bajo a la inversión de fertilizantes en el tratamiento fertilización inorgánica-dosis uno y el más alto a la fertilización orgánica - dosis dos. Los costos fueron de S/. 10 570 para fertilización orgánica-dosis dos, de S/. 7 951 para fertilización orgánica-dosis uno, de S/. 7 055 para fertilización inorgánica-dosis dos, de S/. 6 050 para fertilización inorgánica-dosis uno, de S/. 8 985 para fertilización mixta-dosis dos, de S/. 6 775 para fertilización mixta-dosis uno (cuadro 46).

En los Cuadros 47, 48, 49 y 50; se presentan los datos de la rentabilidad por variedad considerando los datos promedio de rendimiento de cada uno de los fertilizantes y niveles aplicados. Se consideraron precios diferenciales para la quinua obtenida con fertilizantes orgánicos, mixta (ecológica) y la obtenida en forma convencional o con insumos sintéticos o inorgánicos.

La rentabilidad para la variedad INIA Salcedo en los experimentos estudiados, fluctúa entre 129.36 a 326.14 por ciento, que corresponden a los tratamientos con fertilización orgánica - dosis dos y fertilización orgánica - dosis uno respectivamente (cuadro 47).

La rentabilidad para la variedad Altiplano, la rentabilidad fluctúa entre -15.05 a 447.44 por ciento, que corresponden a los tratamientos de fertilización inorgánica - dosis uno y de fertilización orgánica - dosis dos respectivamente (cuadro 48).

La rentabilidad para la variedad La Molina 89 fluctúa de 37.25 a 490.55 por ciento, que corresponden a los tratamientos de fertilización inorgánica - dosis dos y de fertilización orgánica - dosis uno respectivamente (cuadro 49).

La rentabilidad para la línea mutante MQPas-50 fluctúa entre 128.76 a 382.46 por ciento, que corresponden a los tratamientos de fertilización inorgánica - dosis dos y de fertilización mixta - dosis uno, respectivamente (cuadro 50).

Cuadro 46: Costos de producción (S/.) según las fuentes y dosis de fertilización en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*) en condiciones de La Molina campaña 2016B.

Fertilización (kg/ha) Costos (S/.)	Sin dosis		Org. dosis dos		Org. dosis uno		Inorg. dosis dos		Inorg. dosis uno		Mixta dosis dos		Mixta dosis uno	
		%		%		%		%		%		%		%
Fertilizantes	0	0	5370	50.80	2751	34.60	1855	26.29	850	14.05	3785	42.13	1575	23.25
Preparación del terreno	1500	28.85	1500	14.19	1500	18.87	1500	21.26	1500	24.79	1500	16.69	1500	22.14
Siembra	100	1.92	100	0.95	100	1.26	100	1.42	100	1.65	100	1.11	100	1.48
Riego	800	15.38	800	7.57	800	10.06	800	11.34	800	13.22	800	8.90	800	11.81
Labores culturales	1500	28.85	1500	14.19	1500	18.87	1500	21.26	1500	24.79	1500	16.69	1500	22.14
Análisis de suelo y otros	300	5.77	300	2.84	300	3.77	300	4.25	300	4.96	300	3.34	300	4.43
Cosecha	1000	19.23	1000	9.46	1000	12.58	1000	14.17	1000	16.53	1000	11.13	1000	14.76
TOTAL	5200	100	10570	100	7951	100	7055	100	6050	100	8985	100	6775	100

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 47: Índice de rentabilidad (%) obtenida con la variedad de quinua (*Chenopodium quinoa*) INIA Salcedo con diferentes fuentes y dosis de fertilización en condiciones de La Molina campaña 2016B.

	INIA Salcedo						
	Sin fertilización	Fuente orgánica dosis dos	Fuente orgánica dosis uno	Fuente inorgánica dosis dos	Fuente inorgánica dosis uno	Fuente mixta dosis dos	Fuente mixta dosis uno
Rendimiento (kg/ha) (valor promedio experimento)	3 768.00	3 237.00	4 520.00	4 850.00	4 227.00	3 982.00	3 440.00
Precio en chacra (S/.) x kg	3.50	7.50	7.50	3.50	3.50	5.50	5.50
Valor bruto de la producción	13 188.00	24 275.00	33 900.00	16 625.00	14 793.33	21 899.17	18 920.00
Análisis económico							
Valor bruto de la producción	13 188.00	24 275.00	33 900.00	16 625.00	14 793.33	21 899.17	18 920.00
Costo de la producción total	5 200.00	10 570.00	7 951.00	7 055.00	6 050.00	8 985.00	6 775.00
Utilidad neta estimada	7 988.00	13 705.00	25 949.00	9 570.00	8 743.33	12 914.17	12 145.00
Precio en chacra (S/.) x kg	3.50	7.50	7.50	3.50	3.50	5.50	5.50
Costo de la producción(S/.) por kg	1.38	3.27	1.76	1.49	1.43	2.26	1.97
Utilidad (S/.) por kg	2.12	4.23	5.74	2.01	2.07	3.24	3.53
Índice de rentabilidad (%)	153.63	129.36	326.14	134.90	144.76	143.36	179.19

Fuente: elaboración propia

Cuadro 48: Índice de rentabilidad (%) obtenida con la variedad de quinua (*Chenopodium quinoa*) Altiplano con diferentes fuentes y dosis de fertilización en condiciones de La Molina campaña 2016B.

	Altiplano						
	Sin fertilización	Fuente orgánica dosis dos	Fuente orgánica dosis uno	Fuente inorgánica dosis dos	Fuente inorgánica dosis uno	Fuente mixta dosis dos	Fuente mixta dosis uno
Rendimiento (kg/ha) (valor promedio experimento)	5 580.00	7 740.00	3 954.00	5 160.00	1 467.00	6 480.00	3 405.00
Precio en chacra (S/.) x kg	3.50	7.50	7.50	3.50	3.50	5.50	5.50
Valor bruto de la producción	19 530.00	58 050.00	29 655.00	18 060.00	5 134.50	35 640.00	18 727.50
Análisis económico							
Valor bruto de la producción	19 530.00	58 050.00	29 655.00	18 060.00	5 134.50	35 640.00	18 727.50
Costo de la producción total	5 200.00	10 570.00	7 951.00	7 055.00	6 050.00	8 985.00	6 775.00
Utilidad neta estimada	14 330.00	47 480.00	21 704.00	11 005.00	- 915.50	26 655.00	11 952.50
Precio en chacra (S/.) x kg	3.50	7.50	7.50	3.50	3.50	5.50	5.50
Costo de la producción(S/.) por kg	0.93	1.37	2.01	1.37	4.12	1.39	1.99
Utilidad (S/.) por kg	2.57	6.13	5.49	2.56	- 0.62	4.11	3.51
Índice de rentabilidad (%)	276.34	447.44	273.13	187.23	- 15.05	295.68	176.38

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 49: Índice de rentabilidad (%) obtenida con la variedad de quinua (*Chenopodium quinoa*) La Molina 89 con diferentes fuentes y dosis de fertilización en condiciones de La Molina campaña 2016B.

	La Molina 89						
	Sin fertilización	Fuente orgánica dosis dos	Fuente orgánica dosis uno	Fuente inorgánica dosis dos	Fuente inorgánica dosis uno	Fuente mixta dosis dos	Fuente mixta dosis uno
Rendimiento (kg/ha) (valor promedio experimento)	4 630.00	5 387.00	6 265.00	2 772.00	6 943.00	7 017.00	5 182.00
Precio en chacra (S/.) x kg	3.50	7.50	7.50	3.50	3.50	5.50	5.50
Valor bruto de la producción	16 205.00	40 400.03	46 987.50	9 700.85	24 301.55	38 593.50	28 501.00
Análisis económico							
Valor bruto de la producción	16 205.00	40 400.03	46 987.50	9 700.85	24 301.55	38 593.50	28 501.00
Costo de la producción total	5 200.00	10 570.00	7 951.00	7 055.00	6 050.00	8 985.00	6 775.00
Utilidad neta estimada	11 005.00	29 830.03	39 036.50	2 645.85	18 251.55	29 608.50	21 726.00
Precio en chacra (S/.) x kg	3.50	7.50	7.50	3.50	3.50	5.50	5.50
Costo de la producción(S/.) por kg	1.12	1.96	1.27	2.55	0.87	1.28	1.30
Utilidad (S/.) por kg	2.48	5.54	6.23	0.95	2.63	4.22	4.20
Índice de rentabilidad (%)	221.43	282.65	490.55	37.25	302.30	329.69	323.07

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 50: Índice de rentabilidad (%) obtenida con la variedad de quinua (*Chenopodium quinoa*) MQPas-50 con diferentes fuentes y dosis de fertilización en condiciones de La Molina campaña 2016B.

	MQPas-50						
	Sin fertilización	Fuente orgánica dosis dos	Fuente orgánica dosis uno	Fuente inorgánica dosis dos	Fuente inorgánica dosis uno	Fuente mixta dosis dos	Fuente mixta dosis uno
Rendimiento (kg/ha) (valor promedio experimento)	5 002.00	5 337.00	2 818.00	5 197.00	4 485.00	6 578.00	5 935.00
Precio en chacra (S/.) x kg	3.50	7.50	7.50	3.50	3.50	5.50	5.50
Valor bruto de la producción	17 507.00	40 027.50	21 137.48	18 189.50	15 697.50	36 179.00	32 642.50
Análisis económico							
Valor bruto de la producción	17 507.00	40 027.50	21 137.48	18 189.50	15 697.50	36 179.00	32 642.50
Costo de la producción total	5 200.00	10 570.00	7 951.00	7 055.00	6 050.00	8 985.00	6 775.00
Utilidad neta estimada	12 307.00	29 457.50	13 186.48	10 238.5	9 647.50	27 194.00	25 867.50
Precio en chacra (S/.) x kg	3.50	7.50	7.50	3.50	3.50	5.50	5.50
Costo de la producción(S/.) por kg	1.04	1.98	2.82	1.53	1.35	1.37	1.14
Utilidad (S/.) por kg	2.46	5.52	4.68	1.97	2.15	4.13	4.36
Índice de rentabilidad (%)	236.54	278.79	165.96	128.76	159.26	305.84	382.46

Fuente: elaboración propia.

4.2. DISCUSION

4.2.1. Caracteres agronómicos

Rendimiento

En promedio general de los tratamientos las variedades y líneas avanzadas empleadas en el experimento presentaron un rango de rendimiento de granos de 4003 kg/ha a 5430 kg/ha y fueron superiores y similares a aquellos reportados en condiciones de Costa Central. Tapia (2003), Echegaray (2003) y Quillatupa (2009), en siembras de verano obtuvieron rendimientos de 1 524 kg/ha, 1 122.9 kg/ha y 4 425 kg/ha, respectivamente.

Por otro lado, INIA (2013), en el catálogo de variedades peruanas reporta valores de rendimientos para variedades como: Amarilla de Marangani de 3 500 kg/ha, Illpa INIA de 3 000 kg/ha, Altiplano de 3 000 kg/ha, Pasankalla de 4 500 kg/ha e INIA Salcedo de 2 500 kg/ha.

Considerando en promedio general el efecto de los tipos de fertilizantes y las dos dosis empleadas y el testigo de comparación sin fertilización, en el presente experimento, se observa que el testigo sin fertilización tiene en promedio 4745 kg/ha sólo superado por los tratamientos fertilización orgánica dosis dos con 5043 kg/ha y fertilización mixta dosis dos con 6014 kg/ha, valores significativamente diferentes. El valor más bajo corresponde al tratamiento fertilización inorgánica dosis uno. Por otro lado, es importante señalar que el rendimiento más alto obtenido en el presente experimento corresponde a la variedad Altiplano con 7740 kg/ha con fertilización orgánica dosis dos y a La Molina 89 con 7017 kg/ha con fuentes mixtas y dosis dos. Los rendimientos más bajos, en general, para todos los tratamientos fueron observados en la variedad INIA- Salcedo.

