

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**



**“EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE RENDIMIENTO Y CALIDAD  
DE LÍNEAS MUTANTES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.)  
VAR. PASANKALLA EN CONDICIONES DE COSTA CENTRAL”**

**Presentado por:  
LIZ QUISPE GÓMEZ**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRONOMO**

**Lima – Perú**

**2015**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**“EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE RENDIMIENTO Y CALIDAD  
DE LÍNEAS MUTANTES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.)  
VAR. PASANKALLA EN CONDICIONES DE COSTA CENTRAL”**

**Presentado por:**

**LIZ QUISPE GÓMEZ**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRONOMO**

**Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:**

---

**Ing. Mg. Sc. Juan Guerrero Barrantes  
PRESIDENTE**

---

**Dra. Luz Gómez Pando  
PATROCINADOR**

---

**Dr. Jorge Jiménez Dávalos  
MIEMBRO**

---

**Ing. Mg. Sc. Enrique Aguilar Castellanos  
MIEMBRO**

**Lima - Perú**

**2015**

F01  
988  
T

## ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b>		
<b>I.</b>	<b>INTRODUCCION</b>	1
<b>II.</b>	<b>REVISION DE LITERATURA</b>	2
2.1	<b>Generalidades- Producción Nacional de la quinua</b>	2
2.1.1	Consumo de grano	5
2.2	<b>Historia y Origen</b>	5
2.3	<b>Posición Taxonómica</b>	6
2.4	<b>Descripción botánica</b>	7
2.5	<b>Composición y valor nutricional</b>	10
2.5.1	Proteínas	10
2.5.2	Minerales	11
2.5.3	Vitaminas	12
2.5.4	Grasas	12
2.5.5	Carbohidratos	13
2.5.6	Fibra dietaria	13
2.6	<b>La saponina</b>	14
2.7	<b>Medio Ambiente-Ecología- Adaptación</b>	15
2.8	<b>Rendimiento</b>	17
2.9	<b>Peso de 1000 granos (gr)</b>	18
2.10	<b>Enfermedades de la quinua</b>	18
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y METODOS</b>	19
3.1	<b>Área experimental</b>	19
3.1.1	Ubicación	19
3.1.2	Clima y suelo	20
3.1.3	Material y equipo utilizado	24

43807

3.2	Metodología experimental	25
3.2.1	Diseño experimental	25
3.2.2	Distancia euclidiana	26
3.2.3	Característica del campo experimental	26
3.2.4	Instalación y conducción del ensayo	27
3.3	Evaluaciones	29
3.3.1	Caracteres evaluados	29
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>32</b>
4.1	<b>Caracteres Agronómicos</b>	<b>32</b>
4.1.1	Rendimiento	32
4.1.2	Nº días al 50 % floración	37
4.1.3	Nº días a la madurez	40
4.1.4	Altura de planta	43
4.1.5	Acame	46
4.1.6	Mildiu (porcentaje de hoja afectada)	49
4.2	<b>Caracteres de calidad</b>	<b>53</b>
4.2.1	Contenido de proteína en el grano	53
4.2.2	Peso de mil granos	56
4.2.3	Porcentaje de saponina	60
4.2.4	Correlación entre los caracteres evaluados	62
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>67</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>68</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>69</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>77</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Producción Anual de Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ), por región. Perú 2012	3
2	Producción Nacional de Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ). Periodo 1985 – 2012	4
3	Análisis Proximal de la quinua y cereales (%)	10
4	Contenido de aminoácidos esenciales en proteína de quinua y otros cereales (g/100 g proteína)	11
5	Contenido de minerales (mg/100g) de quinua en relación con otros granos.	11
6	Contenido en vitaminas de la quinua comparado con otros alimentos, mg/100g peso en seco.	12
7	Comparación de composición de aceites vegetales (porcentaje) de la quinua y otras fuentes de aceite vegetal.	13
8	Grupo Agroecológico de la Quinoa y su Adaptación a Temperaturas mínimas y Precipitaciones.	17
9	Rendimiento de Grano (Kg/ha) de la Quinoa en el Altiplano de Puno.	18
10	Principales enfermedades que afectan la quinua en la Región Andina.	19
11	Valores promedio de los datos climatológicos: Temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa (%), lluvia (mm) y velocidad del viento durante la campaña agrícola, Julio 2012-Enero 2013.	21
12	Análisis de Suelo: Caracterización	23
13	Cuadrados Medios de Rendimiento (kg/ha), Número de días al 50% floración, Número de días a la madurez, Altura de planta (m), % de Acame, % daño por Mildiú, Peso de mil granos (g) y % Proteína de Líneas Mutantes de Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) desarrolladas mediante la aplicación de rayos gamma en la Variedad Pasankalla en condiciones de La Molina campaña 2012B - 2013A.	34

14	Medias del Rendimiento de Líneas Mutantes de Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) desarrolladas mediante la aplicación de rayos gamma en la variedad Pasankalla en condiciones de La Molina campaña 2012B-2013 A.	35
15	Medias del Número de días al 50% floración de Líneas Mutantes de Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) desarrolladas mediante la aplicación de rayos gamma en la Variedad Pasankalla en condiciones de La Molina campaña 2012B - 2013A.	38
16	Medias del Número de días a la madurez de Líneas Mutantes de Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) desarrolladas mediante la aplicación de rayos gamma en la Variedad Pasankalla en condiciones de La Molina campaña 2012B - 2013A.	41
17	Medias de la Altura de planta (cm) de Líneas Mutantes de Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) desarrolladas mediante la aplicación de rayos gamma en la Variedad Pasankalla en condiciones de La Molina campaña 2012B - 2013A.	44
18	Medias del acame (%) de Líneas Mutantes de Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) desarrolladas mediante la aplicación de rayos gamma en la Variedad Pasankalla en condiciones de La Molina campaña 2012B - 2013A.	47
19	Medias del % de daño por Mildiu de Líneas Mutantes de Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) desarrolladas mediante la aplicación de rayos gamma en la Variedad Pasankalla en condiciones de La Molina campaña 2012B - 2013A.	50
20	Medias del % de Proteína de Líneas Mutantes de Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) desarrolladas mediante la aplicación de rayos gamma en la variedad Pasankalla en condiciones de La Molina campaña 2012B - 2013A.	54
21	Medias de Peso de mil granos (g) de Líneas Mutantes de Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) desarrolladas mediante la aplicación de rayos gamma en la Variedad Pasankalla en condiciones de La Molina campaña 2012B - 2013A.	58

22	Contenido de Saponina del Grano (por ciento) de Líneas Mutantes de Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) Desarrolladas Mediante la Aplicación de Rayos Gamma en la Variedad Pasankalla en Condiciones de La Molina. Campaña 2012B - 2013A.	60
23	Valores de Correlación de Rendimiento (kg/ha), Número de días al 50% floración, Número de días a la madurez, Altura de planta (m), % de Acame, % daño por Mildiú, Peso de mil granos (g), % Proteína de Líneas y % de saponina de Líneas Mutantes de Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) desarrolladas mediante la aplicación de rayos gamma en la Variedad Pasankalla en condiciones de La Molina campaña 2012B - 2013 <sup>a</sup>	63
24	Valores de caracteres agronomicos y de calidad de quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ), a través del Criterio del Experto.	64
25	Valores de caracteres agronómicos y de calidad de quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ), variedad testigo Pasankalla observados en el presente experimento.	64
26	Distancia Euclidiana promedio de las 16 líneas mutantes superiores de quinoa bajo el Criterio del experto, considerando varios caracteres simultáneamente en el estudio de las 16 líneas M <sub>5</sub> .	65
27	Líneas mutantes de quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) que difieren en color de grano y contenido de proteína comparados con el material testigo (Pasankalla).	66

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Comportamiento de la Producción y Superficie Cosechada de Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ). Periodo 2002-2012	3
2	Fluctuación de la temperatura promedio mensual durante la campaña Agrícola, Julio 2012-Enero 2013.	21
3	Diagrama de Frecuencias del Contenido de Saponina del Grano (por ciento) de Líneas Mutantes de Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) Desarrolladas Mediante la Aplicación de Rayos Gamma en la Variedad Pasankalla en Condiciones de La Molina. Campaña 2012B - 2013A.	61

## INDICE DE GRAFICOS

### Grafico

1	Disposición de los 81 genotipos y sus repeticiones en el área experimental.	28
---	---	----

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1:	Superficie cosechada mensual de Quinoa, según región o subregión. 2012 (ha)	77
Anexo 2:	Producción de Quinoa en el Perú. (Mensual ton)	77
Anexo 3:	Cuadro de exportaciones de Quinoa (ton)	78
Anexo 4:	Cuadro de exportaciones de Quinoa. Valor FOB (Miles US\$)	78
Anexo 5:	Caracterización de 81 genotipos de quinoa en Costa Central. La Molina. Campaña 2012B.	79
Anexo 6.	Análisis de la Clínica de Diagnóstico de Fitopatología y Nematología	89

## RESUMEN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un grano nativo de importancia en el Perú por su valor nutritivo, agronómico y económico. En esta última década su área de cultivo se ha incrementado en forma notable en zonas no tradicionales como es la costa peruana, evidenciando reducciones significativas de rendimiento y calidad de grano a causa del aumento de plagas, susceptibilidad a temperaturas altas durante la floración, problemas de acame y otros. Muchos de los cuales se están solucionando con la aplicación masiva de pesticidas; limitando la producción orgánica y por consiguiente reduciendo el mercado y los precios. Existen diferentes formas de solucionar estos problemas y uno de ellos es el desarrollo de nuevas variedades más apropiadas a las condiciones ambientales de la costa. Los objetivos de la presente investigación fueron determinar el potencial de rendimiento y la calidad de nuevas líneas mutantes de quinua e identificar genotipos promisorios con alto valor agronómico y de calidad. Se utilizaron 78 líneas mutantes M<sub>5</sub>, tres testigos de comparación: 2 accesiones de valle y la variedad Pasankalla o material genético del cual se originaron los mutantes de quinua. Los caracteres evaluados fueron rendimiento, días a la floración, días a la madurez, altura de planta, porcentaje de acame, mildiu, porcentaje de proteína, peso de mil granos, y saponina. Se empleó el diseño experimental de bloques incompletos parcialmente balanceados (BIPB), con tres repeticiones; el estudio fue realizado en condiciones de La Molina- Lima. Se encontró diferencias altamente significativas para rendimiento, floración, altura de planta, daño por mildiu y peso de mil granos; y significativas para porcentaje de acame, días a la madurez y contenido de proteína del grano. Siete líneas sobresalen en potencial de rendimiento y fueron diferentes significativamente, con valores superiores a 3220,7 kg/ha con respecto al testigo que alcanzó un rendimiento de 2227,52 kg/ha. La línea de mayor rendimiento fue MQPas-143 con 4133,5 kg/ha superior al testigo en 185 por ciento. Tres mutantes MQPas-302, MQPas-378, MQPas-348 con un contenido mayor de proteína igual a 13,2, 12,8 y 12,7 por ciento respectivamente; valores mayores y diferentes significativamente al material testigo que tuvo 11.3 por ciento. Además ocho líneas mutantes entre ellas; MQPas-302, MQPas-378 y MQPas-254 con 13,2; 12,8 y 12 por ciento de proteína y similar rendimiento al testigo con granos granates presentan otros colores de grano; como crema y negro; de importancia en el mercado. Se identificaron por contenido de saponina 11 amargas, 9 semi-dulces y 61 dulces, entre estas últimas el material testigo.

**Palabras clave:** Quinua, líneas mutantes, rendimiento, calidad.

## ABSTRACT

The quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Is a native grain of importance in Peru for its nutritive, agronomic and economic value. In the last decade the cultivation area has been increased dramatically in non-traditional areas such as the Peruvian coast, showing significant reductions in yield and grain quality due to increased pest susceptibility to high temperatures during flowering problems fallen and others. Many of which are being solved with the massive application of pesticides; limiting organic production and consequently reducing the market and prices. There are different ways to solve these problems and one of them is the development of new, more appropriate to the environmental conditions of coastal varieties. The objectives of this study were to determine the potential yield and quality of new mutant lines of quinoa and identify promising genotypes with high agronomic value and quality. 78 mutant lines M<sub>5</sub>, three witnesses comparison were used: 2 accessions valley and the pasankalla variety or genetic material from which mutants Quinoa originated. The characters evaluated were yield, days to flowering, days to maturity, plant height, percentage of fallen, mildew, protein percentage, thousand grain weight, and saponin. The experimental design of partially balanced incomplete block (BIPB) was used, with three replications; The study was conducted under conditions of La Molina, Lima. Highly significant differences for yield, flowering, plant height, damage from mildew and thousand grain weight was found; and meaningful percentage of fall, days to maturity and grain protein content. Seven lines excel in yield potential and differed significantly, with above 3220.7 kg / ha compared with the control that reached a yield of 2227.52 kg / ha values. The line of greatest yield was MQPas-143 with 4133.5 kg / ha higher than the control at 185 percent. Three mutants MQPas-302, MQPas-378, MQPas-348 with a higher protein content equal to 13.2, 12.8 and 12.7 percent respectively; higher values significantly different to the control material was 11.3 percent. Additionally eight mutant lines between them; MQPas-302, MQPas-378 and MQPas-254 with 13.2; 12.8 and 12 percent protein and similar yield to witness garnet grains have other colors grain; as cream and black; important in the market. Identified by saponin content 11 bitter, 9 semi-sweet and 61sweet, among the latter the witness material.

**Keywords:** Quinoa, mutant lines, yield, quality.

## I. INTRODUCCION

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es una especie nativa importante de la Región Andina, que recupera su trascendencia económica a nivel nacional e internacional debido al reconocimiento de su valor nutritivo. Asimismo, la quinua, tiene un alto valor agronómico y capacidad de adaptarse a condiciones marginales de suelo y clima, es tolerante a sales y sequía.

Su revaloración en los últimos cinco años a nivel nacional e internacional ha incrementado notablemente la demanda, generando entre otros aspectos el incremento significativo de su precio en chacra, convirtiéndolo en un cultivo de alta rentabilidad y con mercado de exportación. Para satisfacer esta demanda creciente, se requiere incrementar la producción la cual puede lograrse a través, entre otros factores, del incremento de área y el incremento de la productividad. La productividad se puede aumentar mediante variedades y tecnologías apropiadas para los sistemas de producción. Una de las cualidades más importante de las variedades de quinua además del rendimiento y calidad debe ser su adaptación a un determinado ambiente. El crecimiento significativo del área de cultivo en Costa determina la necesidad de identificar variedades apropiadas para este agro ecosistema y ofrecer más alternativas o variedades diferentes a los agricultores que actualmente emplean dos variedades en áreas extensas del Perú (costa y sierra) lo que podría ocasionar graves pérdidas por problemas de uniformidad o vulnerabilidad genética. En base a lo anteriormente señalado se plantea el presente trabajo de investigación que tiene como objetivos:

- 1.- Determinar el potencial de rendimiento y la calidad de nuevas líneas mutantes de quinua desarrolladas a partir de la variedad Pasankalla
- 2.- Identificar nuevos genotipos promisorios con alto valor agronómico y de calidad para condiciones de Costa Central.

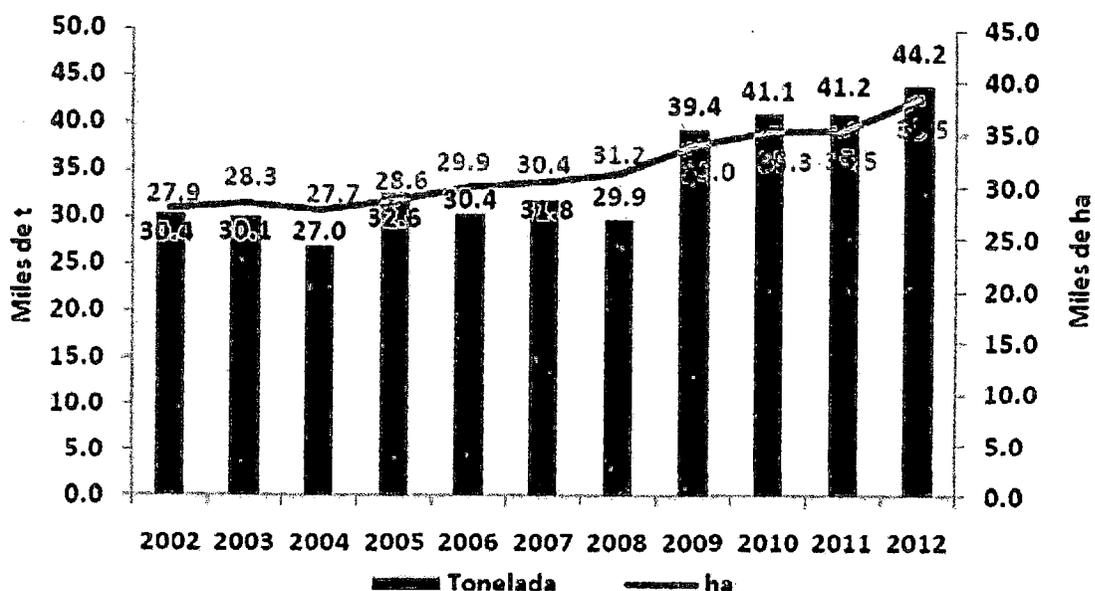
## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 GENERALIDADES-PRODUCCION NACIONAL DE LA QUINUA

La producción y superficie cosechada de quinua, a nivel nacional, muestra crecimientos sostenidos desde el año 2002. La tasa de crecimiento promedio de la producción, en los últimos 11 años, fue de 3,8 por ciento y la de la superficie cosechada de 3,3 por ciento, aproximadamente.

En la figura N° 1, se aprecia la mayor producción en el año 2012, con 44,2 mil toneladas y 38,5 mil hectáreas a nivel nacional y en el Cuadro N° 1 se presenta la producción anual de quinua en el Perú. Las principales regiones productoras fueron Puno, Cusco, Junín, Apurímac y Ayacucho, con un área cosechada de 38,493 hectáreas. El rendimiento promedio llegó a 1,15 toneladas por hectárea. La región Puno concentró el 71 por ciento del área cosechada y el 68 por ciento de la producción de quinua a nivel nacional (Cuadro N° 1). En el Cuadro N° 2 se observa que en el período 1985 – 2012, la producción (t), área cosechada (ha) y rendimiento (Kg/ha) a nivel nacional han ido en aumento, se ve una tendencia creciente en estas tres variables. Sin embargo, los valores son bajos (FAOSTAT, 2001). El rendimiento promedio nacional registrado fue 1148 Kg/ha (Ministerio de Agricultura, 2013) y está muy por debajo del rendimiento potencial igual a 11 t/ha, estimado por (Mujica *et al.*, 2001).

MINAG (2013), menciona que la quinua se puede sembrar en gran parte del territorio nacional, y que su cultivo se debe continuar promoviendo, precisando que en algunas zonas del país se viene reportando rendimientos superiores a las 4,0 toneladas por hectárea.



FUENTE: MINAG-OEEE (2013)

Elaboración: MINAG-DIA

**Figura 1. Comportamiento de la Producción y Superficie Cosechada de Quinua (*Chenopodium quinoa*). Periodo 2002 - 2012.**

**Cuadro 1: Producción Anual de Quinua (*Chenopodium quinoa*), por Región. Perú 2012**

Región	( t )	( ha )	(t/ha)	(% t)	(% ha)
Puno	30,179	27,445	1.10	68	71
Ayacucho	4,185	3,641	1.15	9	9
Cusco	2,227	2,233	1.00	5	6
Apurímac	2,095	1,297	1.62	5	3
Junín	1,882	1,432	1.31	4	4
Arequipa	1,683	594	2.83	4	2
Otros	1,956	1,851	1.06	4	5
TOTAL	44,207	38,493	1.15	100	100

FUENTE: Direcciones Regionales y Subregionales de Agricultura (2013)

Elaboración: MINAG-OEEE-DGC

**Cuadro 2: Producción Nacional de Quinua (*Chenopodium quinoa*).  
Periodo 1985 –2012**

<b>Año</b>	<b>Área Cosechada (ha)</b>	<b>Producción (t)</b>	<b>Rendimiento* (Kg/ha)</b>
1985	11,860	8,014	427
1986	13,524	10,004	524
1987	13,112	9,921	576
1988	18,475	16,284	724
1989	15,241	15,753	863
1990	8,081	6,260	434
1991	21,007	18,266	869.5
1992	7,874	4,961	630
1993	17,812	17,157	790
1994	20,693	16,629	803
1995	18,729	13,773	735.3
1996	18,704	16,070	859.0
1997	27,033	23,688	876.0
1998	30,720	28,171	917.0
1999	28,979	28,413	980.4
2000	28,889	28,191	976.0
2001	25,601	22,267	870.0
2002	27,851	30,373	1,091
2003	28,326	30,085	1,062
2004	27,676	26,997	975
2005	28,632	32,590	1138
2006	29,947	30,429	1016
2007	30,381	31,824	1047
2008	31,163	29,867	958
2009	34,026	39,998	1,158
2010	35,313	41,079	1,163
2011	35,435	41,182	1,161
2012	38,498	44,213	1,148

FUENTE: MINAG

\*Elaboración propia

### **2.1.1 Consumo de grano**

El grano de quinua tiene dos destinos bien diferenciados: el autoconsumo y el mercado de productos funcionales. El primero es el consumo directo por los campesinos productores de las regiones andinas, y el segundo por consumidores estadounidenses y europeos de altos ingresos. Los principales consumidores son los habitantes de Perú, Bolivia y Ecuador. El Perú tiene un nivel de consumo per cápita de 1,3 kilos anual, con alto potencial de incremento en el mediano plazo (MINAG, 2013).

### **2.2 Historia y Origen**

La quinua (*Chenopodium quinoa*) es una planta alimenticia muy antigua del área andina, cultivada en el Perú desde épocas prehispánicas. Algunos hallazgos indican que su cultivo data de 5000 a.C. y que se utilizó como alimento alrededor de los 3000 a.C (Mujica *et al.*, 2001). La cuenca del lago Titicaca es la zona considerada como el principal centro de origen de la quinua y el centro de conservación de la mayor diversidad biológica de esta especie (MINAG, 2014). A pesar de las pocas informaciones arqueológicas, lingüísticas, etnográficas e históricas sobre la quinua, existen evidencias y estudios botánicos y citogenéticos claros de la distribución de los parientes silvestres y, evidencias de domesticación. Proceso que probablemente se inició con el uso de sus hojas y luego de las semillas. La especie se adaptó a diferentes condiciones agroclimáticas, edáficas y usos. La quinua tiene una amplia adaptación desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm y usos diversos en las diferentes comunidades étnicas de acuerdo a sus necesidades alimentarias (Mujica *et al.*, 2001).

La quinua fue descrita por primera vez por Willdenow en 1778, como una especie nativa de Sudamérica, cuyo centro de origen, según Buskasov se encuentra en los Andes de Bolivia y Perú (Cárdenas, 1944 citado por PROINPA, 2011). Esto fue corroborado por Gandarillas, citado por PROINPA (2011) quien indica que su área de dispersión geográfica es muy amplia, no solo por su importancia social y económica, sino por la gran diversidad de ecotipos tanto cultivados como en estado silvestre. La quinua en la actualidad tiene una distribución mundial: en América, desde Norteamérica y Canadá, hasta Chiloé en Chile; en Europa, Asia y el África,

obteniendo resultados aceptables en cuanto a producción y adaptación (Mujica *et al.*, 2001; Bazile *et al.*, 2014 ).

### 2.3 Posición taxonómica

La quinua pertenece al género *Chenopodium*, familia Amaranthaceae, Sub Familia *Chenopodioideae*. El género *Chenopodium* es el principal dentro de esta Sub familia y tiene amplia distribución mundial, con cerca de 250 especies (FAO, 2010).

#### CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden:	<i>Caryophyllales</i>
Familia:	<i>Amaranthaceae</i>
Subfamilia:	<i>Chenopodioideae</i>
Tribu:	<i>Chenopodieae</i>
Género:	<i>Chenopodium</i>
Especie:	<i>C. quinoa</i>

## **2.4 Descripción botánica**

La quinua (*Chenopodium quinoa*), es una planta herbácea anual, de amplia dispersión geográfica, presenta características peculiares en su morfología, coloración y comportamiento en diferentes zonas agroecológicas donde se cultiva, está clasificada como planta C3 (Mujica *et al.*, 2001).

### **Color de Planta**

Pueden presentar diversos colores que van desde verde, morado a rojo y colores intermedios, entre otros, su coloración varía con los genotipos y fases fenológicas.

### **Raíz**

Es pivotante, vigorosa, profunda, bastante ramificada y fibrosa, la cual posiblemente le da resistencia a la sequía y buena estabilidad a la planta. Al germinar lo primero que se alarga es la radícula, que continúa creciendo y da lugar a la raíz pivotante con gran cantidad de raicillas o pelos absorbentes que nacen a distintas alturas y en algunos casos son tenues y muy delgadas, alcanzando en casos de sequía hasta 1,80 m de profundidad, lo cual guarda estrecha relación con la altura de la planta (Mujica *et al.*, 2001). La profundidad de la raíz se considera un factor relacionado con la tolerancia al acame o vuelco por efecto de vientos, exceso de humedad y peso de la panoja.

### **Tallo**

Es una planta erguida, con una altura que varía de 0.3 a 3 m, dependiendo de los genotipos, de las condiciones ambientales donde crece, de la fertilidad de los suelos. El tallo puede ser ramificado o no, depende del ecotipo, raza, densidad de siembra y de las condiciones del medio en que se cultiven. El tallo en la zona cercana al suelo es cilíndrico, transformándose en angular a la altura donde se inicia el nacimiento de las ramas y hojas. El habito ramificado es más frecuente en las razas cultivadas en los valles interandinos de Perú, Ecuador y Bolivia, en cambio el habito simple se observa, más frecuentemente, en las razas del altiplano y los Salares (Mujica *et al.*, 2010).

## **Hojas**

Las hojas son de carácter polimórfico en una sola planta; las basales son grandes y pueden ser romboidales o triangulares, mientras que las hojas superiores generalmente alrededor de la panoja son lanceoladas o triangulares y más pequeñas. Su color es variable dependiendo de los genotipos; va desde el verde hasta el rojo, pasando por el amarillo y el violeta; según la naturaleza y la importancia de los pigmentos. Son dentadas en el borde pudiendo tener hasta 43 diente (Tapia *et al.*; citado por FAO, 2011). Están cubiertas por cristales de oxalato de calcio, de colores rojo, púrpura o cristalino, tanto en el haz como en el envés, las cuales son bastante higroscópicas, capaces de retener una película de agua (Gallardo *et al.*, 1996), lo que aumenta la humedad relativa de la atmósfera que rodea a la hoja y, consecuentemente, disminuye la transpiración (Tapia *et al.*; citado por FAO, 2011), reflejan los rayos luminosos disminuyendo la radiación directa sobre las hojas, evitando el sobre calentamiento (Gallardo *et al.*, 1996).

## **Inflorescencia**

Denominada también panoja, por tener un eje principal más desarrollado, del cual se originan ejes secundarios. Varía según las razas. Según el tipo de la panoja, las quinuas se agrupan en amarantiforme, glomerulada e intermedias (Cardenas, 1969). La inflorescencia glomerulada conjuntamente con la amarantiforme puede ser laxa o compacta, este carácter está muy relacionado al rendimiento del cultivo. Las inflorescencias densas y de mayor tamaño (70 cm) pueden llegar a un rendimiento de 220 g de granos por panoja (Mujica *et al.*, 2001).

## **Flores**

Son pequeñas, incompletas, sésiles y desprovistas de pétalos, constituida por una corola formada por cinco piezas florales sepaloideas, pudiendo ser hermafroditas y pistiladas (femeninas) en la misma inflorescencia. En el ápice del glómulo se localizan las flores hermafroditas y alrededor de ellas las flores pistiladas o femeninas. El porcentaje de flores hermafroditas y pistiladas en la inflorescencia es variable en función a los genotipos (Mujica *et al.*, 2001).

## **Fruto**

Es un aquenio, cubierto por el perigonio sepaloide; el cual generalmente se desprende con facilidad a la cosecha, en raros casos puede permanecer adherido al grano incluso después de la trilla dificultando el posterior procesamiento. Durante el proceso de madurez el color contribuye con la coloración de las panojas. El diámetro del fruto puede variar de 1.5 a 4 mm y es de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal. Está conformado por el pericarpio o envoltura del fruto y la semilla. En el pericarpio se encuentra la saponina que le da el sabor amargo característico a la quinua; está cubre al fruto, dependiendo de los genotipos, tiene un grado de adherencia variable a la semilla (Mujica *et al.*, 2001)

La cosecha se inicia; generalmente, con frutos de alrededor de 14.5 por ciento de humedad (Gallardo *et al.*, 1996).