Estudios realizados en la Molina, muestran resultados que confirman los obtenidos en el experimento. Timaná (1992) en un experimento llevado a cabo en La Molina informa para la variedad La Molina 89 un rendimiento de 2 978.9 kg/ha con una dosis de nitrógeno de 80 kg/ha. Apaza (1995) obtuvo un rendimiento de 4 093 kg/ha con una dosis de 160 kg/ha de N. Por otro lado, Barnett (2005) informa un rendimiento, mayor de 7 156.7 kg/ha y concluye que la variedad La Molina 89, responde a las dosis crecientes de nitrógeno hasta 120 kg/ha, permitiendo incrementar de manera gradual el rendimiento promedio de

granos por panoja, el diámetro de la panoja y la materia seca; y que dosis mayores de nitrógeno, originan disminución decreciente de rendimiento por cada unidad adicional de N. Huamancusi (2012) reporta rendimientos de 6 324,3 kg/ha y 4 813 kg/ha respectivamente, con una fertilización más alta y menor densidad de plantas. Julón (2016) empleando variedades de quinua y líneas mutantes en condiciones de La Molina informa que en un sistema convencional-inorgánico obtuvo un rendimiento de 2406.89 Kg/Ha, superior al sistema ecológico-guano de isla con 1884.9 kg/ha, al ecológico- estiércol vacuno con 1838.5 kg/ha y al control sin fertilización (tradicional) con 1293.6 kg/ha.

Por otro lado, en condiciones de Ayacucho, Risco (2011) señala que el tratamiento con guano de Isla produjo el rendimiento más alto con 3406.25 kg/ha seguido de fertilizante sintético más guano de isla con 2812.50 kg/ha y el tratamiento testigo tuvo el menor rendimiento con 2140.64 kg/ha.

Las dosis empleadas en todos los tipos de fertilización para N-P₂O₅ y K₂O en el presente experimento fue de 150-180-200 kg/ha. Los mayores rendimientos observados en los tratamientos con la fertilización orgánica y la mixta, en general para todas las variedades y líneas avanzadas, probablemente, se deban a que tuvieron adicionalmente otras fuentes de nutrientes como el Mg y el S, no adicionados en la fertilización inorgánica. La cantidad de Mg y S para la fertilización orgánica fue de 22 y 42 kg/ha y para la fertilización mixta fue de 11 y 21 kg/ha; respectivamente. El magnesio es el átomo central de la molécula de la clorofila y tiene efecto sobre el metabolismo del fósforo, la respiración de la planta y ayuda en la activación de muchos enzimas. Por otro lado, el S es parte de toda célula viva, es constituyente de dos aminoácidos que forman proteínas, está involucrado en la biosíntesis de enzimas y vitaminas, importante en la producción de semillas y necesaria en la formación de clorofila (Snyder and Leep, 2007).

Mujica *et al.* (2001), señala que los rendimientos en general varían de acuerdo con las variedades, que presentan diferentes potenciales genéticos, a la fertilización sobre todo nitrogenada y fosfórica; a las labores culturales y controles fitosanitarios oportunos proporcionados durante su ciclo y del medio ambiente en el cual se cultivan. Tapia (2010) señala que la quinua cultivada últimamente en condiciones de costa (1 100 m.s.n.m.) puede tener rendimientos sobre los 4 000 kg/ha bajo condiciones de una agricultura

convencional. En general se obtiene rendimientos de 3500 a 4000 kg/ha en zonas más favorables para el cultivo y con tecnología alta a media.

Actualmente en Costa, la producción comercial más alta obtenida en condiciones óptimas de suelo, humedad, temperatura y labores culturales oportunas; está alrededor de 6 000 a 7 000 kg/ha, en promedio. Rendimientos muy superiores a los reportados para la región sierra que según Tapia y Fries (2007) alcanzan un rango de 600 a 2 500 kg/ha.

Altura de planta

Esta característica agronómica es muy importante por estar asociada al acame o tumbado de plantas, que contribuyen a la reducción del rendimiento, al deterioro de la calidad de los granos que entra en contacto con el suelo y la dificultad en las labores de cosecha que incrementan los costos de esta. En el presente experimento la altura de planta en promedio general del experimento vario de 94 a 114 cm, correspondiendo el valor más bajo a la variedad Altiplano y el más alto a la variedad INIA Salcedo. La Molina 89 tuvo una altura promedio general de 103 cm.

En condiciones de La Molina, en siembras de verano, Tapia (2003) para la variedad La Molina 89, obtuvo una altura promedio de 137.0 cm; Echegaray (2003) encontró una mayor altura bajo el sistema de riego indirecto (goteo), con una altura máxima de 147.1 cm (variedad La Molina 89) y 126.6 cm (variedad Amarilla de Maranganí). Barnett (2005), para la variedad La Molina 89 obtuvo un valor promedio de 165 cm, mayores a las obtenidas con la variedad Rosada de Huancayo de 137 cm y Blanca de Hualhuas con 145 cm. Mercedes (2005) informa en experimentos de quinua alturas de planta en promedio de 122 cm. Quillatupa (2009), en experimentos realizados con ecotipos de quinua provenientes de diferentes valles y del Altiplano, e informa altura de planta en el rango de 1.05 a 2.62 m. Gordon (2011) obtuvo con la variedad Pasankalla una altura promedio de 126.31 cm. Mendoza (2013), informa una altura de planta de 144 cm y un valor máximo de 166 cm para la accesión PEQPC-648/CUZCO.

Tapia (2003) indica que las quinuas del Altiplano alcanzan alturas de entre 1.0 y 1.8 m. En este experimento las variedades y líneas avanzadas empleadas en el estudio se derivan de ecotipos de Altiplano por lo que los valores del presente experimento se encuentran dentro del rango mencionado para este tipo de quinua.

Considerando el promedio general de fuentes y las dos dosis de nutrientes, en el presente experimento, la altura varió de 98 a 114 cm; correspondiendo el valor más bajo a la fuente inorgánica en sus dos dosis y el valor más alto a la fuente orgánica dosis dos. Con un testigo sin control con 105 cm.

En condiciones de La Molina, Timaná (1992), en un estudio con la variedad La Molina 89, observó efecto de la aplicación de N en la altura de planta con un incremento de 119.8 cm en el tratamiento sin fertilización (0 kg N/ha) a 133.6 cm con aplicación de nutrientes (240 kg N/ha) y con una altura promedio de 128.7 cm. Huamancusi (2012), observó que la altura de planta de quinua se incrementa conforme se eleva la dosis de nitrógeno aplicada, alcanzando 170 cm (80 kg/ha de nitrógeno) y 158 cm (testigo sin fertilizar). Julon (2016) encontró un rango de altura de plantas de 1.49 a 1.68 m; la altura más baja se obtuvo en el sistema ecológico- estiércol de vacuno mientras que la más alta en el sistema tradicional (sin fertilización).

Días a la maduración

Otra característica de importancia, especialmente en costa donde por el tipo de explotación se requieren variedades de menos de 120 días de ciclo de vida.

En el experimento en promedio general de las variedades la maduración varió de 96 a 102 días; correspondiendo el valor más bajo al MQPas-50 (mutante) y el más alto a La Molina 89. En condiciones de La Molina, Quillatupa (2009), señala que diferentes genotipos de quinuas maduraron, en costa, en un rango de 127 a 133 días. Mendoza (2013), informa que la mayoría de los genotipos maduraron a los 133 días.

INIA (2013) que en su catálogo de variedades reporta valores para las variedades de: Altiplano de 120 días, INIA 420 Negra Collana de 115 días, INIA 415 – Pasankalla de 105 días e INIA Salcedo de 120 días.

Según clasificación de Wahli (2009), se tiene para quinua, cultivares precoces (menor a 130 días), semi-precoces (entre 130 a 150 días), semi-tardíos (entre 150 a 180 días) y tardíos (mayor a 180 días a la madurez).

Considerando la maduración en el promedio general de las fuentes y dosis se puede apreciar que el rango fue de 97 a 100 días; correspondiendo el valor más alto para el control o sin fertilización. En condiciones de La Molina, Timaná (1992), en ensayos realizados con la quinua variedad La Molina 89, encontró que existe significación en días a floración por efecto de distintos niveles de abonamiento nitrogenado. Julón (2016) señala que el rango de días a la floración fue de 64 a 72 días; la floración se observó primero en el sistema convencional (inorgánico) y más tarde en el sistema tradicional (control-sin fertilización). El rango de variación para maduración fue de 103.89 a 111.85 días; el valor más bajo fue encontrado en el sistema convencional y el más tardío en el sistema tradicional.

4.2.2. Respuesta al mildiú (*Peronospora variabilis*)

El mildiú es la enfermedad más limitante del cultivo de la quinua en todos los ambientes y su efecto en intensidades altas conlleva a reducciones significativas del rendimiento.

En el presente experimento todos los genotipos evaluados presentaron síntomas de mildiú variando de 21 a 76 por ciento de área foliar con síntomas de la enfermedad. La enfermedad tuvo control químico en todos los tratamientos estudiados.

En condiciones de la Molina, Mendoza (2013) estudiando la infección por mildiú en genotipos de quinua, encontró un valor promedio igual a 35 por ciento y un rango de infección de 26.67 a 50 por ciento, sin control de la enfermedad por fines del experimento.

Considerando los tipos de fertilización y las dosis, el rango de severidad fue de 54 a 61 por ciento, correspondiendo estos dos valores a la fertilización inorgánica en ambas dosis. Julón (2016) señala un rango de severidad de mildiú en el follaje de 15.37 a 30.19 por ciento; el porcentaje más bajo se observó en el sistema convencional (fertilización inorgánica con control químico) y el más alto en el sistema tradicional (sin fertilización y control químico).

Danielsen et al. (1999-2000) señalan que la enfermedad más importante de la quinua en los andes es el mildiú. Evaluaron ocho cultivares en Huancayo-Junino, Perú y encontraron que el cultivar Utusaya, originario de los salares de Bolivia (200 mm anuales de precipitación) fue fuertemente afectada por el mildiú, que causó una defoliación completa, madurez prematura y pérdidas de rendimiento del 99 por ciento. Aun en el

cultivar más resistente el rendimiento se redujo en 33 por ciento, indicando el alto grado de destrucción de la enfermedad. Jacobsen y Risi (1998), señalan que condiciones cálidas, con humedad relativa mayor a 80 por ciento y temperaturas de entre 20 y 25° C, también favorecen la infección. Bonifacio (2001) señala que, para la expresión, el mildiú requiere de condiciones ambientales más o menos específicas, siendo la alta humedad relativa del ambiente la condición más preponderante, aunque también se requiere temperaturas relativamente frescas.

4.2.3. Caracteres de calidad

Peso de 1000 granos

Esta característica es considerada un componente importante del rendimiento y un criterio para determinar la calidad de la quinua asociada al tamaño de grano. En el presente experimento en promedio general las variedades presentaron un rango igual a 2.83 a 3.05 g correspondiendo el valor más bajo a La Molina 89 y el más alto a la variedad Altiplano. Estudios realizados en La Molina muestran resultados similares. Barnett (2005), informa que el peso de mil granos promedio para las variedades estudiadas fueron: Rosada de Huancayo con 1.87 g., Blanca de Hualhuas con 1.61 g., y La Molina 89 con 2.48 g. Gordon (2011) para peso de 1000 granos obtuvo 1.95 g y 1.58 g para la variedad Pasankalla y Rosada de Huancayo, respectivamente. Mendoza (2013) reporta un rango de 1.22 a 2.71 g como peso de 1000 granos, para accesiones de quinua.

Por otro lado, en el catálogo de las variedades comerciales del Perú por el INIA (2013), los valores para el peso de mil granos para las variedades son para Altiplano 3.30 g, INIA 420 Negra Collana con 2.03 g, INIA 415 – Pasankalla entre 3.51 a 3.72 g e INIA Salcedo entre 3.10 g a 3.70 g. Datos que provienen de evaluaciones mayormente realizadas en condiciones de sierra, donde los granos alcanzan un mejor tamaño comparados con los informados en costa. Según Mujica et al (2001), el peso de mil granos varía de 1.93 a 3.35 g con un promedio de 2.3 g. El tamaño de los granos y por ende el peso de estos, varían ampliamente entre cultivares, bajo condiciones sin estrés el peso de mil granos está entre 1.2 y 6 g (Rojas, 2003 citado por Mujica *et al.*, 2010).