## **Semilla**

Presenta tres partes bien definidas que son: episperma, embrión y perisperma. La episperma, está constituida por cuatro capas: una externa de superficie rugosa, quebradiza, la cual se desprende fácilmente al frotarla, en ella puede haber saponina. (Mujica *et al.*, 2001).

El embrión, está formado por dos cotiledones y la radícula y constituye el 34 por ciento del volumen total de la semilla. Envuelve al perisperma como un anillo, con una curvatura de 320 grados, puede ser de color amarillento y puede medir 3.54 mm de longitud y 0.36 mm de ancho, aproximadamente. En el embrión se encuentra la mayor cantidad de proteína, entre 35-40 por ciento del total; aproximadamente. Con cierta frecuencia se encuentran tres cotiledones (Gallardo *et al.*, 1996).

El perisperma es el principal tejido de almacenamiento y está constituido mayormente por almidón, es de color blanquecino y representa prácticamente el 60 por ciento de la superficie de la semilla y contiene el 6.3 al 8.3 por ciento de la proteína total del grano; (Mujica *et al.*, 2001).

## 2.5 Composición y valor nutricional

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es reconocida a nivel mundial por su alto valor nutricional y no contiene gluten, por lo que es una alternativa para gente con problemas de intolerancia a este producto.

En el cuadro N°3 se muestra la comparación de un análisis proximal de la quinua con otros cereales de importancia.

**Cuadro 3: Análisis Proximal de la quinua y cereales (%)**

Componente (%)	Alimentos			
	Quinua (a)	Kañihua (a)	Arroz (b)	Trigo (b)
Proteínas	11,7	14,0	6,2	8,6
Grasas	6,3	4,3	0,8	1,5
Carbohidratos	68,0	64,0	76,9	73,7
Fibra	5,20	9,8	0,3	3,0
Ceniza	2,80	5,4	0,6	1,7
Humedad	11,2	12,2	15,5	14,5

FUENTE: (a) Morón, 1999; (b) FAO/OMS/ONU

### 2.5.1 Proteínas

En cuanto a la cantidad y calidad de la proteína de quinua, Tapia (1997) lo sitúa entre los alimentos andinos nativos que aportan una cantidad importante de proteínas. Sin embargo, Repo-Carrasco *et al.* (2003), menciona que la quinua no tiene un contenido especialmente alto de proteínas y que su importancia radica en la calidad de proteína. El contenido de proteína de la quinua varía entre 13.81 y 21.9 por ciento, dependiendo de la variedad. La quinua es considerada como el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales (FAO, 2011). Indica que solo cuatro aminoácidos esenciales limitan la calidad de las dietas humanas mixtas. Estos aminoácidos son la lisina, la metionina, la treonina y el triptófano. En el Cuadro N° 4 se puede apreciar el contenido de aminoácidos esenciales de la quinua comparados con los del trigo y el arroz así como también su gran ventaja nutritiva.

**Cuadro 4: Contenido de aminoácidos esenciales en proteína de quinua y otros cereales (g/100 g proteína).**

AMINOACIDOS	QUINOA	TRIGO	ARROZ
Histidina	3,2	2,0	2,1
Isoleucina	4,4	4,2	4,1
Leucina	6,6	6,8	8,2
Lisina	6,1	2,6	3,8
Metionina + Cisterna	4,8	3,7	3,6
Fenilalanina + Tirosina	7,3	8,2	10,5
Treonina	3,8	2,8	3,8
Triptófano	1,1	1,2	1,1
Valina	4,5	4,4	6,1

FUENTE: Koziol, (1992)

### 2.5.2 Minerales

Investigaciones sobre el contenido de minerales han demostrado que la quinua contiene importantes porcentajes de Ca, Mg, K, Zn y especialmente de Fe, comparando con otros cereales (Cuadro N°5). En especial, la quinua es una buena fuente de hierro, magnesio y zinc; si se compara con las recomendaciones relativas al consumo diario de minerales (Siener *et al.*, 2006).

**Cuadro 5: Contenido de minerales (mg/100g) de quinua en relación con otros granos.**

MINERALES	Quinua	Trigo	Arroz	Maíz
Calcio	66,6	43,7	23,0	15,0
Fosforo	408,3	406,0	325,0	256,0
Magnesio	204,2	147,0	157,0	120,0
Potasio	1.040,0	502,0	150,0	330,0
Hierro	10,9	3,3	2,6	--
Manganeso	2,21	3,4	1,1	0,48
Zinc	7,47	4,1	--	2,5

FUENTE: Jacobsen (2002)

### 2.5.3 Vitaminas

La quinua es una buena fuente de las vitaminas B2 (riboflavina) y ácido fólico en comparación con otros granos, mientras que su contenido en tiamina es similar al de otros granos y el de niacina es en promedio inferior, como se muestra en el Cuadro N°6. Contiene cantidades significativas de vitamina E, aunque esta cantidad parece disminuir después de procesarse y cocinarse. Las vitaminas de la quinua no se ven afectadas por la eliminación de sus saponinas, ya que las vitaminas no se encuentran en el pericarpio de la semilla (Koziol, 1992).

**Cuadro 6: Contenido de vitaminas de la quinua comparado con otros alimentos, mg/100g peso seco.**

	<b>Quinua</b>	<b>Maíz</b>	<b>Arroz</b>	<b>Trigo</b>
<b>Tiamina</b>	0.2-0.4	0.42	0.06	0.45-0.49
<b>Riboflavina</b>	0.2-0.3	0.1	0.06	0.17
<b>Acido fólico</b>	0.0781	0.026	0.020	0.078
<b>Niacina</b>	0.5-0.7	1.8	1.9	5.5

FUENTE: Koziol (1992)

### 2.5.4 Grasas

Del contenido total de materias grasas de la quinua, más del 50 por ciento viene de los ácidos grasos poli insaturados esenciales linoleico (Omega 6) y linolénico (Omega 3). Se ha demostrado que los ácidos grasos de la quinua mantienen la calidad debido al alto valor natural de la vitamina E, que actúa como antioxidante natural, cualidades muy importantes para la dieta vegetariana; por lo que en las últimas décadas están cobrando mayor importancia, al permitir mayor fluidez de los lípidos de las membranas. Otro aspecto importante es el contenido de tocoferoles en aceites de quinua. Estos son isómeros con efectos beneficiosos para la salud, ya que actúan como antioxidantes naturales y permiten mayor tiempo de conservación (Siener *et al.*, 2006).

En el cuadro N° 7 se muestra el contenido de ácidos grasos de la quinua, observándose que es uno de los pocos granos que contiene los principales ácidos grasos esenciales linolénico (Omega 3) y linoleico (Omega 6), que son indispensables para el desarrollo cerebral humano.

**Cuadro 7: Comparación de la composición de aceites vegetales (porcentaje) de la quinua y otras fuentes de aceite vegetal.**

	<b>Palmítico C16:0</b>	<b>Estearico C18:0</b>	<b>Oleico C18:1</b>	<b>Linoleico C18:2 OMEGA 6</b>	<b>Linolénico C18:3 OMEGA 3</b>
<b>Quinua(a)</b>	11,0	0,7	22,0	56,0	7,0
<b>Soya (b)</b>	9,4	4,4	21,6	55,2	9,4
<b>Maní (b)</b>	9,3	2,0	44,7	35,8	-
<b>Oliva (b)</b>	9,6	2,8	79,4	7,6	0,6
<b>Palma (b)</b>	8,7	2,9	18,1	2,9	-
<b>Coco (b)</b>	8,6	2,8	5,9	1,0	-

FUENTE: (a) Marroquín (1983) (c) Simpson y Osborne (1978), citado por Wahli (1990).

### **2.5.5 Carbohidratos**

El contenido de carbohidratos de la quinua consiste de 55 a 65 por ciento de almidón, 2 a 2,6 por ciento monosacáridos y 3 a 3,6 por ciento de pentosa. El contenido de fibra varía entre 2 a 4 por ciento. (Jacobsen, 2002).

### **2.5.6 Fibra dietaria**

Se presta más atención no solo al contenido de fibra cruda, sino también a las fibras solubles o dietéticas totales, por sus efectos beneficiosos para la digestión, en especial por su capacidad de absorción de agua, captación de cationes, absorción de compuestos orgánicos y formación de geles. (Morón y Schejtman; citado por Chacchi, 2009).

### **2.6 La saponina**

Las saponinas son sustancias orgánicas de origen mixto, ya que provienen tanto de glucósidos triterpenoides (de reacción ligeramente acida), como de esteroides derivados de perhidro 1,2 ciclopentano fenantreno, moléculas concentradas en la cascara de los granos y representan el principal factor antinutricional en el grano.

Las saponinas no tienen una fórmula química bien definida por el origen mixto pero se puede sugerir el siguiente esqueleto base:  $C_nH_{2n-8}O_{10}$  (con  $n \geq 5$ ) (FAO, 2011).

Villacorta *et al.* (1976), manifiesta que la presencia de estas sustancias amargas o saponinas, limitan el uso a nivel industrial de este grano, destinado a la alimentación humana.

Narrea (1976), menciona que el contenido de saponina en el grano de quinua varía con los ecotipos o variedades y manifiestan que en Perú y Bolivia se han desarrollado variedades denominadas “dulces” por su bajo contenido de este glucósido y que las variedades amargas poseen entre 3.4 a 3.9 % de saponina.

Conrado (1992) menciona que el contenido de saponina de una variedad de quinua, al ser llevada a otras zonas, puede aumentar o disminuir.

Las saponinas están localizadas en el pericarpio de las semillas de la quinua, son solubles en metanol y agua, se caracteriza por su sabor amargo y por la formación de espuma en soluciones acuosas en concentraciones muy bajas, 0.1%. La cantidad de saponinas presentes depende la variedad de quinua, el contenido de saponina en la quinua varía entre 0.1 y 5 por ciento. Es mayor en variedades de sabor amargo que en variedades dulces de bajo nivel de saponinas (Vilche, 2003). Además del sabor amargo que le provee a la quinua, las saponinas pueden formar complejos insolubles con minerales, como el zinc y el hierro, lo cual no permite que los minerales sean absorbidos por el organismo (West *et al.*, 1978). La función biológica de las saponinas en la quinua parece ser la de repelente de plagas y enfermedades (Jacobsen, 2002).

## **2.7 Medio Ambiente-Ecología-Adaptación**

Según Mujica *et al.* (2001), este cultivo se adapta, gracias a su amplia variabilidad genética, y crece desde el nivel del mar hasta cerca de los 4000 msnm. Tapia y Ames (2007), señalan que la altitud óptima para las quinuas del Valle va de 2000 a 3400 msnm y para las quinuas de Altiplano va de 3800 a 4000 msnm. En general, el mejor desarrollo del cultivo ocurre entre los 2800 a 3900 msnm para la zona andina (Soto, 2010). La quinua muestra adaptabilidad a pisos altitudinales menores, de tal manera que se puede producir en zonas bajas y aun en ceja de selva (Mujica, 1999).

Mujica *et al.* (2001) señalan que las quinuas sembradas al nivel del mar disminuyen su periodo vegetativo, comparadas con quinuas de la zona andina, además sostienen que el mayor potencial productivo se obtiene al nivel del mar alcanzando rendimientos de hasta 6000 kg/ha con riego y buena fertilización.

Las *Chenopodiaceae* pueden sobrevivir en lugares donde otros cultivos no pueden prosperar e incluye cultivos importantes para la producción de alimentos y forraje (National Research Council, 1989 citado por Bonifacio, 2003). La quinua pertenece a dicho grupo y se caracteriza por una gran variedad y plasticidad, lo cual le permite crecer bajo condiciones climáticas y agronómicas adversas (Mujica *et al.*, 2001). La región Andina y, principalmente, el Altiplano peruano-boliviano presenta una de las ecologías más difíciles para la agricultura moderna, con límites altitudinales de 3000 a 4000 msnm, con suelos frecuentemente aluviales y de escaso drenaje (Espindola, 1986 citado por PROINPA, 2011).

La temperatura media adecuada para la quinua está alrededor de los 15-20°C, se ha observado que con temperaturas medias de 10°C, temperaturas medias y altas de hasta 25°C puede desarrollarse. Sin embargo, temperaturas por encima de los 38°C, produce aborto de flores, muerte de estigmas y estambres, imposibilitando la formación de polen y por lo tanto impidiendo la formación de granos (Mujica *et al.*, 2010). Por ello es necesario conocer que genotipos son adecuados para cada una de las condiciones climáticas (Mujica *et al.*, 2001). En el Cuadro N° 8 se presenta el rango de temperaturas en los que prosperan los diferentes grupos agroecológicos de quinua (Tapia *et al.*, 2000)

La quinua soporta radiaciones extremas de las zonas altas de los Andes, que permiten compensar las horas de calor necesarias para cumplir con su periodo vegetativo y productivo. Por su amplia variabilidad genética y gran plasticidad, presenta genotipos de días cortos, de días largos e incluso indiferentes al fotoperiodo; las quinuas del valle, del altiplano, salares y yungas se cultivan en zonas con días de 10 horas de luz y las quinuas del nivel del mar en condiciones de 14 horas de luz.

La quinua se cultiva con precipitaciones que varían desde aquellas mínimas de 200-250 mm anuales (Salares de Bolivia) hasta aquellas mayores a 2000 mm (Yungas). Es una planta que a pesar de ser del tipo C3, es eficiente en el uso del agua puesto que posee mecanismos morfológicos, anatómicos, fenológicos y bioquímicos que le

permiten no solo escapar al déficit de humedad sino tolerar y resistir la falta de humedad del suelo, obteniéndose producciones aceptables con precipitaciones de 100 a 200 mm. La gran adaptación a las variaciones climáticas y su eficiente uso de agua convierten a la quinua en una excelente alternativa de cultivo frente al cambio climático (Tapia, 1997). En el Cuadro N° 8 se presenta los rangos de precipitación en los que prospera la quinua (Tapia *et al.*, 2000).

La humedad relativa de las zonas de producción varían desde 40 por ciento en el altiplano hasta el 100 por ciento de humedad relativa en la Costa Peruana, lo que facilita el desarrollo rápido de enfermedades fungosas como en el caso del mildiu (Mujica *et al.*, 2010). Se adapta a suelos franco arcillosos, franco arenosos y arenosos en las que no exista encharcamiento, por ser muy susceptible al exceso de humedad; en sus primeros estadios la población puede verse afectada ,con tan solo 4 a 5 días de exceso de humedad (Tapia, 1997).

La quinua tiene un amplio rango de crecimiento y producción a diferentes pH del suelo, se ha observado que da producciones en suelos alcalinos de hasta 9 de pH, en los salares de Bolivia y de Perú, como también en condiciones de suelos ácidos encontrando el extremo de acidez, equivalente a 4.5 de pH, en la zona de Michiquillay en Cajamarca, Perú (Canahua *et al.*, 2001 y Tapia 1997). Tolera suelos infértiles, salinidad moderada y bajos niveles de saturación de base (Mujica, 1999).

**Cuadro 8: Grupos Agroecológicos de la Quinua y su Adaptación a Temperaturas Mínimas y Precipitaciones.**

<b>Grupo</b>	<b>Precipitación</b>	<b>Temperatura mínima</b>
<b>Valle</b>	700-1500 mm	3°C
<b>Altiplano</b>	400-800 mm	0°C
<b>Salares</b>	250-450 mm	- 1°C
<b>Nivel de mar</b>	800-1500 mm	5°C
<b>Yungas</b>	1000-2000 mm	7 °C

FUENTE: Tapia *et al.* (2000)

## 2.8 Rendimiento

Mujica (1983) reporto para el altiplano peruano-boliviano; con minifundio, escasa precipitación pluvial, terrenos marginales, sin fertilización, un rendimiento promedio no mayor a 0.85 t/ha, y en los valles interandinos de 1.5 t/ha y que en general las variedades nativas son de rendimiento moderado, resistentes a los factores abióticos adversos. Mujica *et al.* (2001) señala que en campos de secano, en el altiplano, la producción no excede los 850 kg/ha. Tapia (2000) indica que generalmente se obtienen de 600 a 800 kg/ha de grano en cultivos tradicionales; mas con tecnología moderna, empleo de fertilizantes, desinfección de la semilla y control de malezas se puede obtener hasta 3000 kg/ha. Según Tapia y Fries (2007) los rendimientos pueden alcanzar un rango de 600 a 2500 kg/ha. Tapia (2010) señala que la quinua cultivada últimamente en condiciones de costa (1100 m sobre el nivel del mar) puede tener rendimientos sobre los 4000 kg/ha bajo condiciones de una agricultura convencional; en el Cuadro N° 9 se presenta los rendimientos de quinua relacionado al medio ambiente en el cual se cultiva en el Altiplano.

El potencial de rendimiento de grano de la quinua se calcula en 11t/ha (Mujica, 1983). Actualmente en Costa, la producción comercial más alta; obtenida en condiciones óptimas de suelo, humedad, temperatura y labores culturales oportunas; está alrededor de 6 a 7 t/ha, en promedio. En general se obtiene rendimientos de 3.5 a 4 t/ha en zonas más favorables para el cultivo y con tecnología alta a media (Tapia, 2010). Los rendimientos en general varían de acuerdo a 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.

**Cuadro 9: Rendimientos de Grano (kg/ha) de la Quinua en el Altiplano de Puno.**

Rendimiento	Año según precipitación	Kg/ha
Bajo	Seco	500-700
Mediano	Muy lluvioso	700-900
Alto	Intermedio/sin heladas	1200-1800

FUENTE: Tapia (2010)

### 2.9 Peso de 1000 granos (gr)

El peso de mil granos es una característica con el que se mide indirectamente la calidad del grano, ya que a mayor peso de mil granos se tendrá granos mejor llenados y de mayor calidad (Apaza, 1995). Según Rojas; citado por Mujica *et al.* (2010), el peso de mil granos varía bastante entre cultivares y condiciones de estrés de 1,2 y 6 gramos. SESAN (2013) señala que el peso de 1000 semillas varía de 1.93 a 3.35 g con un promedio de 2.30 g.

### 2.10 Enfermedades de la quinua

La quinua es infectada por diversos patógenos (virus, bacterias, oomycetos y hongos) (Alandia *et al.*, 1979; Salas, 1986; Otazú, 1995; Mujica *et al.*, 1999). En el cuadro N°10 se lista en forma resumida las enfermedades encontradas en las zonas donde tradicionalmente se siembra quinua. Dentro de las enfermedades señaladas el mildiu está originando pérdidas económicas, cada vez mayores, con el incremento del área cultivada en climas favorables y la falta de buenas prácticas agronómicas.

El mildiu es la enfermedad más importante de la quinua causada por el hongo *Perenospora variabilis* (= *Perenospora farinosa*), en infecciones severas origina una reducción considerable en los rendimientos. Un efecto del mildiu es la defoliación y cuanto más temprano es el ataque mayor es el grado de defoliación y disminución del rendimiento (Danielsen y Ames, 2000).

**Cuadro 10: Principales enfermedades que afectan la quinua en la Región Andina.**

Enfermedad	Patógeno	Síntomas
Mildiu	<i>Peronospora variabilis</i>	Manchas en las hojas y tallos, primero verde claro, después amarillas.
Mancha foliar	<i>Ascochyta hyalospora</i>	Manchas necróticas en hojas.
Podredumbre marrón del tallo	<i>Phoma exigua</i>	Lesiones de color marrón en tallo y panoja.
Mancha ojival del tallo	<i>Phoma sp. (en tallo)</i>	Lesión ojival
Mancha bacteriana	<i>Pseudomonas</i>	Manchas irregulares humedecidas en tallos y hojas al inicio. Luego se tornan marrón oscuro con lesiones profundas.

FUENTE: FAO (1990)

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Área experimental

##### 3.1.1 Ubicación

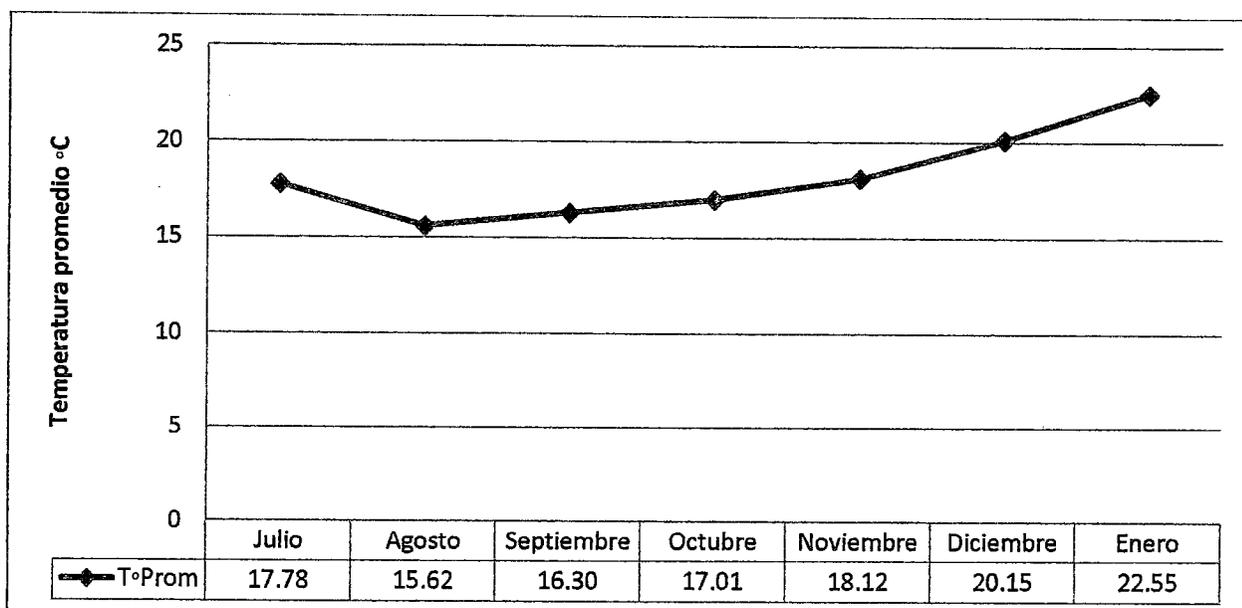
El presente experimento se llevó a cabo en el campo Guayabo 2, de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú. La ubicación geográfica es la siguiente: (a) departamento: Lima, (b) distrito: La Molina, (c) latitud: 12° 05'06'' sur, (d) longitud: 76°57'07'' oeste y (e) altitud: 235 msnm.

El cultivo previo sembrado durante la campaña 2011 II fue maíz (*Zea maíz*).

##### 3.1.2 Clima y suelo

###### Clima

El distrito de la Molina presenta condiciones típicas de la costa central, el que se caracteriza por tener un clima templado cálido. La zona está clasificada como un desierto subtropical árido caluroso. En el cuadro N° 11 y Figura N° 1 se presentan los valores promedio de los datos climáticos de la campaña agrícola en la que se condujo el presente estudio (Julio 2012 – Enero 2013). La temperatura promedio máxima fue registrada en el mes de Enero 2013, alcanzando 22,55 °C, mientras que la temperatura promedio mensual mínima media se registró durante el mes de Agosto con 15,62 °C.



**Figura 2. Fluctuación de la temperatura promedio mensual durante la campaña agrícola, Julio 2012-Enero 2013.**

**Cuadro 11: Valores promedio de los datos climatológicos: temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa (%), lluvia (mm) y velocidad del viento durante la campaña agrícola, Julio 2012-Enero 2013.**

Meses	T° máxima	T° mínima	Humedad relativa (%)	Lluvia (mm)	Velocidad del viento (m/s)
<b>Julio</b>	17.78	20.64	16.03	0.35	2.69
<b>Agosto</b>	15.62	18.41	14.13	1.19	2.57
<b>Septiembre</b>	16.30	19.71	14.37	1.32	2.79
<b>Octubre</b>	17.01	20.9	14.61	0.77	2.91
<b>Noviembre</b>	18.12	22.43	15.56	0.56	3.19
<b>Diciembre</b>	20.15	24.35	17.21	0.51	3.08
<b>Enero</b>	22.55	27.6	18.33	0	3.26

FUENTE: Elaboración propia.

## **Suelo**

El campo donde se instaló el experimento tiene suelos de valles de la Costa, con un relieve topográfico plano y de origen fluvial. Se tomaron muestras de suelo, siguiendo el protocolo establecido. El análisis fue realizado por el laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Agraria la Molina. Los resultados se presentan en el Cuadro N°12.

El suelo presenta una textura franco arenoso, lo cual lo caracteriza como un suelo con baja capacidad de retención de agua, alta velocidad de infiltración y drenaje, razones por las que los riegos fueron más frecuentes. El pH es ligeramente alcalino y con un contenido bajo de calcáreo total. Según el valor de la conductividad eléctrica se clasifica este suelo como muy ligeramente salino. El porcentaje de materia orgánica es bajo, por ende la cantidad de nitrógeno en el suelo es limitada. Los valores de fósforo y potasio son medios. Los valores hallados en la CIC determinan una baja fertilidad potencial relacionada con la textura franco-arenosa y el bajo nivel de materia orgánica.

**CUADRO 12: CARACTERIZACION DEL SUELO DEL CAMPO EXPERIMENTAL GUAYABO II – UNIVERSIDAD AGRARIA  
LA MOLINA.**

**Campaña Agrícola, Julio 2012-Enero 2013**

Nº de muestra		pH (1:1)	C.E (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O %	P Ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Tex- tural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de cationes	Suma de bases	% Sat. De Bases
								Arena	Limo	Arcilla			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3+</sup> H <sup>+</sup>			
Lab	Claves							%	%	%	meq/100g									
7603	Campo Guayabo II	7.79	0.51	0.50	1.10	5.5	121	57	29	14	Fr.A	10.08	8.70	0.98	0.23	0.17	0.00	10.08	10.08	100

FUENTE: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes. Universidad Nacional Agraria la Molina

### **3.1.3 Material y equipo utilizado**

Los materiales y equipos utilizados en el presente trabajo de investigación fueron:

#### **a) Material genético**

78 líneas mutantes, la accesión PEQPC - 357/CUZ, la accesión PEQPC - 2810/APU (ecotipos de Valle) y la variedad Pasankalla (material original - testigo).

Las líneas mutantes de la Universidad Nacional Agraria la Molina fueron seleccionadas en la generación M<sub>5</sub>, provenientes de la aplicación de irradiación gamma en la variedad Pasankalla (Gómez, 2014).

#### **b) Materiales, equipo de campo**

- Yeso
- Tubos
- Bolsas plásticas
- Bolsas de costal
- Paja
- Regla graduada
- Libreta de campo
- Insumos agrícolas (fertilizantes, pesticidas y otros)
- Arado con implementos agrícolas
- Trilladora estacionaria
- Bomba de mochila
- Herramientas de campo (palas, guadañas y otros).

#### **c) Materiales y equipos de laboratorio**

- Balanza analítica
- Determinador de proteína (INFRATEC)
- Tubos de ensayo
- Porta tubos
- Agua destilada
- Zarandas de agujeros redondos de 2 mm, 1.4 mm y 1.7 mm.
- Contómetro
- Equipo agitador mecánico

- Bolsas de papel kraft
- Afrosimetro
- Cronometro.

### 3.2 Metodología experimental

#### 3.2.1 Diseño experimental

El experimento estudió 81 genotipos o tratamientos, el diseño experimental empleado fue el de Bloques Incompletos Parcialmente Balanceados (BIPB o Lattice 9x9), con tres repeticiones. Para la comparación de medias en los tratamientos, se empleó la prueba de Tukey. Se empleó el Software R (F. De Mendiburu).

#### MODELO LINEAL

$$Y_{ijm} = \mu + \tau_i + \gamma_j + \rho_{m(j)} + e_{ijm}$$

$$i=1,2, \dots, t \quad j=1, \dots, r \quad m= 1,2, \dots, s$$

Donde:

- $\mu$  = Media general
- $\tau$  = Efecto del tratamiento
- $\gamma$  = Efecto del grupo de repeticiones
- $\rho_{m(j)}$  = Efecto del bloque anidado dentro de la repetición
- $e_{ijm}$  = Error experimental aleatorio

### 3.2.2 DISTANCIA EUCLIDIANA:

Legendre *et al.* (1985), define la Distancia Euclidiana como la medida más común que se aplica en la taxonomía numérica y mide la semejanza entre individuos, la cual se puede definir como la “relación entre puntos en un espacio Euclidiano”, y por ello puede ser calculado por la fórmula de Pitágoras y es presentada de manera general como:

$$D_{jk} = ( \sum_{i=1}^n (X_{ij} - X_{jk})^2 )^{1/2}$$

Donde:

$D_{jk}$  : Distancia Euclidiana entre los individuos “j” y “k”.