Considerando el efecto de las fuentes de fertilizantes y dosis se observó un rango de 2.87 a 3.10 g, correspondiendo el valor más bajo a la fertilización orgánica dosis dos y el más alto a la fertilización inorgánica dosis dos. En condiciones de La Molina, Apaza (1995) señala que la fertilización tiene un efecto positivo sobre el peso de mil granos. Julon (2016) encontró, en condiciones similares en La Molina, un rango de peso de mil granos de 2.82 a 3.29 g; el peso de mil granos más bajo lo obtuvo en el sistema tradicional (sin fertilización) y el más alto en el sistema convencional (inorgánico).

Por otro lado, Leonard (1985), en condiciones del Valle del Mantaro-Junín, reporta que el uso de fertilizantes mejora las características de peso de mil granos, obteniendo valores de 3.42 g (sin abonamiento) hasta 3.66 g (60-60-0) para la variedad Blanca de Junín.

Porcentaje de proteínas

Esta característica de calidad de mucha importancia por su asociación con el valor nutritivo de la quinua a nivel promedio general de variedades en el presente experimento varió de 10.9 a 14.4 por ciento, correspondiendo el valor más bajo a la línea mutante MQPas-50 y el más alto a la variedad Altiplano.

En condiciones similares al presente estudio, Barnett (2005) señala que el porcentaje de proteína de la variedad para La Molina 89 fue 16.38 por ciento. Gordon (2011) informa un contenido de proteína de grano promedio de 11.68 por ciento para la variedad Pasankalla. Mendoza (2013), en un estudio realizado en La Molina, encontró un valor promedio de proteína de 11.57 por ciento y el mayor porcentaje de proteína en el grano igual a 15.56 por ciento fue encontrado en la accesión PEQPC 2933/APURIMAC.

Según Mujica *et al.* (2001), el contenido de proteína en el grano varía de 12 a 20 por ciento. Valencia (2003) indica que el contenido de proteína en la semilla de quinua varía 8 a 22 por ciento. INIA (2013) reporta valores de porcentaje de proteínas mayores a 16 por ciento para variedades como: Blanca de Juli, INIA Salcedo, Pasankalla, Altiplano e Illpa INIA. En general, el contenido de proteína en el grano varía entre cultivares, PROINPA (2011).

Considerando las fuentes y las dosis de fertilizantes, en el presente experimento el promedio general vario de 12.6 por ciento a 13.5 por ciento, correspondiendo el valor más bajo en el experimento sin fertilización y la orgánica dosis dos y el valor más alto a la fuente inorgánica dosis dos. En condiciones de La Molina, Gordon (2011) reporta que el sistema de cultivo (convencional inorgánico y el orgánico) no tuvo efecto significativo en el contenido de proteínas del grano. Julón (2016) encontró los valores más altos de proteína en el sistema ecológico-guano de islas (11.09 a 12.60 por ciento) y los valores más bajos en el sistema tradicional sin fertilización (10.18 a 11.71 por ciento). Risco (2011), para condiciones de Ayacucho señala que los niveles más altos de proteína (14.11 por ciento) se observaron en el tratamiento con guano de isla, mientras que el testigo tuvo el menor nivel con 13.37 por ciento.

V. CONCLUSIONES

Objetivo 1: Determinar el efecto de fuentes de nutrientes orgánicos y sintéticos sobre:

- Para los caracteres agronómicos:

La aplicación de fertilizantes tuvo efectos positivos mucho más marcados en el rendimiento de grano. Los rendimientos más altos, se lograron con la fertilización orgánica y mixta de dosis dos. La variedad Altiplano con un rendimiento de 7740 kg/ha) con la fertilización orgánica-dosis dos. La variedad La Molina 89 alcanzo el máximo rendimiento igual a 7017 kg/ha con la fertilización mixta-dosis dos. La línea mutante MQPas-50 alcanzo el máximo rendimiento igual a 6578 kg/ha con la fertilización mixta-dosis dos. Solamente la variedad INIA Salcedo alcanzo su máximo rendimiento igual a 4850 kg/ha con la fertilización inorgánica-dosis dos.

Para altura de planta en promedio se observó un incremento de 98 -99 cm hallado en los tratamientos con fertilización inorgánica a 102 -114 cm con los fertilizantes orgánicos y mixtos. Sin embargo, el testigo sin fertilización tuvo un valor de 105 cm de altura.

Para días a la maduración los valores más bajos de 97-98 días se apreció con la fertilización orgánica en sus dos dosis y los valores más altos con la fertilización inorgánica, mixtas y en el testigo sin aplicación de 99 a100 días.

- Respuesta al mildiú (*Peronospora variabilis*)

En general no se observó una marcada influencia o tendencia de dosis y de fuentes de fertilización en la expresión de síntomas de la enfermedad presentando valores muy similares dentro de un rango de 54 a 61 por ciento; influenciando mayormente en los valores los mecanismos genéticos propios de defensa de las variedades, el ambiente y mayormente una infección más baja en la fertilización orgánica de dosis uno.

- Caracteres de calidad de grano

La respuesta a los tipos y dosis de fertilización en la característica de peso de mil granos valor no sigue una tendencia definida. El más alto de peso de mil granos para la variedad Altiplano fue igual a 3.47 g con la fertilización mixta-dosis uno. Para La Molina 89 el valor más alto de peso de mil granos igual a 3.02 g con la fertilización orgánica-dosis uno. Para el mutante MQPas-50, el valor más alto de peso de mil granos igual a 3.32 g con la fertilización inorgánica-dosis dos. Para INIA Salcedo valor más alto de peso de mil granos igual a 3.18 g para el tratamiento sin fertilización.

De igual modo el contenido de proteína del grano fue también influenciada por las fuentes y dosis en forma muy diversa. Para la variedad Altiplano el mayor porcentaje de proteína igual a 15.2 por ciento con la fertilización mixta -dosis uno. Para La Molina 89 el mayor porcentaje de proteína igual a 15.5 por ciento con la fertilización inorgánica-dosis dos. Para el mutante MQPas-50 el mayor porcentaje de proteína igual a 11.2 por ciento con la fertilización inorgánica-dosis dos. La variedad INIA Salcedo alcanzo el mayor porcentaje de proteína igual a 13.4 por ciento con la fertilización mixta-dosis dos.

Objetivo 2: Determinación de los costos y la rentabilidad del cultivo de quinua con el empleo de fuentes de nutrientes orgánicos y sintéticos.

En general, en los experimentos estudiados, se encontró rentabilidad en un rango de 37.25 por ciento (La Molina 89 con fertilización inorgánica dosis dos) hasta 447.74 por ciento (Altiplano con fertilización orgánica dosis dos), ya sea por el alto rendimiento de granos o por el mayor precio de la quinua orgánica. La pérdida de un 15.5 por ciento de rentabilidad se encontró para la variedad Altiplano con una fertilización inorgánica de dosis dos.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo con el índice de rentabilidad hallado, se recomendaría la siembra de las variedades de quinua Altiplano y La Molina 89 con una fertilización mixta u orgánica de dosis dos. La variedad INIA Salcedo con el uso de fuentes de fertilización orgánica a dosis uno y la línea mutante MQPas-50 con el uso de fuentes de fertilización mixtas.

Repetir nuevamente los experimentos para confirmar los resultados obtenidos en el presente experimento que permita seleccionar las variedades y fertilizaciones apropiadas a la Costa Central en épocas de siembra similares.

Realizar investigaciones similares, probando nuevas fuentes de naturaleza orgánica que aparecen en el mercado y variedades o líneas avanzadas, en distintas zonas agroecológicas del Perú, que permitan elaborar guías de cultivo apropiadas para los agricultores.

VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

1. Abugoch, J. L. 2009. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Advances in Food and Nutrition Research. 58 p.
2. Alaluna, E. 2000. Efecto de la fertilización mineral estiércol, fertilización foliar y absorción de nutrientes en la secuencia papa-kiwicha, evaluado mediante la técnica del elemento faltante. Tesis de postgrado. Lima-Perú. 161 p.
3. Álvarez, M. y Von Rutte, S. 1990. Genética. En: Wahli, C. (ed.). Quinoa hacia su cultivo comercial. Editorial Latinreco, Quito. 37 p.
4. Apaza, W. 1995. Efectos de densidad y niveles de fertilidad en el rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Costa Central. Tesis Ing. Agrónomo. Lima – Perú. UNALM. 12 p.
5. Apaza, V y Delgado P. 2005. Manejo y Mejoramiento genético de quinua orgánica. INIEA - Estación experimental Agraria Illpa – Puno, Perú. 150 p.
6. APG III: An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. 2009. Botanical Journal of the Linnean Society. Vol. 161. 105 – 121 p.
7. Barken, A. V. 2010. Science and technology of organic farming. CRC press. 10; 175 p.
8. Barnett, A. M. 2005. Efectos de la fertilización nitrogenada en el rendimiento de 3 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo riego por goteo. Tesis Ing. Agrónomo. Lima – Perú. UNALM. 138 p.
9. Bonifacio, A. 2001. Resistencia de quinua al mildiú. Cultivos Andinos. FAO.

10. Cárdenas, M. 1944. Descripción Preliminar de las variedades de *Chenopodium quinoa* Willd de Bolivia. Revista de Agricultura Boliviana. Volumen II N° 2. Bolivia. 13-26 p.
11. Cari, A. 1987. Absorción de nutrientes por tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) bajo cuatro niveles de fertilidad en un molisol del altiplano de Perú. Tesis de postgrado. Lima – Perú. UNALM. 184 p.
12. Cosco, H. 1994. Comportamiento de 25 selecciones de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) del ecotipo Amarilla de Ancash en condiciones de Carhuaz. Tesis Ing. Agrónomo. Lima – Perú. UNALM. 72 p.
13. Cronquist, A. 1995. Botánica Básica. Cuarta reimpresión. México D.F.
14. Danielsen, S.; Jacobsen, S.E.; Echegaray, J.; Ames, T. 1999-2000. Impact of Downy Mildew on the Yield of Quinoa. CIP Program Report Andean Roots and Tubers and other Crops.1999-2000: 397-401
15. Danielsen, S.; Ames, T. 2000. El mildiu (*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, Lima (Perú). 29 p.
16. Díaz, J. 1992. Influencia de dos tecnologías de cultivo en la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Tesis de postgrado. UNALM. Lima Perú 113p.
17. Dominguez, A. 1997. Tratado de Fertilización. 3ra Edic. Edit. Mundi Prensa. Madrid. 613 p.
18. Echegaray, T. 2003. Evaluación de métodos de cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*) bajo condiciones de costa. Tesis Ing. Agrónomo. Lima Perú. UNALM 105 p.
19. FAO. 2001. Quinoa. Editores de la FAO: Mujica S., A.; Jacobsen, S.; Izquierdo, J. y J. P. Marathe. Santiago, Chile. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro03/reconoc.html>

20. FAO. 2011. La quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Disponible en: <http://es.slideshare.net/hlarrea/quinoa-23521823>
21. FAOSTAT. 2016. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponible en: <http://faostat.fao.org/>
22. Gandarillas, H. 1979b. Genética y origen. In: M. Tapia (ed). Quinoa y Kañiwa, cultivos andinos. Bogotá, Colombia, CIID, Oficina Regional para América Latina. 45-64 p.
23. Gómez, L. y Aguilar, E. 2016. Guía del Cultivo de Quinoa. Programa de Investigación y Proyección Social de Cereales y Granos Nativos. UNALM. Lima, Perú. 60 p.
24. Gordon, A. 2011. Sistemas de cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y su efecto en el rendimiento y calidad en condiciones de verano en La Molina. Tesis Ing. Agrónomo. Lima-Perú. UNALM. 121 p.
25. Guerrero, J. 1996. Uso racional de abonos y fertilizantes. Misión Rural: Año 2, N° 4: Lima, Perú. 25 p.
26. Huamancusi, J. 2003. Efecto de la fertirrigación NPK con y sin micronutrientes en el rendimiento y calidad del cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Molinera 2. Tesis Ing. Agrónomo. Lima – Perú. UNALM. 109 p.
27. Huamancusi, J. 2012. Efecto de la fertirrigación nitrogenada y de la modalidad de aplicación de micronutrientes en el rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Tesis Ing. Agrónomo. Lima-Perú. UNALM 104 p.
28. INIA. 2013. Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. Primera Edición. Editado por INIA. Impreso en Lima. 79 p.

29. Jacobsen, S.E; Risi J. 1998. Distribución geográfica de la quinua fuera de los países andinos. (En línea). FAO. Disponible en:
<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenidolibro03/cap3.htm>
30. Jacobsen, S.-E. Valdez, A. Suito, M. Tapia, M. 1999. Recursos genéticos y sistemas de producción. Zonificación agroecológica del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). UNALM; CIP; Proyecto Quinoa; UNAP. 2-3 p.
31. Jacobsen, S. y Mujica, A. 2002. Producción Orgánica de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). En Resúmenes IV Simposio Internacional de Desarrollo Sustentable en los Andes – La Estrategia andina para el Siglo XXI, 25 de noviembre, 2001, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela, CD en preparación.
32. Jacobsen, S. E. 2003. The Worldwide Potential for Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Reviews International* 19:167-177 p.
33. Julon, W. 2016. Resultados de dos sistemas de cultivo en el rendimiento, calidad y rentabilidad de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en Costa Central. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM. 114
34. Koziol, M. 1992. Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Reviews International*. Vol. 19. Nos. 1&2, 179-189 p.
35. León, J. 2003. Cultivo de Quinoa en Puno - Perú. Descripción, manejo y producción. UNA Puno - Perú. 62 p.
36. Leonardo, L. 1985. Estudio de cuatro densidades de siembra y tres niveles de abonamiento en el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Tesis Ing. Agrónomo. Lima-Perú. UNALM. 82 p.
37. Mendoza, S. V. del P. 2013. Comparativo de accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en condiciones de Costa Central. Tesis Ing. Agrónomo. Lima-Perú. UNALM. 138 p.

38. Mercedes, W. 2005. Efecto del estrés hídrico en la fisiología y rendimiento de cuatro variedades del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis Ing. Agrónomo. Lima-Perú. UNALM. 91 p.
39. MINAGRI. 2016. Quinoa del Perú, Producción (La quinua en cifras). Disponible en: http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=consulta_cult
40. Mujica, A. 1988. Parámetros genéticos e índices de selección en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Chapingo México. 122 p.
41. Mujica, A. 1993. Cultivo de Quinoa. Instituto de Investigación Agraria. Dirección General de Investigación Agraria. Manual N° 11-93. Lima- Perú. Octubre. 125 p.
42. Mujica, A.; Jacobsen, S.; Izquierdo, J. y Marathee, J. 2001. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro. Capítulo II: Agronomía del Cultivo de la Quinoa. FAO. Santiago – Chile.
43. Mujica, A; Izquierdo, J. y Marathee, J. 2010. CAPITULO I. Origen y descripción de la quinua.
44. National Research Council. 1989. Lost Crops of the Incas: little known plants of the Andes with promise for world-wide cultivation. Washington, DC: National Academy Press.
45. PROINPA. 2011. La quinua, cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. FAO oficina regional para América Latina y el Caribe. 58 p.
46. Quillatupa, C. 2009. Caracterización de las fases fenológicas, determinación de unidades de calor y rendimiento de 16 genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en condiciones de La Molina. Tesis Ing. Agrónomo. Lima-Perú. UNALM. 158 p.

47. Rea, J. 1969. Biología floral de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Turrialba 19; 91-96 p.
48. Reyes, E.; Ávila, P. y Guevara, J. 2006. Componente nutricional de diferentes variedades de quinua de la región Andina. Avances Investigación en Ingeniería.86-97 p.
49. Risco, A. 2011. Efecto de 5 propuestas de abonamiento y dos distanciamientos entre surcos en el rendimiento y calidad de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Vilcashuamán - Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. Lima-Perú. UNALM. 93 p.
50. Risi, C. y Galway, N. 1984. The Chenopodium Grains of the Andes Inca Crops for modern Agriculture. Universidad de Cambridge. England.
51. Rivera, R. 1995. Cultivos andinos en el Perú: investigaciones y perspectivas de su desarrollo. Editorial Minerva. Perú. 417 p.
52. Rivero, L. 1985. Efecto del distanciamiento entre surcos y entre plantas sobre el rendimiento y otros caracteres de dos ecotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada. Tesis Posgrado. Lima-Perú. UNALM. 179 p.
53. Sánchez, G. y Vergara, C. 1991. Plagas de los cultivos andinos. Departamento de Entomología – UNALM. Lima, Perú. 85 p.
54. SENAMHI. 2017. Información de la Estación: Von Humboldt, Tipo automática – Meterológica 2. Disponible en: http://www.senamhi.gob.pe/include_mapas/_dat_esta_tipo.php?estaciones=472AC278
55. Siener, R.; Honow, R.; Seidler, A.; Voss, S. y Hesse, A. 2006. Oxalate contents of species of the Polygonaceae, Amaranthaceae and Chenopodiaceae families. Food Chem. 98, 220-224 p.

56. Suquilanda, M. 1995. Producción orgánica de cultivos andinos (manual técnico). FAO. Ecuador. 101-105 p.
57. Snyder, C. y R. Leep. 2007. Fertilization. In Forages: The Science of Grassland Agriculture, ed. R.F. Barnes, C.J. Nelson, K.J. Moore, and M. Collins, 355-377. Ames, IA: Blackwell Publishing
58. Tapia, M.; Gandarillas, H.; Alandia, S.; Cardozo, A. y Mujica, A. 1979. La quinua y la kañiwa; cultivos andinos. Bogotá, CIID, Oficina Regional para la América Latina.
59. Tapia, M. E.; Sánchez, I.; Morón, C.; Ayala, G.; Fries, A. M. y Bacigalupo, A. 2000. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. FAO. Segunda Edición. Santiago – Chile. 170 p.
60. Tapia, M. 2012. Historia, distribución geográfica, actual producción y usos: La quinua. (En línea). Revista ND 99. Revista Ambienta. Disponible en: <http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm!Dinamicas/secciones/articulos/quinua.html>
61. Tapia, T. F. 2003. Influencia de dos tecnologías de cultivo en la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en costa. Tesis Ing. Agrónomo. Lima-Perú. UNALM. 113 p.
62. Timaná, S. G. 1992. Dosis y momentos de aplicación del Cycocel y su efecto frente a niveles crecientes de nitrógeno en el rendimiento de quinua. Tesis Ing. Agrónomo. Lima-Perú. UNALM. 113 p.
63. Valencia, R. y Serna, L. 2011. Quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd.) as a source of dietary fiber and other functional components. Ciencia y Tecnología de Alimentos. 225-230 p.
64. Wahli, C. 2009. Quinoa, hacia su cultivo comercial. Quito, Colombia. 206 p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Análisis de variancia del rendimiento con fertilización con fuentes orgánicas.

Origen de las variaciones	G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
Variedades	3	2084480	6948160	87.111	3.991e-10	***
Fertilización	1	6535633	6435633	80.685	1.19e-07	***
variedades:fertilización	3	28205686	9401895	117.84	4.036e-11	***
Error	16	127699	79762			
Total	23					
Homogeneidad de varianza (Prueba de Levene)				0.7149	4.07E-01	
CV = 5.755305				nivel de significación = 0.05		Rendimiento (kg/ha) $\chi = 4799$

Anexo 2: Análisis de variancia de la altura de planta con fertilización con fuentes orgánicas.

Origen de las variaciones	G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
Variedades	3	1128.13	376.04	120.333	3.447e-11	***
Fertilización	1	876.04	876.04	280.333	1.454e-11	***
variedades:fertilización	3	436.46	145.49	46.556	3.964e-08	***
Error	16	50.00	3.13			
Total	23					
Homogeneidad de varianza (Prueba de Levene)				0.0031	0.9561	
CV = 1.634929				nivel de significación = 0.05		Altura de planta (cm) $\chi = 109$

Anexo 3: Análisis de variancia de los días a la maduración con fertilización con fuentes orgánicas.

Origen de las variaciones	G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
Variedades	3	226.458	75.486	82.349	6.084e-10	***
Fertilización	1	15.042	15.042	16.409	0.0009275	***
variedades:fertilización	3	33.458	11.153	12.167	0.0002121	***
Error	16	14.667	0.917			
Total	23					
Homogeneidad de varianza (Prueba de Levene)				0.0055	0.9415	
CV = 0.98				nivel de significación = 0.05		Días a la maduración $\chi = 98$

Anexo 4: Análisis de variancia de la respuesta al mildiu (*Peronospora variabilis*) con fertilización con fuentes orgánicas.

Origen de las variaciones	las G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
Variedades	3	3318.5	1106.15	110.1563	6.762e-11	***
Fertilización	1	15.0	15.04	1.4979	0.2387	
variedades:fertilización	3	6418.5	2139.49	213.0609	4.177e-13	***
Error	16	160.7	10.04			
Total	23					
Homogeneidad de varianza (Prueba de Levene)				1.00E-04	0.992	
CV = 5.47535		nivel de significación = 0.05		Daño por mildiu (%) $\chi = 58$		

Anexo 5: Análisis de variancia del peso de 1000 granos con fertilización con fuentes orgánicas.

Origen de las variaciones	las G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
Variedades	3	0.257912	0.085971	14.3784	8.355e-05	***
Fertilización	1	0.000937	0.000937	1.568	0.69736	
variedades:fertilización	3	0.123746	0.041249	6.8987	0.00341	**
Error	16	0.095667	0.005979			
Total	23					
Homogeneidad de varianza (Prueba de Levene)				1.9257	0.1791	
CV = 2.686064		nivel de significación = 0.05		Peso de 1000 granos (g) $\chi = 2.88$		

Anexo 6: Análisis de variancia de las proteínas del grano con fertilización con fuentes orgánicas.

Origen de las variaciones	las G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
Variedades	3	33.205	11.0682	59.9631	6.39e-09	***
Fertilización	1	0.12	0.1204	0.6524	0.4311	
variedades:fertilización	3	33.675	11.2249	1.2302	0.3312	***
Error	16	2.953	0.1846			
Total	23					
Homogeneidad de varianza (Prueba de Levene)				0.0055	9.42E-01	
CV = 3.404146		nivel de significación = 0.05		Proteínas del grano (%) $\chi = 12.6$		

Anexo 7: Análisis de variancia del rendimiento con fertilización con fuentes inorgánicas.

Origen de las variaciones	las G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
Variedades	3	9615827	3205276	16.307	4.015e-05	***
Fertilización	1	274990	274990	1.399	0.2542	
variedades:fertilización	3	47629108	15876369	80.771	7.031e-10	**
Error	16	3144967	196560			
Total	23					
Homogeneidad de varianza (Prueba de Levene)				3.3209	0.082	
CV = 11.01523		nivel de significación = 0.05		Rendimiento χ (kg/ha)= 4375		

Anexo 8: Análisis de variancia de la altura de planta con fertilización con fuentes inorgánicas.

Origen de las variaciones	G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
Variedades	3	2728.13	909.38	218.25	3.462e-13	***
Fertilización	1	9.37	9.37	2.25	0.1531	
variedades:fertilización	3	1369.79	456.60	109.58	7.036e-11	***
Error	16	66.67	4.17			
Total	23					
Homogeneidad de varianza (Prueba de Levene)				0	1	
CV = 2.07145		nivel de significación = 0.05		Altura de planta (cm) $\chi = 99$		

Anexo 9: Análisis de variancia de los días a la maduración con fertilización con fuentes inorgánicas.