$X_{ij}$  : Valor del i-ésimo carácter en el individuo “j”.

$X_{jk}$  : Valor del j-ésimo carácter en el individuo “k”.

N : Número de caracteres.

El coeficiente de la Distancia Euclidiana va a formar los grupos o conglomerados a través de los métodos de Ligamiento completo, Ligamiento promedio o Lineal avanzado. Al utilizar las distancias como medida de proximidad entre las entidades, se debe recordar que las distancias más pequeñas indican mayor similitud y las de mayor valor, menor similitud (Hair *et al.*, 2001).

### 3.2.3 Característica del campo experimental

Las dimensiones y características del campo experimental fueron las siguientes:

Longitud de surco:	2 metros
Distanciamiento de surcos:	0.80 metros
Numero de parcelas por bloque:	81
Numero de surcos por parcela:	4
Número de repeticiones por acción:	3
Área de parcela:	6.4 m <sup>2</sup>

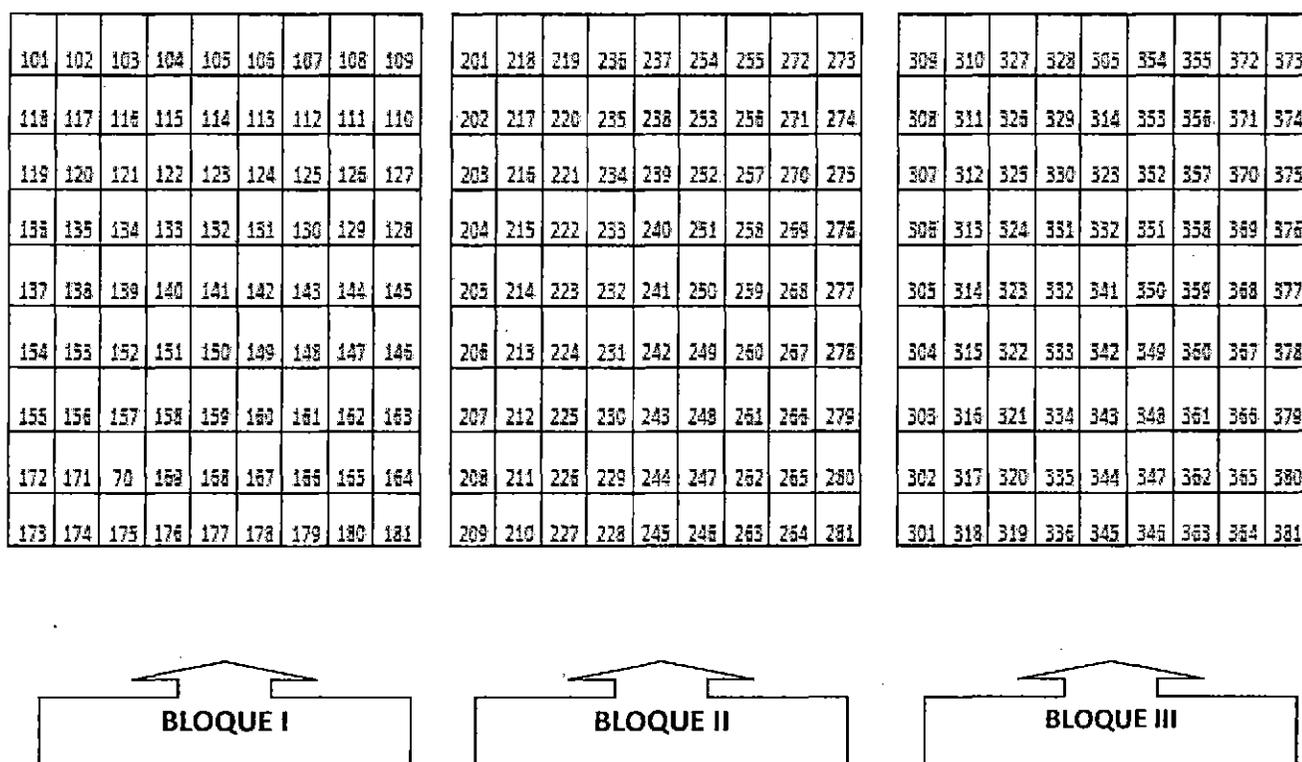
### 3.2.4 Instalación y conducción del ensayo

Se realizó de la siguiente forma:

- a) Preparación del terreno: una preparación convencional del terreno, empleada en una agricultura de costa, que se inicia con un riego de machaco, aradura, mullido (grada de discos-dos pasadas) y surcado de riego.
- b) Abonamiento: Se aplicó una dosis de N-P-K igual a 80-60-0 Kg/ha. El fósforo se colocó todo a la siembra. El nitrógeno se aplicó en dos partes, la primera mitad a la siembra y la segunda en el aporque. La aplicación de los fertilizantes se realizó a chorro continuo en el fondo del surco. Las fuentes empleadas fueron fosfato di amónico y urea.
- c) Siembra: La siembra de los 81 genotipos y sus repeticiones se realizó en 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 2 cm de profundidad. En el Gráfico N° 1 se presenta la disposición del material genético en el campo.
- d) Desahije: No se realizó el desahije debido a la poca densidad de plantas en las parcelas. Hubo una reducción significativa de plantas por pudrición radicular en los primeros estadios de desarrollo causado por *Pythium* sp.
- e) Purificación: Se llevó a cabo a lo largo de todo el ciclo de cultivo con el objetivo de eliminar plantas fuera de tipo o con algunas diferencias morfológicas y de ciclo de vida a la floración y maduración.
- f) Control de malezas: Las malezas en las primeras etapas de crecimiento de las plantas fueron controladas manualmente y luego físicamente con un tolvar con puntas, para romper y oxigenar el suelo enterrando las malezas entre los surcos.
- g) Aporque: esta labor se realizó para dar un mayor anclaje a las plantas, empleando el tractor con el implemento ideal para este tipo de trabajo.

- h) Control sanitario: Se realizaron tres aplicaciones durante el cultivo en la primera aplicación se empleó Carbendazim para combatir incidencia de hongos, en la segunda aplicación se empleó Dimethoate para los pulgones y la tercera aplicación se empleó Cipermetrina para las larvas y Metalaxyl para el Mildiu. Las tres aplicaciones se realizaron con bombas de mochilas, empleándose agua de acequia y adherente. Las evaluaciones se realizaron periódicamente para controlar a plagas y enfermedades.
- i) Cosecha, trilla y venteo: La cosecha se realizó al mismo tiempo para las tres repeticiones. Primero se cortaron todas las plantas de los surcos centrales de todas 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. Finalmente se procedió a limpiar los granos usando una venteadora para ser guardados dentro de bolsas de papel kraff, debidamente etiquetadas.

**Grafico 1. Disposición de los 81 genotipos y sus repeticiones en el área experimental.**



### 3.3 EVALUACIONES

#### 3.3.1 Caracteres evaluados

##### Caracteres agronómicos

- **Rendimiento:** Después de la trilla, limpieza y venteo, se determinó la masa de los granos obtenidos de los surcos centrales de cada parcela. Se expresó en kg/ha.
- **Altura de planta:** Medida a partir de la superficie del suelo, hasta el ápice de la panoja. Se realizó durante el llenado del grano cuando las plantas alcanzaron su altura máxima. Se midió la altura a cinco plantas al azar por parcela y se promedió los datos obtenidos. Se expresó en metros.
- **Mildiu (porcentaje del área foliar infectada):** Se determinó el área foliar de la hoja infectada por mildiu (*Perenospora variabilis*), para ello se escogió a simple vista, la hoja más afectada en promedio del tercio medio de la planta. La esporulación que tiene lugar en el envés de las hojas no fue visible a simple vista, lo cual también fue reportado por Aragón en 1991 cuando evaluó mildiu en quinua (*Chenopodium quinoa*) en La Molina, Lima-Perú.  
La evaluación consistió en darle un valor a los daños que causo la enfermedad en la planta de quinua. La incidencia de una enfermedad indica el porcentaje de plantas afectadas, mientras que la severidad indica el grado de la enfermedad, generalmente expresado como el porcentaje del área foliar afectada de todo o de una parte del follaje. En este caso la evaluación de la enfermedad se basó en calcular el porcentaje del área foliar con síntomas y signos causados por Mildiu; siguiendo el protocolo establecido por (Danielsen y Ames, 2000).
- **Los días a la floración y a la maduración:** Se contó la cantidad de días transcurridos desde la emergencia hasta que el 50 % de las plantas de cada parcela presentaran flores en la inflorescencia y los días transcurridos de la siembra hasta que el 50% de plantas de cada parcela presentara el estado de grano pastoso rayable con la uña.

- **Acame de las plantas (a la madurez fisiológica)**

Esta variable se evaluó en las últimas semanas antes de la cosecha cuando las panojas estuvieron completamente formadas. Para esto se tomó el porcentaje de plantas caídas en cada sub-parcela dándole los siguientes rangos:

- a) Normal o bajo de 0 a 5 % de plantas caídas.
- b) Ligero 5 a 10 % de plantas caídas.
- c) Medio 10 a 20 % de plantas caídas.
- d) Alto de 20% a más de plantas caídas.

### **Caracteres de calidad**

Los caracteres de calidad fueron determinados en los laboratorios del Programa de Cereales y Granos Nativos de la UNALM.

- **Contenido de proteína en el grano:** Se determinó el porcentaje de proteína utilizando el Infratek, equipo utilizado para determinar el contenido de proteína en los granos de cada genotipo y repetición con un protocolo establecido.
- **Contenido de saponina en el grano:** Se determinó por el método afrosimétrico mecánico. Se pesaron 0.5g de granos enteros de quinua los cuales fueron colocados en tubos de ensayo de 160 mm de longitud y 16 mm de diámetro, con tapa y se les añadió 5 ml de agua destilada, inmediatamente se taparon los tubos. A continuación se colocaron en el Agitador Mecánico y se agitaron los tubos durante 30 segundos, luego se dejaron en reposo 30 minutos para luego ser agitados nuevamente por 20 segundos, se dejaron en reposo 30 minutos para ser agitados por última vez por 30 minutos y ser dejados en reposo 5 minutos, se midió la altura de la espuma producida en centímetros con el Afrosimétrico. El afrosimétrico es un tubo plástico que tiene una regla graduada en centímetros (con divisiones de 0,1 cm) y un resorte que permite graduar la interfase espuma-agua al cero de la escala. Este procedimiento se produjo dos veces para cada línea y sus repeticiones, para obtener un promedio de cada una. Finalmente con los datos de la altura de la espuma y la fórmula  $((xh-0,29)/3.74)$ , se determinó el porcentaje de saponina presente en los granos. Este método se basa en la propiedad que presenta la saponina de producir espuma en solución acuosa (Latinreco,; citado por Astuhuamán, 2007).

\* $\bar{x}_h$  es el promedio de las dos alturas de espuma obtenidas para cada accesión.  
Para la clasificación según el porcentaje de saponina se consideró los siguientes rangos:

- a) Quinoa dulce:  $\leq 0.11 \%$
  - b) Quinoa semi dulce:  $0.12\% - 0.5\%$
  - c) Quinoa amarga:  $\geq 0.6\%$
- 
- **Peso de mil granos (PMG):** Se realizó el conteo de 1000 granos, para ello se usó el Contómetro, se trabajó con la velocidad 35 y sensibilidad 12. El peso fue hallado en una balanza analítica y se expresó en gramos.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSION**

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

**OBJETIVO 1: Determinar el potencial de rendimiento y la calidad de líneas mutantes de quinua desarrolladas a partir de la variedad Pasankalla.**

### **4.1 CARACTERES AGRONOMICOS**

En el cuadro N° 13 se presenta los resultados del ANOVA para rendimiento, número de días al 50% de floración, número de días a la madurez, altura de planta, (%) de acame y daño por Mildiu. Se puede apreciar que existen diferencias altamente significativas en repeticiones para rendimiento, días a la floración, días a la madurez y daño por mildiu y significativas para altura de planta. Para tratamientos se encontró diferencias altamente significativas para rendimiento, floración, altura de planta y daño por mildiu y significativas para días a la madurez y porcentaje de acame. El coeficiente de variación fue igual a 22,1 por ciento para rendimiento, 4,2 por ciento para floración, 3,9 por ciento para maduración, 12 por ciento para altura de planta, a 34,1 por ciento para acame o tumbado, 57,4 por ciento para daños por mildiu.

#### **4.1.1 RENDIMIENTO**

La prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) confirma que existen diferencias significativas entre los 81 genotipos para esta característica. El rango de rendimiento varió de 1631.6 kg/ha a 4133.5 kg/ha. El rendimiento (kg/ha) de mayor valor se encontró en la línea MQPas-143 y el menor valor en la línea MQPas-377; respectivamente. Entre estos valores existen diferencias significativas. El testigo alcanzó un rendimiento de 2227.5 kg/ha, diferente de las líneas de mayor y menor valor, 64 genotipos presentaron valores superiores al material testigo y siete líneas mutantes presentan rendimientos superiores y diferentes significativamente al testigo. El rendimiento (kg/ha) promedio del

experimento fue igual a 2617.5 kg/ha y el mejor rendimiento igual a 4133,5 kg/ha, es superior al testigo en 185 por ciento.

Cabe recalcar que todas las líneas fueron afectadas por el ataque de aves, los cuales ocasionaron daños en los últimos periodos vegetativos de la planta, especialmente en el estado lechoso, pastoso y de madurez fisiológica del grano, produciendo la caída de un gran número de semillas por desgrane o ruptura de pedicelos de los glomérulos y panojas, afectando directamente al rendimiento de la planta.

Los rendimientos observados en las líneas mutantes, las accesiones de valle y el testigo Pasankalla fueron similares a los informados por diversos investigadores que realizaron investigaciones de quinua en La Molina y que se citan a continuación:

Timana (1992) en un estudio realizado con quinua reporta 4093 kg/ha. Apaza (1995) informa un valor de rendimiento con quinua de 4762 kg/ha. Barnett (2005) indica un rendimiento de LM 89 igual a 2852 kg/ha. Quillatupa (2009) informa rendimientos promedios de las accesiones Cuzco 1, Cuzco 4 y Bolivia de 4425, 4413,33 y 4311,67 Kg/ha respectivamente. Gordon (2011), informa que la variedad Pasankalla alcanzó un rendimiento promedio de 3192,71 kg/ha bajo un sistema con insumos convencionales o productos inorgánicos. Mendoza (2013) señala que el rendimiento más alto fue logrado con la accesión de valle PEQPC-498/CUZCO igual a 1535,10 kg/ha.