Origen de las variaciones	G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
variedades	3	274.458	91.486	48.793	2.834e-08	***
fertilización	1	0.375	0.375	0.200	0.6607	
variedades:fertilización	3	10.125	3.375	1.800	0.1878	
error	16	30.00	1.875			
total	23					
Homogeneidad de varianza (Prueba de Levene)				0.0189	0.892	
CV = 1.382556		nivel de significación = 0.05		Días a la maduración $\chi = 99$		

Anexo 10: Análisis de variancia de la respuesta al mildiu (*Peronospora variabilis*) con fertilización con fuentes inorgánicas.

Origen de las variaciones	G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
variedades	3	11487.5	3829.2	495.5	9.975-16	***
fertilización	1	337.5	337.5	40.5	9.394e-06	***
variedades:fertilización	3	187.5	62.5	7.5	0.002358	**
error	16	133.3	8.3			
total	23					
Homogeneidad de varianza (Prueba de Levene)				1.19E-01	0.7334	
CV = 5.057083		nivel de significación = 0.05		Daño por mildiu (%) $\chi = 57$		

Anexo 11: Análisis de variancia del peso de 1000 granos con fertilización con fuentes inorgánicas.

Origen de las variaciones	G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
variedades	3	0.64152	0.213839	6.4048	0.004679	**
fertilización	1	0.05802	0.058017	1.7377	0.205994	
variedades:fertilización	3	0.025232	0.084106	2.5191	0.094857	*
error	16	0.53420	0.033387			
total	23					
Homogeneidad de varianza (Prueba de Levene)				3.065	0.09393	
CV = 5.985994		nivel de significación = 0.05		Peso de 1000 granos (g) $\chi = 3.05$		

Anexo 12: Análisis de variancia de proteínas del grano con fertilización con fuentes inorgánicas.

Origen de las variaciones	las G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
variedades	3	48.908	16.3026	216.1676	3.731e-13	***
fertilización	1	0.570	0.5704	7.635	0.01423	*
variedades:fertilización	3	5.111	1.7037	22.5912	5.386e-06	**
error	16	1.207	0.754			
total	23					
Homogeneidad de varianza (Prueba de Levene)				0.2401	0.629	
CV = 2.059014				Proteínas del grano (%)		
nivel de significación = 0.05				$\chi = 13.0$		

Anexo 13: Análisis de variancia del rendimiento con fertilización con fuentes mixtas.

Origen de las variaciones	las G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
variedades	3	25188186	8396062	50.895	2.093e-08	**
fertilización	1	13930884	13930884	84.445	8.787e-08	***
variedades:fertilización	3	6364311	2121437	12.860	0.0001566	***
error	16	2639503	164969			
total	23					
Homogeneidad de varianza (Prueba de Levene)				1.0961	0.3065	
CV = 7.733075				Rendimiento (kg/ha) $\chi = 5252$		
nivel de significación = 0.05						

Anexo 14: Análisis de variancia de la altura de planta con fertilización con fuentes mixtas.

Origen de las variaciones	las G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
variedades	3	1128.13	376.04	120.333	3.447e-11	***
fertilización	1	876.04	876.04	280.333	1.454e-11	***
variedades:fertilización	3	436.46	145.49	46.556	3.964e-08	***
error	16	50.00	3.13			
total	23					
Homogeneidad de varianza (Prueba de Levene)				0.0031	0.9561	
CV = 1.634929				Altura de planta (cm) $\chi = 109$		
nivel de significación = 0.05						

Anexo 15: Análisis de variancia de los días a la maduración con fertilización con fuentes mixtas.

Origen de las variaciones	las G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
variedades	3	171.333	57.111	10.0049	0.0005928	***
fertilización	1	13.500	13.500	2.3650	0.1436267	
variedades:fertilización	3	89.833	29.944	5.2457	0.0103384	*
error	16	91.333	5.708			
total	23					
Homogeneidad de varianza (Prueba de Levene)				0.5997	0.447	
CV = 2.401218				Días a la maduración $\chi = 99$		
nivel de significación = 0.05						

Anexo 16: Análisis de variancia de la respuesta al mildiu (*Peronospora variabilis*) con fertilización con fuentes mixtas.

Origen de las variaciones	G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
variedades	3	11236.5	3745.5	326.8788	1.462e-14	***
fertilización	1	26.0	26.0	2.2727	0.1512	
variedades:fertilización	3	53.1	17.7	1.5455	0.2414	
error	16	183.3	11.5			
total	23					
Homogeneidad de varianza (Prueba de Levene)				1e-04	0.992	
CV = 5.908392		nivel de significación = 0.05		Daño por mildiu (%) $\chi = 57$		

Anexo 17: Análisis de variancia del peso de 1000 granos con fertilización con fuentes mixtas.

Origen de las variaciones	G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
variedades	3	0.5414	0.180467	11.8858	0.0002407	***
fertilización	1	0.00807	0.008067	0.5313	0.4766021	
variedades:fertilización	3	0.67980	0.226600	14.9243	6.743e-05	***
error	16	0.24293	0.015183			
total	23					
Homogeneidad de varianza (Prueba de Levene)				3.4343	0.07732	
CV = 4.198319		nivel de significación = 0.05		Peso de 1000 granos (g) $\chi = 2.94$		

Anexo 18: Análisis de variancia de las proteínas del grano con fertilización con fuentes mixtas.

Origen de las variaciones	G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
variedades	3	52.095	17.3650	99.2286	1.494e-10	***
fertilización	1	0.167	0.1667	0.9524	0.3436	
variedades:fertilización	3	1.977	0.6589	3.7651	0.03215	*
error	16	2.800	0.1750			
total	23					
Homogeneidad de varianza (Prueba de Levene)				0.0055	0.9417	
CV = 3.203548		nivel de significación = 0.05		Proteínas del grano (%) $\chi = 13.1$		

Anexo 19: Análisis de variancia del rendimiento sin fertilización (control).

Origen de las variaciones	G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
variedades	3	5190617	1730206	14.866	0.001234	**
error	8	931085	116386			
total	11					
Homogeneidad de varianza (Prueba de Levene)				0.4017	7.56E-01	
CV = 7.189746		nivel de significación = 0.05		Rendimiento (kg/ha) $\chi = 4745$		

Anexo 20: Análisis de variancia de la altura de planta sin fertilización (control).

Origen de las variaciones	G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
variedades	3	1583.33	527.78	63.333	6.452E-06	**
Error	8	66.67	8.33			
Total	11					
Homogeneidad de varianza (Prueba de Levene)						
CV = 2.749287 nivel de significación = 0.05 Altura de planta (cm) $\chi = 102.4$						

Anexo 21: Análisis de variancia de los días a la maduración sin fertilización (control).

Origen de las variaciones	G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
variedades	3	56.667	18.8889	5.5285	0.02371	*
error	8	27.333	3.4167			
total	11					
Homogeneidad de varianza (Prueba de Levene)						
CV = 1.848423 nivel de significación = 0.05 Días a la maduración $\chi = 100$						

Anexo 22: Análisis de variancia de la respuesta al mildiu (*Peronospora variabilis*) sin fertilización (control).

Origen de las variaciones	G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
variedades	3	6550.0	2183.33	262	2.526e-08	***
error	8	66.7	8.33			
total	13					
Homogeneidad de varianza (Prueba de Levene)						
CV = 4.948717 nivel de significación = 0.05 Daño por mildiu (%) $\chi = 58$						

Anexo 23: Análisis de variancia del peso de 1000 granos sin fertilización (control).

Origen de las variaciones	G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
variedades	3	0.263958	0.87986	17.03	0.0007808	***
error	6	0.041333	0.005167			
total	13					
Homogeneidad de varianza (Prueba de Levene)						
CV = 2.404668 nivel de significación = 0.05 Peso de 1000 granos (g) $\chi = 2.99$						

Anexo 24: Análisis de variancia de las proteínas del grano sin fertilización (control).

Origen de las variaciones	G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
variedades	3	14.497	4.8322	276.13	2.052e-08	***
error	8	0.140	0.0175			
total	13					
Homogeneidad de varianza (Prueba de Levene)				2.1852	1.68E-01	
CV = 1.048514		nivel de significación = 0.05		Proteínas del grano (%) $\chi = 12.62$		

Anexo 25: Análisis de variancia combinado de los experimentos para el rendimiento.

Origen de las variaciones	G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
variedades	3	22941324	7647108	49.068	1.01e-15	***
fertilización	6	25040073	4173346	26.779	8.630e-15	***
variedades:fertilización	18	123807795	6878211	44.135	2.2e-16	***
error	56	8727401	155846			
total	83					
CV = 7.661431		nivel de significación = 0.05		Rendimiento (kg/ha) $\chi = 4828$		

Anexo 26: Análisis de variancia combinado de los experimentos para la altura de planta.

Origen de las variaciones	G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
Variedades	3	4186.6	1395.54	293.062	2.2e-16	***
fertilización	6	2157.1	359.52	75.500	2.2e-16	***
variedades:fertilización	18	6040.5	335.58	70.472	2.2e-16	***
error	56	266.7	4.76			
total	83					
CV = 2.088923		nivel de significación = 0.05		Altura de planta (cm) $\chi = 105$		

Anexo 27: Análisis de variancia combinado de los experimentos para los días a la maduración.

Origen de las variaciones	G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
variedades	3	617.24	205.746	70.5415	2.2e-16	***
fertilización	6	91.57	15.262	5.2327	0.0002455	***
variedades:fertilización	18	245.10	13.616	4.6685	4.432e-06	***
error	56	163.33	2.917			
total	83					
CV = 1.726737		nivel de significación = 0.05		Días a la maduración $\chi = 99$		

Anexo 28: Análisis de variancia combinado de los experimentos de la respuesta al mildiu (*Peronospora variabilis*).

Origen de las variaciones	G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
Variedades	3	26241.3	8747.1	900.4363	2.2e-16	***
fertilización	6	395.3	65.9	6.7823	1.932e-05	***
variedades:fertilización	18	13010.2	722.8	74.4048	2.2e-16	***
error	56	544.0	9.7			
total	83					
CV = 5.415993 nivel de significación = 0.05 Daño por mildiu (%) $\chi = 59$						

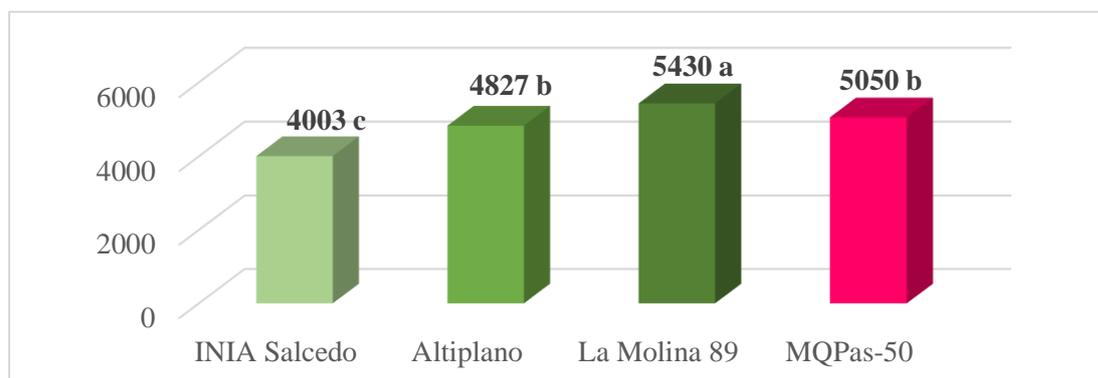
Anexo 29: Análisis de variancia combinado de los experimentos del peso de 1000 granos.

Origen de las variaciones	G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
variedades	3	0.62748	0.209160	12.8132	1.746e-06	***
fertilización	6	0.45601	0.076002	4.6559	0.0006629	***
variedades:fertilización	18	21.3317	0.118509	7.2599	4.507e-09	***
error	56	0.91413	0.016324			
total	83					
CV = 4.316027 nivel de significación = 0.05 Peso de 1000 granos $\chi = 2.96$						

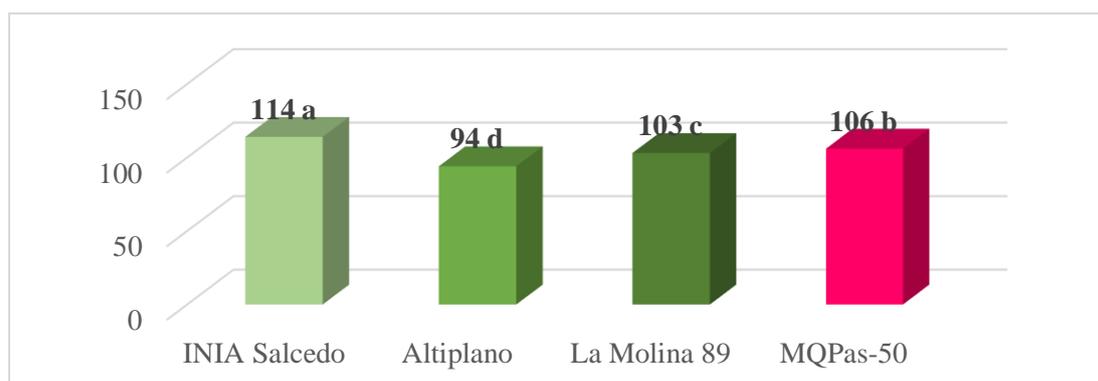
Anexo 30: Análisis de variancia combinado de los experimentos de las proteínas del grano.

Origen de las variaciones	G.L	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Valor F	Pr > F	N.S
variedades	3	20.981	6.9938	55.162	2.2e-16	***
fertilización	6	8.677	1.4461	11.406	2.719e-08	***
variedades:fertilización	18	135.492	7.5273	59.370	2.2e-16	***
error	56	7.100	0.1268			
total	83					
CV = 2.749574 nivel de significación = 0.05 Proteínas del grano (%) $\chi = 13.0$						

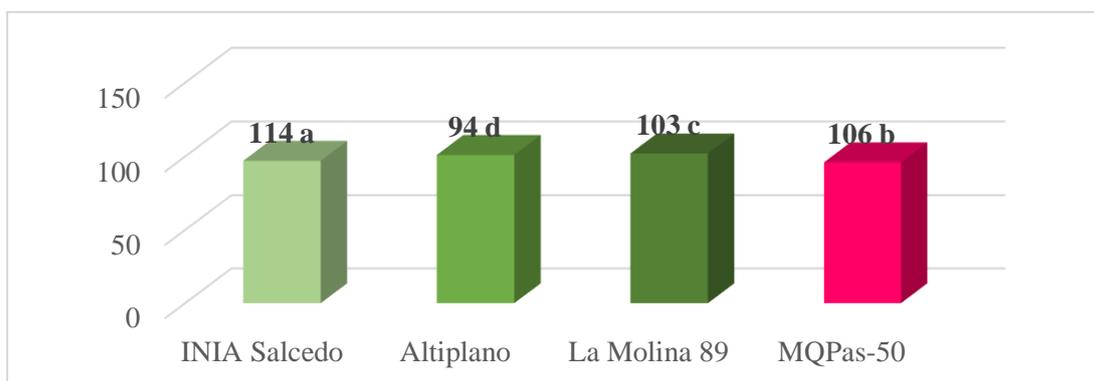
Anexo 31: Valores medios y prueba de significación de Tukey para rendimiento (kg/ha) de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) en promedio de cuatro fuentes de fertilización (sin fertilización, con fertilización orgánica, inorgánica y mixta) y dos dosis en condiciones de La Molina campaña 2016B.



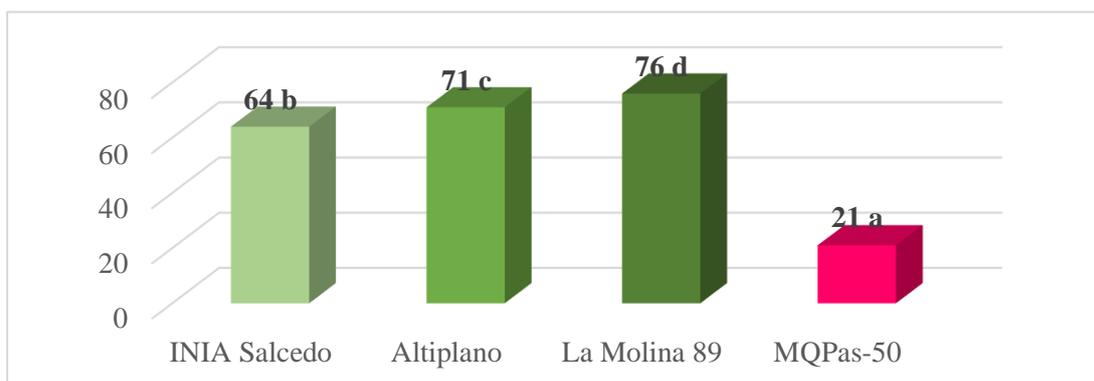
Anexo 32: Valores medios y prueba de significación de Tukey para altura de planta (cm) de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) con cuatro fuentes de fertilización (testigo, orgánica, inorgánica y mixta) y dos dosis, en promedio de cuatro variedades, en condiciones de La Molina campaña 2016B.



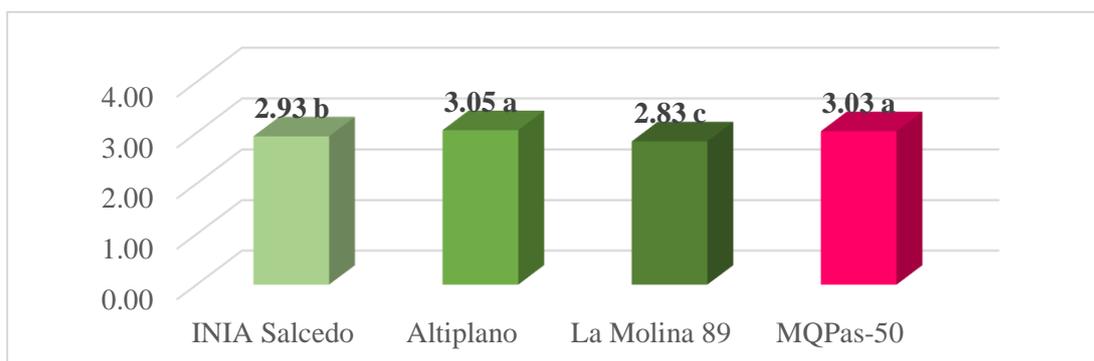
Anexo 33: Valores medios y prueba de significación de Tukey para maduración (días) de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) en promedio de cuatro dosis de fertilización (sin fertilización, con fertilización orgánica, inorgánica y mixta) y dos dosis en condiciones de La Molina campaña 2016B.



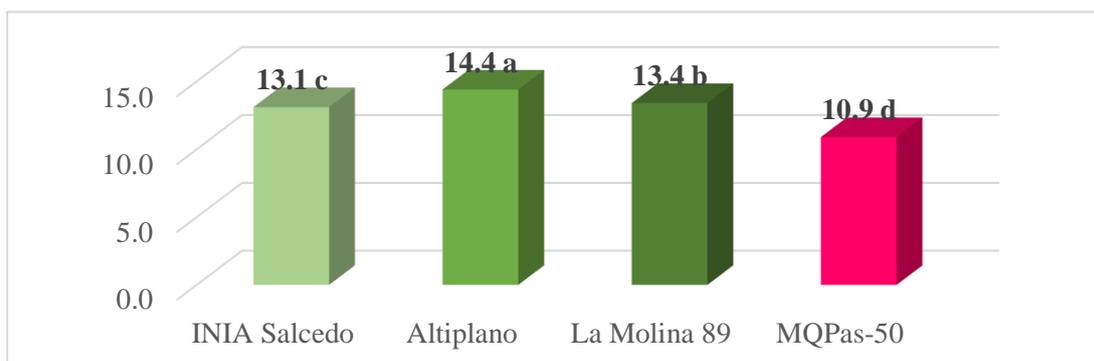
Anexo 34: Valores medios y prueba de significación de Tukey para severidad de mildiú (%) de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) en promedio de cuatro dosis de fertilización (sin fertilización, con fertilización orgánica, inorgánica y mixta) y dos dosis en condiciones de La Molina campaña 2016B.



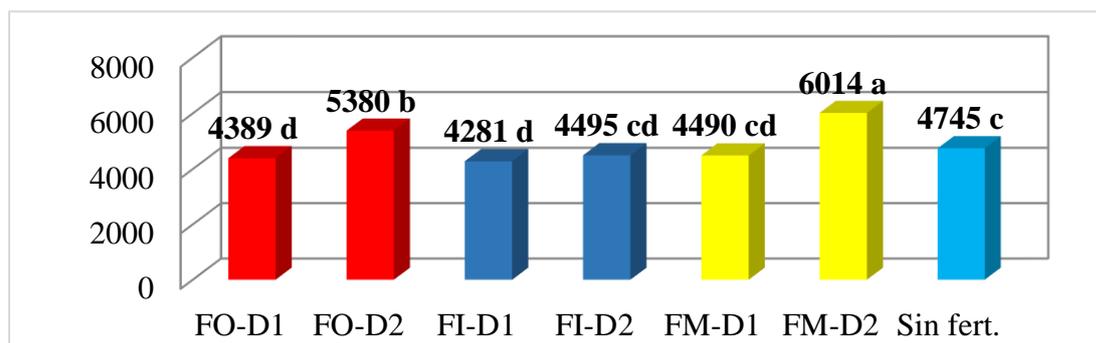
Anexo 35: Valores medios y prueba de significación de Tukey para peso de 1000 granos (g) de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) en promedio de cuatro dosis de fertilización (sin fertilización, con fertilización orgánica, inorgánica y mixta) y dos dosis en condiciones de La Molina campaña 2016B.



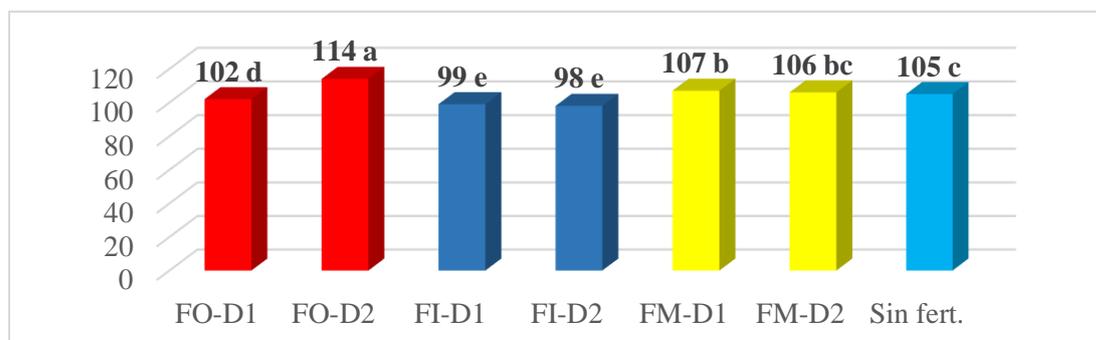
Anexo 36: Valores medios y prueba de significación de Tukey para contenido de proteína del grano (%) de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) en promedio de cuatro dosis de fertilización (sin fertilización, con fertilización orgánica, inorgánica y mixta) y dos dosis en condiciones de La Molina campaña 2016B.