Por otro lado es importante señalar que el rendimiento promedio nacional en el año 2012 fue igual a 1150 kg/ha (Cuadro N°1).

Los rendimientos varían de acuerdo a las variedades, a las condiciones del ambiente, a las labores culturales y al control fitosanitario, observación apoyada por Mujica *et al.*, (2001) y Bertero (2004). Por ejemplo Barnett (2005), instaló el experimento en Noviembre, Mercedes (2005) y Quillatupa (2009), en el mes de abril y en la primavera (octubre).

**Cuadro 13: Cuadrados Medios de Rendimiento (kg/ha), Número de días al 50% floración, Número de días a la madurez, Altura de planta (m), % de Acame, % daño por Mildiú, Peso de mil granos (g) y % Proteína de Líneas Mutantes de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) desarrolladas mediante la aplicación de rayos gamma en la Variedad Pasankalla en condiciones de La Molina campaña 2012B - 2013A.**

FV	G.L.	Rendimiento (kg/ha)	Nº días al 50% floración	Nº días a la madurez	Altura de planta (cm)	Acame (%)	% Daño por Mildiú	Peso de mil granos (g)	% Proteína
Repeticiones	2	3124607***	167.593***	392.3***	2018*	59.1	2086.33***	0.33550**	28.0807***
Bloques /Repeticion	24	496241	9.440	17.06	5717	21.5	34.05	0.04672	1.1928*
Tratamientos	80	594957**	13.526**	22.76*	40587***	79.4**	56.93***	0.15785***	1.0907*
Error	136	334675	1106.26	17.06	34903	44.0	21.56	0.05573	0.7405
Total	242								
C.V. %		22.1	4.2	3.93	12.12	34.14	57.4	6.5	7.6
Promedio		2617.521	68.06173	101.07	132.1	19.44	8.090535	3.623847	11.37091

FUENTE: Elaboración propia.

**Cuadro 14: Medias del Rendimiento de Líneas Mutantes de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) desarrolladas mediante la aplicación de rayos gamma en la variedad Pasankalla en condiciones de La Molina campaña 2012B-2013 A.**

Material Genético	Rendimiento (kg/ha)	Prueba de LSD	Parcela
			Tratamiento
MQPas-143	4133.5	a	15
MQPas-148	3391.6	ab	65
MQPas-142	3369.2	abc	55
MQPas-136	3318.3	abcd	72
MQPas-50	3281.6	abcde	53
MQPas-48	3231.5	abcdef	50
MQPas-99	3220.7	abcdef	28
MQPas-164	3153.7	bcdefg	54
MQPas-228	3144.1	bcdefg	68
MQPas-102	3139.4	bcdefgh	39
MQPas-66	3136.2	bcdefgh	23
MQPas-195	3114.4	bcdefghi	11
MQPas-34	3091.0	bcdefghij	80
MQPas-101	3040.7	bcdefghijk	57
MQPas-98	2978.7	bcdefghijkl	9
MQPas-269	2971.5	bcdefghijkl	64
MQPas-2	2953.4	bcdefghijkl	24
MQPas-45	2937.3	bcdefghijkl	60
MQPas-243	2935.2	bcdefghijklm	36
MQPas-127	2915.9	bcdefghijklmn	33
MQPas-22	2878.5	bcdefghijklmn	32
MQPas-172	2874.9	bcdefghijklmn	56
MQPas-121	2835.2	bcdefghijklmn	35
MQPas-47	2833.9	bcdefghijklmn	40
MQPas-235	2819.1	bcdefghijklmno	16
MQPas-194	2804.3	bcdefghijklmnop	69
MQPas-178	2782.8	bcdefghijklmnop	43
MQPas-103	2781.4	bcdefghijklmnop	17
MQPas-341	2770.9	bcdefghijklmnop	67
MQPas-288	2770.3	bcdefghijklmnop	14
MQPas-94	2760.3	bcdefghijklmnop	74
MQPas-10	2748.1	bcdefghijklmnop	18
MQPas-23	2736.6	bcdefghijklmnop	37
MQPas-95	2734.3	bcdefghijklmnop	26
MQPas-310	2732.7	bcdefghijklmnop	41
MQPas-57	2724.8	bcdefghijklmnop	48

Material Genético	Rendimiento (kg/ha)	Prueba de LSD	Parcela
			Tratamiento
MQPas-293	2718.9	bcdefghijklmnop	63
MQPas-119	2715.8	bcdefghijklmnop	27
MQPas-301	2653.5	bcdefghijklmnopq	73
MQPas-254	2649.8	bcdefghijklmnopq	38
MQPas-134	2646.7	bcdefghijklmnopq	77
MQPas-173	2639.8	bcdefghijklmnopq	30
MQPas-287	2639.3	bcdefghijklmnopq	61
MQPas-179	2637.5	bcdefghijklmnopq	62
MQPas-364	2633.3	bcdefghijklmnopq	52
MQPas-111	2630.5	bcdefghijklmnopqr	71
MQPas-46	2605.1	bcdefghijklmnopqr	81
MQPas-295	2546.4	bcdefghijklmnopqrs	10
MQPas-88	2519.0	bcdefghijklmnopqrs	1
MQPas-29	2514.9	bcdefghijklmnopqrs	6
MQPas-304	2505.9	bcdefghijklmnopqrs	46
MQPas-367	2488.5	bcdefghijklmnopqrs	7
MQPas-241	2475.1	bcdefghijklmnopqrs	13
MQPas-337	2438.5	cdefghijklmnopqrs	47
MQPas-369	2375.6	defghijklmnopqrs	2
MQPas-306	2370.7	defghijklmnopqrs	76
MQPas-349	2364.1	defghijklmnopqrs	8
MQPas-376	2344.3	efghijklmnopqrs	45
MQPas-378	2343.4	efghijklmnopqrs	51
PEQPC - 357/CUZ	2323.9	efghijklmnopqrs	22
MQPas-171	2309.2	fghijklmnopqrs	31
MQPas-230	2274.6	fghijklmnopqrs	12
MQPas-13	2261.0	ghijklmnopqrs	79
MQPas-187	2260.4	ghijklmnopqrs	4
Pasankalla	2227.5	ghijklmnopqrs	58
MQPas-176	2197.8	ghijklmnopqrs	44
MQPas-324	2186.5	hijklmnopqrs	19
MQPas-231	2177.0	ijklmnopqrs	70
PEQPC - 2810/APU	2158.9	jklmnopqrs	34
MQPas-298	2125.9	klmnopqrs	5
MQPas-291	2115.6	klmnopqrs	21
MQPas-302	2087.5	klmnopqrs	75
MQPas-296	2065.3	lmnopqrs	49
MQPas-222	2050.3	lmnopqrs	42
MQPas-348	1977.6	mnopqrs	20
MQPas-132	1972.4	nopqrs	29
MQPas-297	1874.5	opqrs	78
MQPas-343	1851.6	pqrs	3
MQPas-333	1708.3	qrs	59

Material Genético	Rendimiento (kg/ha)	Prueba de LSD	Parcela
			Tratamiento
MQPas-290	1675.2	rs	25
MQPas-377	1631.6	s	66

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente. (ANOVA de un factor, LSD,  $p = 0.05$ ,  $n = 3$ ). Media general = 2617,521. C.V.= 22.1 %

#### 4.1.2 DIAS AL 50% DE FLORACION

La prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) confirma que existen diferencias significativas entre los 81 genotipos (Cuadro N°15). El mayor valor del número de días al 50 por ciento de floración se encontró en la accesión de Valle PEQPC - 357/CUZ con 74,8 días. Dentro de las líneas mutantes, la de mayor número de días fue MQPas-302 con 73,8 días y la de menor valor MQPas-22 con 62,0 días; respectivamente. El testigo tuvo un valor de 66,8 días. Las líneas mutantes de mayor y menor días al 50 por ciento de la floración difieren del material testigo en 7 días y 4,8 días; respectivamente y la accesión de valle difiere en 8 días; valores parecidos al del testigo. El número de días al 50 % de floración promedio del experimento fue igual a 68,0 días. Del total de líneas mutantes 20 genotipos alcanzaron floración en menor tiempo que el testigo, tres fueron ligeramente más tardías y solo una línea fue ligeramente más precoz que el testigo.

Cortés (2005) en un estudio de tres ecotipos de quinua; en Cundinamarca- Colombia, encontró que la duración promedio en días a la floración fue de 111,95; 114,33 días y 117,87 días; respectivamente. Quillatupa (2009), señala un rango de floración de quinua en condiciones de La Molina de 61,25 a 76,88 días. Gabriel (2013), en un ensayo de cultivares provenientes del altiplano y valle de Cochabamba-Bolivia encontró un rango de 84,2 a 93,60 días de 50 por ciento de floración, señalando que las más precoces proceden del altiplano y las tardías del valle de Bolivia. Mendoza (2013) en un experimento con accesiones de quinua en Costa- La Molina en condiciones de verano informo floración en un rango de 43,33 a 67,33 días para la accesión PEQPC-821 PUNO y PEQPC-461 CUZCO, respectivamente.

**Cuadro 15: Medias del Número de días al 50% floración de Líneas Mutantes de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) desarrolladas mediante la aplicación de rayos gamma en la Variedad Pasankalla en condiciones de La Molina campaña 2012B - 2013A.**

Material Genético	Floración (días)	Prueba de LSD	Parcela
			Tratamiento
PEQPC - 357/CUZ	74.8	a	22
MQPas-302	73.8	ab	75
MQPas-333	72.0	abc	59
MQPas-293	71.9	abc	63
MQPas-343	71.0	abcd	3
MQPas-349	70.8	abcde	8
MQPas-324	70.0	bcdef	19
MQPas-132	70.0	bcdef	29
MQPas-369	69.9	bcdef	2
MQPas-291	69.9	bcdef	21
MQPas-304	69.9	bcdef	46
MQPas-296	69.9	bcdef	49
MQPas-187	69.9	bcdef	4
MQPas-103	69.9	bcdef	17
MQPas-235	69.9	bcdef	16
MQPas-290	69.9	bcdef	25
MQPas-136	69.9	bcdef	72
MQPas-173	69.8	bcdef	30
MQPas-367	69.8	bcdef	7
MQPas-195	69.1	cdefg	11
MQPas-29	69.1	cdefg	6
MQPas-179	69.1	cdefg	62
MQPas-295	69.0	cdefg	10
MQPas-111	69.0	cdefg	71
MQPas-301	69.0	cdefg	73
MQPas-99	68.9	cdefg	28
MQPas-176	68.9	cdefg	44
MQPas-254	68.9	cdefg	38
MQPas-288	68.9	cdefg	14
MQPas-378	68.9	cdefg	51
MQPas-348	68.9	cdefg	20
MQPas-134	68.9	cdefg	77
MQPas-364	68.7	cdefgh	52
MQPas-57	68.1	cdefghi	48
MQPas-66	68.1	cdefghi	23
MQPas-222	68.0	cdefghi	42

Material Genético	Floración (días)	Prueba de LSD	Parcela
			Tratamiento
MQPas-230	68.0	cdefghi	12
MQPas-142	68.0	cdefghi	55
MQPas-231	68.0	cdefghi	70
MQPas-101	68.0	cdefghi	57
MQPas-298	67.9	cdefghi	5
MQPas-148	67.9	cdefghi	65
MQPas-310	67.9	cdefghi	41
PEQPC - 2810/APU	67.9	cdefghi	34
MQPas-178	67.9	cdefghi	43
MQPas-269	67.9	cdefghi	64
MQPas-2	67.9	cdefghi	24
MQPas-377	67.8	cdefghi	66
MQPas-102	67.1	defghi	39
MQPas-127	67.0	defghi	33
MQPas-50	67.0	defghi	53
MQPas-119	67.0	defghi	27
MQPas-228	67.0	defghi	68
MQPas-243	67.0	defghi	36
MQPas-47	67.0	defghi	40
MQPas-297	67.0	defghi	78
MQPas-287	67.0	defghi	61
MQPas-98	66.9	defghi	9
MQPas-10	66.9	defghi	18
MQPas-306	66.9	defghi	76
Pasankalla	66.8	defghi	58
MQPas-172	66.8	defghi	56
MQPas-376	66.8	defghi	45
MQPas-13	66.2	efghij	79
MQPas-94	66.1	efghij	74
MQPas-241	66.1	efghij	13
MQPas-34	66.1	efghij	80
MQPas-337	66.0	efghij	47
MQPas-121	66.0	efghij	35
MQPas-194	66.0	efghij	69
MQPas-143	66.0	efghij	15
MQPas-46	66.0	efghij	81
MQPas-48	66.0	efghij	50
MQPas-164	65.9	efghij	54
MQPas-45	65.9	efghij	60
MQPas-341	65.9	efghij	67
MQPas-88	65.0	ghij	1
MQPas-23	64.1	hij	37

Material Genético	Floración (días)	Prueba de LSD	Parcela
			Tratamiento
MQPas-95	64.1	ij	26
MQPas-171	64.0	ij	31
MQPas-22	62.0	J	32

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente. (ANOVA de un factor, LSD,  $p = 0.05$ ,  $n = 3$ ). Media general = 68.06173. C.V.= 4,2 %

#### 4.1.3 DIAS A LA MADUREZ

La prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) hecha para 81 genotipos muestra que existe diferencias significativas (Cuadro N°16). El mayor valor del número de días a la madurez se encontró en la accesión de valle PEQPC - 357/CUZ con 111,2 días, así mismo la línea mutante de mayor número de días fue MQPas-302 con 110,0 días y el de menor valor la línea MQPas-22 con 94,0 días. El testigo Pasankalla, tuvo un valor de 99,9 días y 20 líneas alcanzaron madurez en menos días a este ultimo, 2 líneas es significativamente diferente y mayor al testigo. Las líneas mutantes de mayor y menor días de madurez difieren del material testigo en 10,1 días y 5,9 días; respectivamente y la accesión de mayor valor difiere en 11,3 días. El número de días a la madurez promedio del experimento fue igual a 101,07 días.

Según el sistema de clasificación de Wahli (1990) es material precoz el que madura en <130 d, material semi-precoz con maduración en el rango de 130-150 d, material semi-tardío con 150-180 d y como material tardío aquellos con >180 d. En el presente experimento todas las líneas maduraron en menos de 130 días.