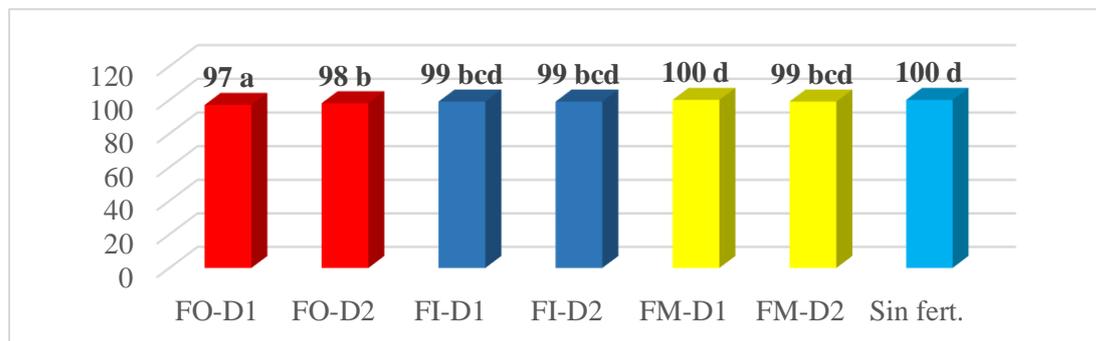
Anexo 37: Valores medios y prueba de significación de Tukey para de rendimiento (kg/ha) de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) con cuatro fuentes de fertilización (testigo, orgánica, inorgánica y mixta) y dos dosis, en promedio de cuatro variedades, en condiciones de La Molina campaña 2016B.



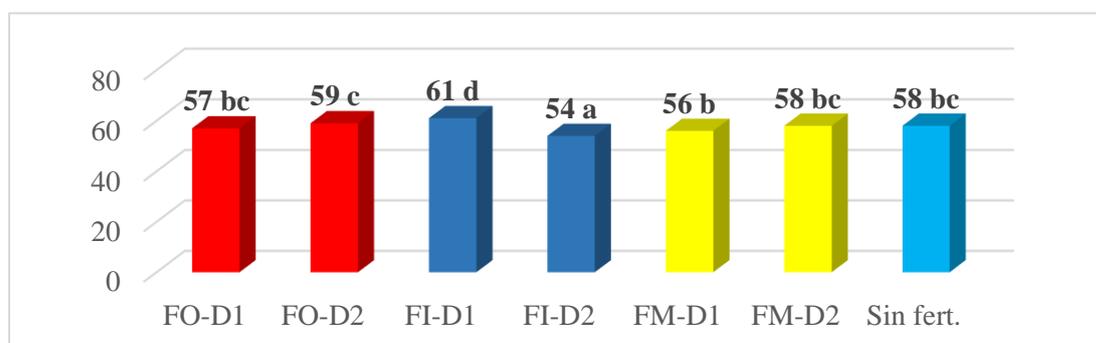
Anexo 38: Valores medios y prueba de significación de Tukey para de altura de planta (cm) de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) con cuatro fuentes de fertilización (testigo, orgánica, inorgánica y mixta) y dos dosis, en promedio de cuatro variedades, en condiciones de La Molina campaña 2016B.



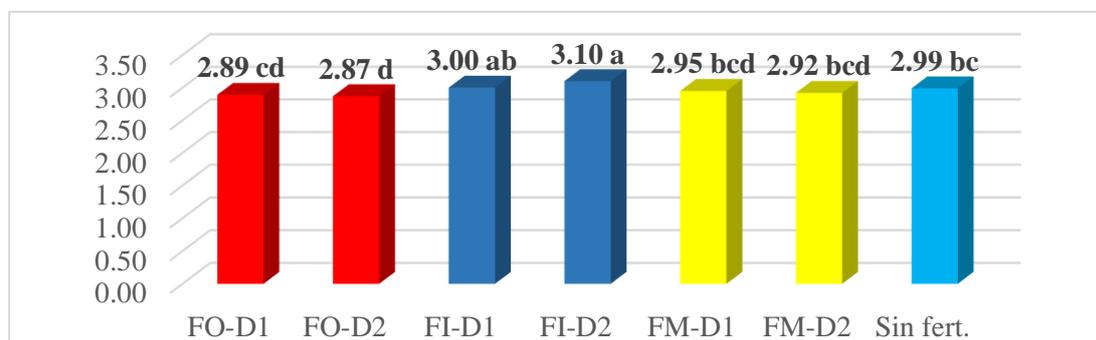
Anexo 39: Valores medios y prueba de significación de Tukey para maduración (días) de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) con cuatro fuentes de fertilización (testigo, orgánica, inorgánica y mixta) y dos dosis, en promedio de cuatro variedades, en condiciones de La Molina campaña 2016B.



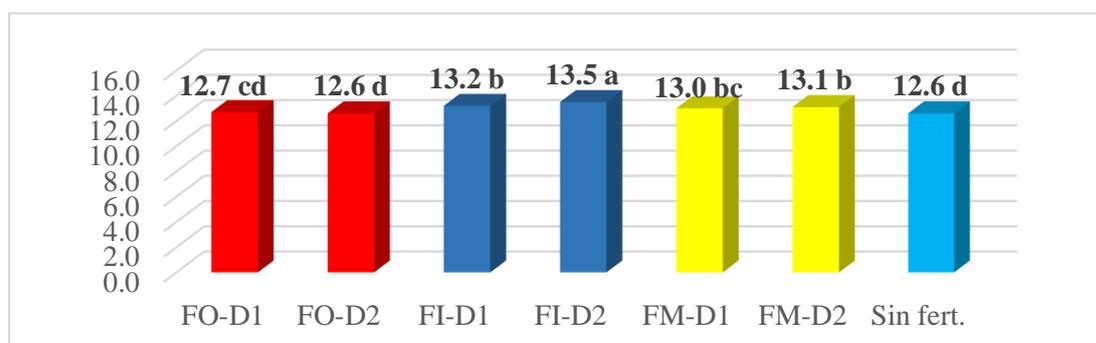
Anexo 40: Valores medios y prueba de significación de Tukey para severidad de mildiú (%) de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) con cuatro fuentes de fertilización (testigo, orgánica, inorgánica y mixta) y dos dosis, en promedio de cuatro variedades, en condiciones de La Molina campaña 2016B.



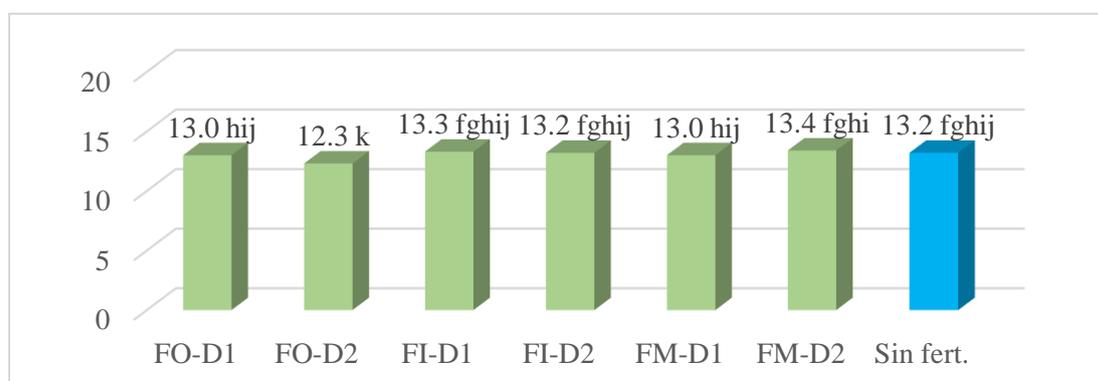
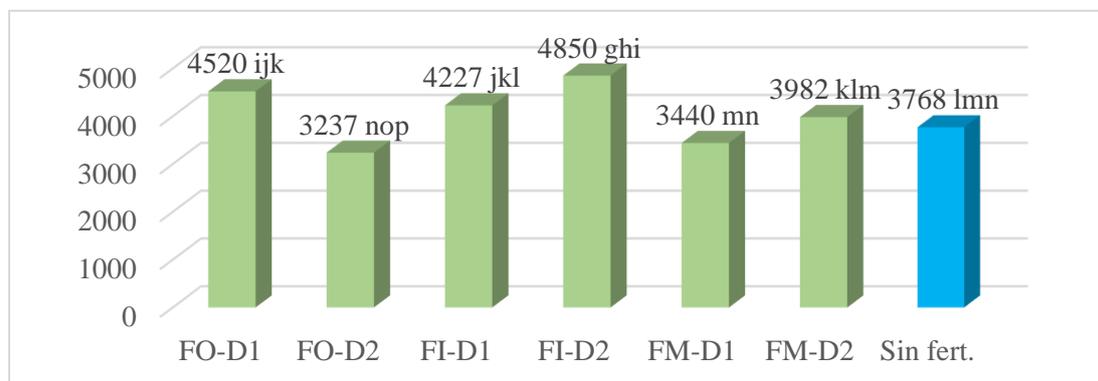
Anexo 41: Valores medios y prueba de significación de Tukey para peso 1000 granos (g= de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) con cuatro fuentes de fertilización (testigo, orgánica, inorgánica y mixta) y dos dosis, en promedio de cuatro variedades, en condiciones de La Molina campaña 2016B.



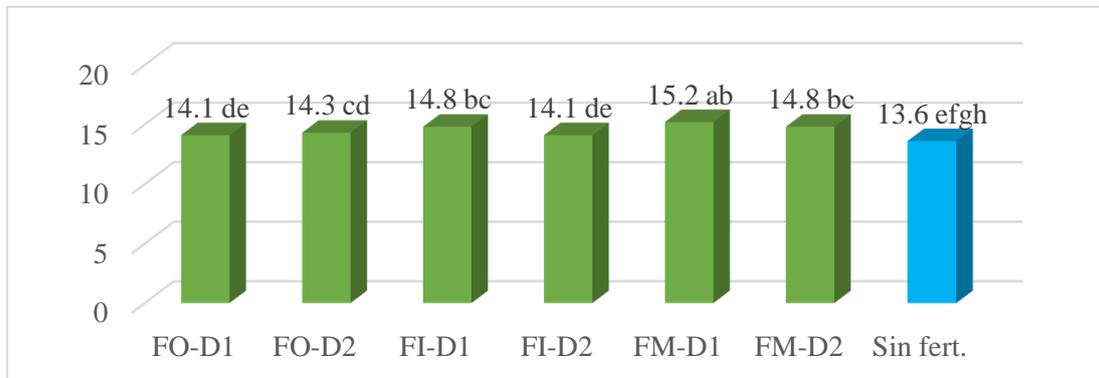
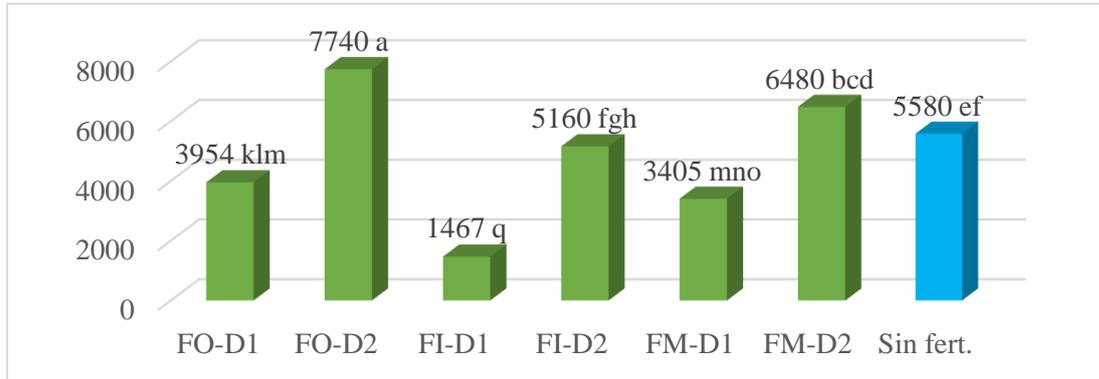
Anexo 42: Valores medios y prueba de significación de Tukey para de proteína (%) de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) con cuatro fuentes de fertilización (testigo, orgánica, inorgánica y mixta) y dos dosis, en promedio de cuatro variedades, en condiciones de La Molina campaña 2016B.



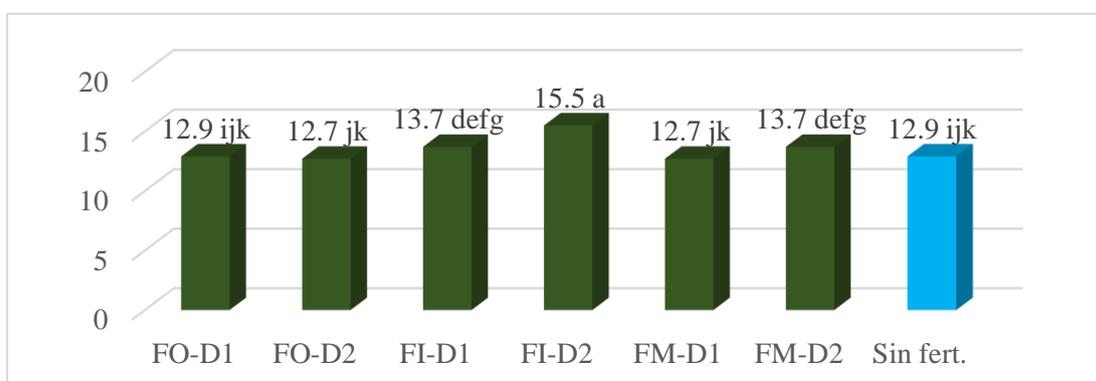
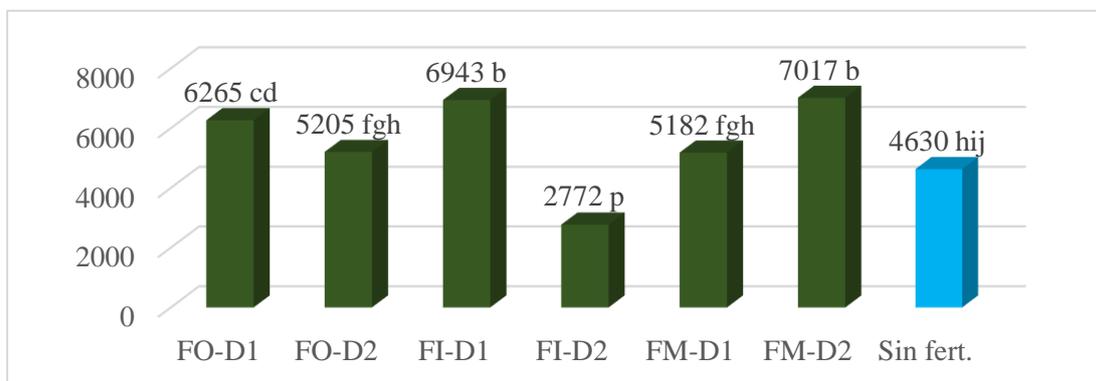
Anexo 43: Valores medios y prueba de significación de Tukey de la interacción variedad x dosis de fertilización de cuatro fuentes (testigo, orgánica, inorgánica y mixta) para rendimiento (kg/ha) y contenido de proteína (%) del grano de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) var. INIA SALCEDO en condiciones de La Molina campaña 2016B.



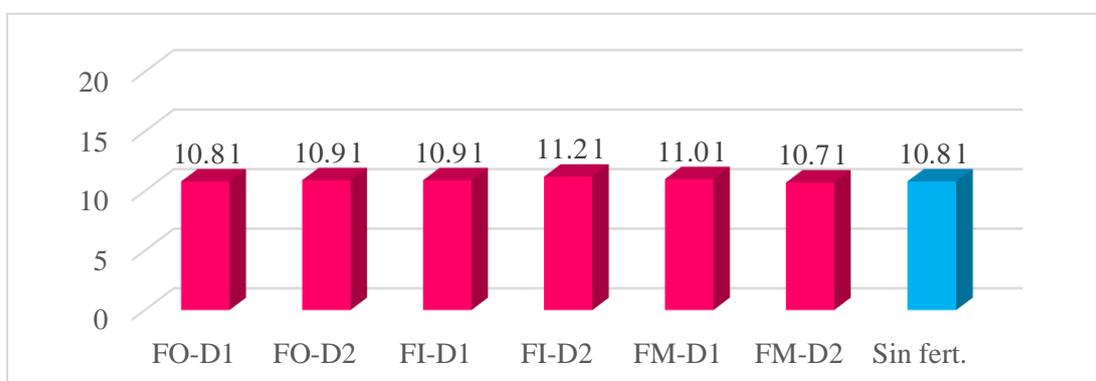
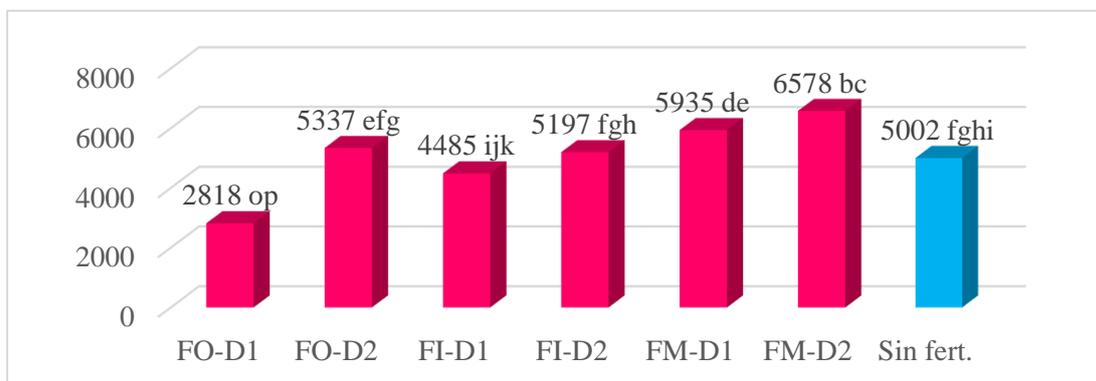
Anexo 44: Valores medios y prueba de significación de Tukey de la interacción variedad x dosis de fertilización de cuatro fuentes (testigo, orgánica, inorgánica y mixta) para rendimiento (kg/ha) y contenido de proteína (%) del grano de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) var. Altiplano en condiciones de La Molina campaña 2016B.



Anexo 45: Valores medios y prueba de significación de Tukey de la interacción variedad x dosis de fertilización de cuatro fuentes (testigo, orgánica, inorgánica y mixta) para rendimiento (kg/ha) y contenido de proteína (%) del grano de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) línea mejorada La Molina 89 en condiciones de La Molina campaña 2016B.



Anexo 46: Valores medios y prueba de significación de Tukey de la interacción variedad x dosis de fertilización de cuatro fuentes (testigo, orgánica, inorgánica y mixta) para rendimiento (kg/ha) y contenido de proteína (%) del grano de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) línea mutante MQPas-50 en condiciones de La Molina campaña 2016B.



Anexo 47: Caracterización de las variedades de quinua según su fuente de fertilización en el laboratorio de calidad.

fertilización	Variedad	color de pericarpio	color de epicarpio	% Hdad Peso 100 g	Pi (g)	tamiz #10 (2mm)	%	tamiz #12 (1.7mm)	%	tamiz #14 (1.4mm)	%	< 1.4mm	%	altura espuma (cm)	% sap.	valor sap.
fuente orgánica (dosis dos)	INIA Salcedo	Y-11C	W-NN155A	12.2	10	0.0639	0.64	3.7744	37.74	5.6628	56.63	0.4891	4.89	6.4	1.63	amargo
	La Molina 89	Y-11C	W-NN155A	11.8	10	0.0463	0.46	2.9305	29.31	6.5109	65.11	0.4922	4.92	5.3	1.34	amargo
	MQPas-50	GG-196B	B-203B	14.18	10	0.0218	0.22	0.9019	9.02	8.7312	87.31	0.34	3.40	2	0.46	semidulce
	Altiplano	Y-11C	W-NN155A	12.1	10	0.0945	0.95	3.7128	37.13	5.2897	52.90	0.8925	8.93	6.1	1.55	amargo
fuente orgánica (dosis uno)	La Molina 89	Y-11C	W-NN155A	12.1	10	0.0262	0.26	2.1379	21.38	7.5357	75.36	0.102	1.02	7.3	1.87	amargo
	INIA Salcedo	Y-11C	W-NN155A	12.6	10	0.0233	0.23	3.3403	33.40	6.3019	63.02	0.3122	3.12	6.6	1.69	amargo
	Altiplano	Y-11C	W-NN155A	12.1	10	0.0365	0.37	3.495	34.95	6.409	64.09	0.0363	0.36	5.5	1.39	amargo
	MQPas-50	GG-196B	B-203B	14.37	10	0.0454	0.45	1.1027	11.03	8.7954	87.95	0.0355	0.36	0	0	dulce
fuente inorgánica (dosis dos)	La Molina 89	Y-11C	W-NN155A	12.2	10	0.0165	0.17	2.6811	26.81	6.594	65.94	0.691	6.91	7.7	1.98	amargo
	MQPas-50	GG-196B	B-203B	13.22	10	0.0121	0.12	0.5972	5.97	8.6815	86.82	0.6696	6.70	0.3	0	dulce
	Altiplano	Y-11C	W-NN155A	12.3	10	0.04	0.40	4.68	46.80	4.8901	48.90	0.3877	3.88	1.8	0.4	semidulce
	INIA Salcedo	Y-11C	W-NN155A	12.1	10	0.0395	0.40	2.5925	25.93	7.2973	72.97	0.0516	0.52	5.1	1.29	amargo
Fuente inorgánica (dosis uno)	La Molina 89	Y-11C	W-NN155A	12.4	10	0.0173	0.17	2.3195	23.20	7.5542	75.54	0.0975	0.98	4.9	1.23	amargo
	MQPas-50	GG-196B	B-203B	13.67	10	0.0873	0.87	0.7946	7.95	9.0437	90.44	0.0638	0.64	2.4	0.56	semidulce
	INIA Salcedo	Y-11C	W-NN155A	12.6	10	0.0102	0.10	4.2744	42.74	5.6707	56.71	0.0244	0.24	7.1	1.82	amargo
	Altiplano	GG-196B	W-NN155A	12.1	10	0.0388	0.39	3.4715	34.72	6.3989	63.99	0.0633	0.63	2.6	0.62	amargo
Fuente mixta (dosis dos)	INIA Salcedo	Y-11C	W-NN155A	12.1	10	0.0401	0.40	1.7615	17.62	7.8881	78.88	0.2955	2.96	7.5	1.93	amargo
	La Molina 89	Y-11C	W-NN155A	12.3	10	0.013	0.13	2.3349	23.35	7.5197	75.20	0.096	0.96	8.2	2.11	amargo
	Altiplano	Y-11C	W-NN155A	12.6	10	0.0467	0.47	3.9684	39.68	5.8953	58.95	0.0663	0.66	3.7	0.91	amargo
	MQPas-50	GG-196B	B-203B	13.71	10	0.0219	0.22	1.5268	15.27	8.3836	83.84	0.0458	0.46	0	0	dulce
fuente mixta (dosis uno)	INIA Salcedo	Y-11C	W-NN155A	11.8	10	0.0377	0.38	3.6178	36.18	6.2773	62.77	0.0484	0.48	6.1	1.55	amargo
	La Molina 89	Y-11C	W-NN155A	12.2	10	0.0106	0.11	1.3059	13.1	8.5877	85.88	0.0786	0.79	5.6	1.42	amargo
	MQPas-50	GG-196B	B-203B	13.42	10	0.0136	0.14	0.788	7.88	9.0645	90.65	0.0617	0.62	0	0	dulce
	Altiplano	Y-11C	W-NN155A	12	10	0.0212	0.21	4.8426	48.43	5.068	50.68	0.0635	0.64	5.4	1.37	amargo
sin fuentes	La Molina 89	Y-11C	W-NN155A	12.8	10	0.089	0.89	2.2618	22.62	7.6156	76.16	0.0583	0.58	6.6	1.69	amargo
	MQPas-50	GG-196B	B-203B	13.82	10	0.0319	0.32	0.9461	9.46	8.8954	88.95	0.1085	1.09	3.4	0.83	amargo
	INIA Salcedo	Y-11C	W-NN155A	12.2	10	0.0585	0.59	4.9729	49.73	4.9531	49.53	0.0322	0.32	6.8	1.74	amargo
	Altiplano	Y-11C	W-NN155A	12.1	10	0.0644	0.64		46.44	5.2599	52.60	0.0449	0.45	5.1	1.29	amargo