Leonardo (1985) en un experimento con la variedad Blanca de Junín en el distrito de Jauja, Junín, informa un periodo de madurez de 176 días en promedio. 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, siendo las accesiones más precoces PEQPC-2235/CAJAMARCA, PEQPC-498/CUZCO, PEQPC-321/CUZCO y PEQPC-357/CUZCO.

**Cuadro 16: Medias del Número de días a la madurez de Líneas Mutantes de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) desarrolladas mediante la aplicación de rayos gamma en la Variedad Pasankalla en condiciones de La Molina campaña 2012B - 2013A.**

Material Genético	Maduración (días)	Prueba de LSD	Parcela
			Tratamiento
PEQPC - 357/CUZ	111.2	a	22
MQPas-302	110.0	ab	75
MQPas-333	106.9	abc	63
MQPas-333	106.0	abcd	59
MQPas-343	106.0	abcd	3
MQPas-349	105.2	abcde	8
MQPas-103	104.3	bcdef	17
MQPas-187	104.3	bcdef	4
MQPas-304	104.0	bcdef	46
MQPas-369	103.9	bcdef	2
MQPas-29	103.4	cdef	6
MQPas-296	103.3	cdef	49
MQPas-301	103.0	cdef	73
MQPas-132	103.0	cdef	29
MQPas-134	102.9	cdef	77
MQPas-235	102.9	cdef	16
MQPas-173	102.9	cdef	30
MQPas-111	102.7	cdef	71
MQPas-324	102.0	cdefg	19
MQPas-298	102.0	cdefg	21
MQPas-176	102.0	cdefg	44
MQPas-310	102.0	cdefg	41
MQPas-254	102.0	cdefg	38
MQPas-136	101.9	cdefg	72
MQPas-2	101.9	cdefg	24
MQPas-348	101.9	cdefg	20
MQPas-290	101.9	cdefg	25
MQPas-367	101.9	cdefg	7
MQPas-364	101.8	cdefg	52
PEQPC - 2810/APU	101.3	cdefg	34
MQPas-195	101.1	cdefg	11
MQPas-57	101.1	cdefg	48
MQPas-295	101.1	cdefg	10
MQPas-66	101.1	cdefg	23
MQPas-143	101.1	cdefg	15
MQPas-179	101.1	cdefg	62

Material Genético	Maduración (días)	Prueba de LSD	Parcela
			Tratamiento
MQPas-298	101.0	cdefg	5
MQPas-222	101.0	cdefg	42
MQPas-230	101.0	cdefg	12
MQPas-99	101.0	cdefg	28
MQPas-231	101.0	cdefg	70
MQPas-142	101.0	cdefg	55
MQPas-306	101.0	cdefg	76
MQPas-148	101.0	cdefg	65
MQPas-288	100.9	cdefg	14
MQPas-47	100.3	defgh	40
MQPas-378	100.3	defgh	51
MQPas-127	100.1	defgh	33
MQPas-337	100.1	defgh	47
MQPas-102	100.1	defgh	39
MQPas-119	100.1	defgh	27
MQPas-297	100.1	defgh	78
MQPas-228	100.0	defgh	68
MQPas-50	100.0	defgh	53
MQPas-10	100.0	defgh	18
MQPas-98	100.0	defgh	9
MQPas-287	100.0	defgh	61
MQPas-269	99.9	defgh	64
MQPas-178	99.9	defgh	43
MQPas-377	99.9	defgh	66
Pasankalla	99.9	defgh	58
MQPas-376	99.9	efgh	45
MQPas-13	99.1	efgh	79
MQPas-34	99.1	efgh	80
MQPas-194	99.1	efgh	69
MQPas-46	99.0	efgh	81
MQPas-243	99.0	efgh	36
MQPas-101	99.0	efgh	57
MQPas-45	99.0	efgh	60
MQPas-341	99.0	efgh	67
MQPas-172	98.9	efgh	56
MQPas-121	98.1	fgh	35
MQPas-241	98.1	fgh	13
MQPas-88	98.1	fgh	1
MQPas-94	98.0	fgh	74
MQPas-48	98.0	fgh	50
MQPas-164	98.0	fgh	54
MQPas-23	96.1	gh	37
MQPas-95	96.1	gh	26

Material Genético	Maduración (días)	Prueba de LSD	Parcela
			Tratamiento
MQPas-171	96.0	gh	31
MQPas-22	94.0	h	32

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente. (ANOVA de un factor, LSD,  $p = 0.05$ ,  $n = 3$ ). Media general = 101,07. C.V.= 3,93 %

#### 4.1.4 ALTURA DE PLANTA

La prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) confirma que existen diferencias significativas entre los 81 genotipos (Cuadro N°17). La accesión de Valle PEQPC-357/CUZ fue la que alcanzo mayor altura con 166,7 cm, así mismo la línea mutante de mayor altura fue MQPas-34 con 161,7 cm y el de menor altura la línea MQPas-102 con 111,5 cm. El testigo Pasankalla tuvo un valor de 129,9 cm. Del total observado 38 genotipos obtuvieron valores inferiores al testigo, 4 líneas se diferencian significativamente al testigo, con valores superiores a este último. Las líneas mutantes de mayor y menor altura difieren del material testigo en 31,8 cm y 18,4 cm; respectivamente y la accesión de valle con mayor valor difiere en 36,8 cm. La altura promedio del experimento fue igual a 132,1 cm.

Tapia (2003) indica que las quinuas del Altiplano alcanzan alturas de entre 1 y 1,8 m. En este experimento las líneas mutantes derivadas de Pasankalla, una variedad del Altiplano, se encuentran dentro del rango mencionado por el autor.

En experimentos realizados en La Molina, Quillatupa (2009) 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. Gordon (2011) obtuvo con la variedad Pasankalla una altura promedio de 126,31 cm y Mendoza (2013) informa que las accesiones de mayor altura alcanzaron valores igual a 1,66 m.

Chambi (1972), menciona que el rendimiento está asociado en mayor porcentaje (86.83 %) a los caracteres de altura de planta y según Ribero (1985) y Spehar y Santos (2005) existe correlación positiva entre el rendimiento de grano y la altura de planta. En el presente experimento se observó que existe una correlación negativa con altura y rendimiento de grano (Cuadro N° 23), resultados que fueron similares a los de Quillatupa (2009) que obtuvo accesiones con mayores alturas de planta que produjeron menor cantidad de grano por planta. Esto pudo deberse a que las plantas de mayor altura fueron las más susceptibles al tumbado, afectando los rendimientos.

**Cuadro 17: Medias de la Altura de planta (cm) de Líneas Mutantes de Quinua (*Chenopodium quinoa*) desarrolladas mediante la aplicación de rayos gamma en la Variedad Pasankalla en condiciones de La Molina campaña 2012B - 2013A.**

Material Genético	Altura (cm)	Prueba de LSD	Parcela
			Tratamiento
PEQPC - 357/CUZ	166.7	A	22
MQPas-343	161.7	Ab	3
PEQPC - 2810/APU	160.3	Abc	34
MQPas-367	160.2	Abc	7
MQPas-132	158.5	Abcd	29
MQPas-302	158.0	Abcd	75
MQPas-103	153.6	Abcde	17
MQPas-369	153.3	Abcdef	2
MQPas-13	151.1	abcdefg	79
MQPas-333	150.0	abcdefgh	59
MQPas-376	148.2	abcdefghi	45
MQPas-293	146.3	abcdefghij	63
MQPas-231	145.6	abcdefghijk	70
MQPas-222	144.9	abcdefghijkl	42
MQPas-29	144.5	abcdefghijkl	6
MQPas-295	143.3	abcdefghijklm	10
MQPas-230	142.0	abcdefghijklmn	12
MQPas-241	141.9	abcdefghijklmn	13
MQPas-324	140.5	bcdefghijklmno	19
MQPas-296	140.2	bcdefghijklmno	49
MQPas-291	139.9	bcdefghijklmno	21
MQPas-98	138.4	bcdefghijklmnop	9
MQPas-297	138.1	bcdefghijklmnop	78
MQPas-2	137.8	bcdefghijklmnop	24
MQPas-290	137.0	bcdefghijklmnopq	25
MQPas-301	136.6	bcdefghijklmnopq	73
MQPas-34	136.3	bcdefghijklmnopq	80
MQPas-304	135.2	cdefghijklmnopq	46
MQPas-243	135.1	cdefghijklmnopq	36
MQPas-194	135.0	cdefghijklmnopq	69
MQPas-143	133.5	defghijklmnopq	15
MQPas-176	133.4	defghijklmnopq	44
MQPas-364	133.3	defghijklmnopq	52
MQPas-254	133.3	defghijklmnopq	38
MQPas-46	133.2	defghijklmnopq	81
MQPas-134	130.6	efghijklmnopq	77

Material Genético	Altura (cm)	Prueba de LSD	Parcela
			Tratamiento
MQPas-306	130.5	efghijklmnopq	76
MQPas-173	130.1	Efghijklmnopq	30
MQPas-298	130.1	Efghijklmnopq	5
Pasankalla	129.9	Efghijklmnopq	58
MQPas-66	129.9	Efghijklmnopq	23
MQPas-377	128.6	Efghijklmnopq	66
MQPas-348	128.5	Efghijklmnopq	20
MQPas-121	128.5	Efghijklmnopq	35
MQPas-228	128.4	Efghijklmnopq	68
MQPas-101	128.3	Efghijklmnopq	57
MQPas-195	128.2	Efghijklmnopq	11
MQPas-10	127.9	Eghijklmnopq	18
MQPas-349	127.3	Ghijklmnopq	8
MQPas-178	126.9	Ghijklmnopq	43
MQPas-235	126.6	Ghijklmnopq	16
MQPas-45	126.5	Ghijklmnopq	60
MQPas-95	126.4	Ghijklmnopq	26
MQPas-337	125.2	Hijklmnopq	47
MQPas-288	125.0	Hijklmnopq	14
MQPas-47	125.0	Hijklmnopq	40
MQPas-48	124.8	Hijklmnopq	50
MQPas-57	124.7	Hijklmnopq	48
MQPas-171	123.3	Lijklmnopq	31
MQPas-88	123.3	Lijklmnopq	1
MQPas-142	121.8	Jklmnopq	55
MQPas-172	121.5	Jklmnopq	56
MQPas-148	121.5	Jklmnopq	65
MQPas-119	121.4	Jklmnopq	27
MQPas-94	121.3	Jklmnopq	74
MQPas-287	120.4	Klmnopq	61
MQPas-378	119.9	Klmnopq	51
MQPas-164	119.9	Klmnopq	54
MQPas-22	119.4	Lmnopq	32
MQPas-50	118.6	Mnopq	53
MQPas-111	118.3	Mnopq	71
MQPas-136	118.2	Mnopq	72
MQPas-187	118.1	Mnopq	4
MQPas-179	116.6	Nopq	62
MQPas-23	116.4	Nopq	37
MQPas-310	115.2	Opq	41
MQPas-269	115.1	Opq	64
MQPas-99	113.6	Pq	28
MQPas-341	111.9	Q	67

Material Genético	Altura (cm)	Prueba de LSD	Parcela
			Tratamiento
MQPas-127	111.5	Q	33
MQPas-102	111.5	q	39

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente. (ANOVA de un factor, LSD,  $p = 0.05$ ,  $n = 3$ ). Media general = 132.1. C.V.= 12.12

#### 4.1.5 ACAME (PORCENTAJE DE PLANTAS TUMBADAS)

La prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) confirma que existen diferencias significativas entre los 81 genotipos para esta característica (Cuadro N°18). La línea MQPas-297 fue la que alcanzo mayor porcentaje de acame con 34,9 por ciento, mientras que la de menor valor fue la línea MQPas-127 con 10,7 por ciento. El testigo Pasankalla tuvo un valor de 27,7 por ciento y 73 genotipos obtuvieron valores inferiores al testigo, 36 líneas se diferencian significativamente al testigo, siendo menos susceptible al acame que este último. La línea mutante de mayor y menor porcentaje de acame difiere al material testigo en 7,1 por ciento y 17,0 por ciento; respectivamente. El porcentaje promedio de acame del experimento fue igual a 19,4 por ciento.

En este experimento las tres líneas de mayor rendimiento; MQPas-143, MQPas-148, MQPas-142; presentaron un porcentaje de acame, menor al testigo con (13,81 %), (18,38) y (17,16%); y fueron clasificados como de baja altura.

Ríos (2010), menciona que la tolerancia del acame está asociado en muchos cultivos a plantas de baja estatura. Miranda (2014), por otro lado, indica que el acame está influenciada por factores genéticos, de manejo y ambientales; entre ellos el exceso de humedad en el suelo; ya que estando el suelo muy suelto, el tallo de una panoja no muy pesada también puede inclinarse con cierta facilidad. Así, la línea MQPas-102 que obtuvo la menor altura de planta presentó uno de los valores más altos de porcentajes de acame (23,86%). También es importante anotar la presencia de enfermedades que afectan y debilitan el tallo y el ataque de aves en plantas ya maduras con peso en las panojas que en este experimento contribuyeron a incrementar los daños de acame.

**Cuadro 18: Medias del acame (%) de Líneas Mutantes de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) desarrolladas mediante la aplicación de rayos gamma en la Variedad Pasankalla en condiciones de La Molina campaña 2012B - 2013A.**

Material Genético	ACAME (%)	Prueba de LSD	Parcela
			Tratamiento
MQPas-297	34.9	A	78
MQPas-222	33.4	Ab	42
MQPas-101	32.1	Abc	57
MQPas-187	29.7	Abcd	4
MQPas-295	29.1	Abce	10
MQPas-296	28.5	Abcdef	49
MQPas-228	27.8	Abcdefg	68
Pasankalla	27.7	Abcdefgh	58
MQPas-376	26.5	Abcdefghi	45
MQPas-377	26.1	Abcdefghij	66
MQPas-119	26.1	Abcdefghij	27
MQPas-269	26.0	Abcdefghijk	64
MQPas-306	25.8	Abcdefghijkl	76
MQPas-121	25.7	Abcdefghijklm	35
MQPas-291	24.3	Bcdefghijklmn	21
MQPas-254	23.8	Bcdefghijklmno	38
MQPas-102	23.8	Bcdefghijklmno	39
MQPas-288	23.6	Cdefghijklmnop	14
MQPas-13	23.6	Cdefghijklmnop	79
MQPas-23	23.2	Cdefghijklmnopq	37
MQPas-173	23.1	Cdefghijklmnopqr	30
MQPas-195	22.2	Defghijklmnopqrs	11
MQPas-95	22.1	Defghijklmnopqrst	26
MQPas-47	22.1	Defghijklmnopqrst	40
MQPas-243	21.4	Defghijklmnopqrst	36
MQPas-88	21.1	Defghijklmnopqrst	1
MQPas-194	20.8	Defghijklmnopqrstu	69
MQPas-230	20.8	Defghijklmnopqrstu	12
MQPas-287	20.3	Defghijklmnopqrstuv	61
MQPas-111	20.1	Defghijklmnopqrstuv	71
MQPas-301	19.5	Efghijklmnopqrstuv	73
MQPas-349	19.3	Fghijklmnopqrstuv	8
MQPas-57	19.1	Fghijklmnopqrstuv	48
MQPas-46	19.0	Fghijklmnopqrstuv	81
MQPas-241	18.8	Fghijklmnopqrstuv	13
MQPas-178	18.8	Fghijklmnopqrstuv	43

Material Genético	ACAME (%)	Prueba de LSD	Parcela
			Tratamiento
MQPas-66	18.6	fghijklmnopqrstuv	23
MQPas-324	18.6	ghijklmnopqrstuv	19
MQPas-304	18.4	ghijklmnopqrstuv	46
MQPas-148	18.3	ghijklmnopqrstuv	65
PEQPC - 357/CUZ	18.2	ghijklmnopqrstuv	22
MQPas-369	18.2	ghijklmnopqrstuv	2
MQPas-22	18.1	ghijklmnopqrstuv	32
MQPas-45	18.0	ghijklmnopqrstuv	60
MQPas-176	17.8	gijklmnopqrstuv	44
PEQPC - 2810/APU	17.6	hijklmnopqrstuv	34
MQPas-235	17.6	ijklmnopqrstuv	16
MQPas-2	17.4	ijklmnopqrstuv	24
MQPas-34	17.3	ijklmnopqrstuv	80
MQPas-98	17.1	ijklmnopqrstuv	9
MQPas-142	17.1	ijklmnopqrstuv	55
MQPas-29	17.1	ijklmnopqrstuv	6
MQPas-134	17.0	ijklmnopqrstuv	77
MQPas-164	17.0	ijklmnopqrstuv	54
MQPas-337	16.7	jklmnopqrstuv	47
MQPas-378	16.3	jklmnopqrstuv	51
MQPas-341	16.1	klmnopqrstuv	67
MQPas-179	16.0	kmnopqrstuv	62
MQPas-231	15.8	lnopqrstuv	70
MQPas-10	15.2	nopqrstuv	18
MQPas-348	15.1	nopqrstuv	20
MQPas-136	14.9	nopqrstuv	72
MQPas-94	14.9	nopqrstuv	74
MQPas-302	14.8	nopqrstuv	75
MQPas-171	14.8	nopqrstuv	31
MQPas-298	14.6	nopqrstuv	5
MQPas-290	14.5	nopqrstuv	25
MQPas-172	14.3	opqrstuv	56
MQPas-343	14.1	opqrstuv	3
MQPas-310	13.9	pqrstuv	41
MQPas-143	13.8	qrstuv	15
MQPas-293	13.7	qrstuv	63
MQPas-103	13.7	qrstuv	17
MQPas-364	13.2	rstuv	52
MQPas-99	12.8	stuv	28
MQPas-367	12.7	stuv	7
MQPas-50	12.4	tuv	50

Material Genético	ACAME (%)	Prueba de LSD	Parcela
			Tratamiento
MQPas-333	12.4	Tuv	59
MQPas-50	12.2	Tuv	53
MQPas-132	11.2	Uv	29
MQPas-127	10.7	V	33

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente. (ANOVA de un factor, LSD,  $p = 0.05$ ,  $n = 3$ ). Media general = 19,44. C.V.= 34,14 %

#### 4.1.6 MILDIU (*Perenospora variabilis*)

La prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) indicó que existen diferencias altamente significativas entre los 81 genotipos, respecto al área foliar afectada por mildiu. En el cuadro N° 19 se presenta el valor medio del daño por mildiu de 81 líneas de quinua y el testigo Pasankalla. Este valor varía de 23,0 a 2,9 y 1,9 por ciento. La línea MQPas-132 fue la que tuvo la mayor área foliar afectada por mildiu y el menor valor la línea mutante MQPas-98 y la accesión de Valle PEQPC - 357/CUZ; respectivamente. El testigo Pasankalla obtuvo un valor de 5,6 por ciento y 30 genotipos obtuvieron valores inferiores a este último, 9 líneas se diferencian significativamente al testigo, presentando mayores valores que a este último. Las líneas mutantes de mayor y menor porcentaje de mildiu difieren del material testigo en 17,4 por ciento y 2,7 por ciento; respectivamente. El porcentaje promedio de la infección por mildiu fue igual a 8 por ciento.

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 (Danielsen y Ames, 2000). La enfermedad ataca a la planta en cualquier periodo de su desarrollo, siendo los daños mayores cuando ataca a plantas jóvenes en las que produce enanismo y afecta su fructificación (Tapia, 1973). La resistencia genética ofrece la ventaja de ser un método de control menos costoso para el agricultor, nada nocivo para el medio ambiente y que asegura una producción sostenible (Danielsen y Ames, 2000).

Se observó que todas las líneas presentaron algún grado de infección por mildiu. En el cuadro N°11 se observa que los valores promedios de humedad relativa durante el ciclo del cultivo se encuentran entre 84,14 por ciento y 72,1 por ciento. Adicionalmente, los valores de temperatura en promedio se encontraron en el rango de 17,78 a 22,5 (Figura 2), estas

condiciones favorecen la infección. Danielsen *et al.* (2003) señalan que las condiciones necesarias para la infección biológica son temperaturas frescas, agua libre y humedad relativa al 85 por ciento. Por otro lado, 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. Las líneas que tuvieron mayor porcentaje de infección fueron las que obtuvieron menor rendimiento, esto coincide con (Danielsen y Ames, 2000) quien menciona que a mayores daños causado por el mildiu el cultivo puede sufrir una reducción considerable en su rendimiento. Esto se debió a la alta defoliación y a la consiguiente baja capacidad fotosintética de la planta como consecuencia de la enfermedad.

En el cuadro N°23, se muestra la alta correlación negativa en peso de mil granos y rendimiento.

**Cuadro 19: Medias del % de daño por Mildiu (*Perenospora variabilis*) de Líneas Mutantes de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) desarrolladas mediante la aplicación de rayos gamma en la Variedad Pasankalla en condiciones de La Molina campaña 2012B - 2013A.**

Material Genético	(%) Mildiu	Prueba de LSD	Parcela
			Tratamiento
MQPas-132	23.0	a	29
MQPas-295	19.5	ab	10
MQPas-222	19.3	abc	42
MQPas-349	17.3	abcd	8
MQPas-297	17.0	abcde	78
MQPas-333	16.5	abcde	59
MQPas-378	14.6	bcdef	51
MQPas-377	14.1	bcdefg	66
MQPas-376	13.7	bcdefgh	45
MQPas-179	13.2	bcdefghi	62
MQPas-302	13.1	bcdefghij	75
MQPas-364	12.8	bcdefghijk	52
MQPas-290	12.6	bcdefghijkl	25
MQPas-324	11.8	cdefghijklm	19
MQPas-287	11.7	cdefghijklm	61
MQPas-369	11.6	cdefghijklm	2
MQPas-111	11.2	defghijklmn	71
MQPas-50	10.5	defghijklmno	53
MQPas-296	10.5	defghijklmno	49

Material Genético	(%) Mildiu	Prueba de LSD	Parcela
			Tratamiento
MQPas-291	10.3	defghijklmno	21
MQPas-187	10.2	defghijklmno	4
MQPas-343	10.0	defghijklmno	3
MQPas-142	9.7	defghijklmno	55
MQPas-231	9.3	efghijklmnop	70
MQPas-348	9.3	efghijklmnop	20
MQPas-298	8.5	fghijklmnop	5
MQPas-45	8.3	fghijklmnop	60
MQPas-23	8.1	fghijklmnop	37
MQPas-228	8.0	fghijklmnop	68
MQPas-173	7.5	fghijklmnop	30
MQPas-95	7.4	fghijklmnop	26
MQPas-269	7.4	fghijklmnop	64
MQPas-164	7.3	fghijklmnop	54
MQPas-367	7.2	fghijklmnop	7
MQPas-337	7.2	fghijklmnop	47
MQPas-88	7.2	fghijklmnop	1
MQPas-103	7.2	fghijklmnop	17
MQPas-119	7.2	fghijklmnop	27
MQPas-293	7.1	fghijklmnop	63
MQPas-148	6.5	ghijklmnop	65
MQPas-121	6.5	ghijklmnop	35
MQPas-341	6.4	hijklmnop	67
MQPas-241	6.1	hijklmnop	13
MQPas-143	6.1	hijklmnop	15
MQPas-243	6.1	hijklmnop	36
MQPas-2	6.0	hijklmnop	24
MQPas-102	5.9	ijklmnop	39
MQPas-288	5.7	ijklmnop	14
MQPas-194	5.7	ijklmnop	69
MQPas-47	5.6	ijklmnop	40
Pasankalla	5.6	ijklmnop	58
MQPas-66	5.6	ijklmnop	23
MQPas-172	5.5	ijklmnop	56
MQPas-176	5.5	jklmnop	44
MQPas-230	5.5	jklmnop	12
MQPas-48	5.4	klmnop	50
MQPas-136	5.4	klmnop	72
MQPas-101	5.4	klmnop	57
MQPas-46	5.4	klmnop	81
MQPas-34	5.4	klmnop	80
MQPas-195	5.3	klmnop	11
MQPas-57	5.3	klmnop	48

Material Genético	(%) Mildiu	Prueba de LSD	Parcela
			Tratamiento
MQPas-178	5.2	klmnop	43
MQPas-127	5.2	klmnop	33
PEQPC - 2810/APU	5.2	klmnop	34
MQPas-235	5.1	lmnop	16
MQPas-99	5.0	lmnop	28
MQPas-134	4.9	lmnop	77
MQPas-171	4.6	mnop	31
MQPas-254	4.5	mnop	38
MQPas-94	4.5	mnop	74
MQPas-301	4.4	mnop	73
MQPas-310	4.4	mnop	41
MQPas-306	4.4	mnop	76
MQPas-304	4.3	mnop	46
MQPas-13	3.9	nop	79
MQPas-29	3.6	nop	6
MQPas-22	3.6	nop	32
MQPas-10	3.4	op	18
MQPas-98	2.9	op	9
PEQPC - 357/CUZ	1.9	p	22

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente. (ANOVA de un factor, LSD,  $p = 0.05$ ,  $n = 3$ ). Media general = 8,0905. C.V.= 57,4 %

## 4.2. CARACTERES DE CALIDAD

En el cuadro N° 13 se presenta los resultados del ANOVA para peso de mil granos y porcentaje de proteína del grano. Se puede apreciar que existen diferencias altamente significativas en repeticiones para peso de mil granos y proteína. Para bloques/ repeticiones se encontró significación para proteína. Para tratamientos se encontró diferencias altamente significativas para peso de mil granos. El coeficiente de variación fue igual a 7,6 por ciento para proteína y 6,5 por ciento para peso de mil granos.

### 4.2.1 CONTENIDO DE PROTEINA EN EL GRANO

La prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) hecha para 81 genotipos muestra que existen diferencias significativas (Cuadro N°20). La accesión de Valle PEQPC - 357/CUZ fue la que presentó mayor porcentaje de proteína en el grano con 13,37 por ciento y la línea mutante MQPas-302 con 13,23 por ciento, y la línea de menor contenido de proteína fue MQPas-99 con 9,92 por ciento. El testigo Pasankalla obtuvo un valor de 11,29 por ciento y 37 genotipos obtuvieron valores superiores al testigo, tres líneas presentan valores superiores y se diferencian significativamente del testigo. Las líneas mutantes de mayor y menor porcentaje de proteína difieren con el testigo en 2 por ciento y 1,3 por ciento; respectivamente. El porcentaje promedio de proteína fue igual a 11,3 por ciento.

En experimentos realizados bajo condiciones de Costa en la Molina, Barnett (2005) encontró porcentaje de proteína promedio para granos de 16.71%, 16.87% y 16.38% para las variedades Rosada de Huancayo, Blanca de Hualhuas y La Molina 89, respectivamente. Gordon (2011) informa un contenido de proteína de grano promedio de 11.68% para la variedad Pasankalla y 11.58% para Rosada de Huancayo. Mendoza (2013), obtuvo un rango de 8,27 a 15,56 de proteína en el grano; siendo la accesión PEQPC-2933/APURIMAC la de mayor porcentaje de proteína.

Según Mujica *et al*, (2001) el contenido de proteína en el grano es alto (12 por ciento a 20 por ciento). Otros autores indican que se han encontrado quinua con hasta 10 por ciento de proteína (De Bruin 1964, Tapia 1985, Johnson y Ward 1993 citados por Soliz *et. al.*, 2002), mientras que Valencia (2003) indica que el contenido de proteína en la semilla de quinua varía 8 a 22 por ciento.

Las líneas mutantes del presente experimento podrían cubrir los requerimientos proteicos de la dieta humana, de acuerdo a lo señalado por Repo-Carrasco *et al.*, (2000), que menciona que la quinua no tiene un contenido especialmente alto de proteínas al compararlo con otros cereales, sino que su importancia radica en la calidad de proteína. En general, el contenido de proteína en el grano varía entre cultivares, PROINPA (2011).

En el cuadro N°23, se observa una correlación negativa con el rendimiento. La línea con mayor potencial de rendimiento MQPas-143 obtuvo 10,9 por ciento de proteína, menor al material parental Pasankalla y al promedio pero dentro del rango señalado por otros autores.

**Cuadro 20: Medias del % de Proteína de Líneas Mutantes de Quinua (*Chenopodium quinoa*) desarrolladas mediante la aplicación de rayos gamma en la variedad Pasankalla en condiciones de La Molina campaña 2012B - 2013A.**

Material Genético	Proteína	Prueba de LSD	Parcela
			Tratamiento
PEQPC - 357/CUZ	13.37	a	22
MQPas-302	13.23	ab	75
MQPas-378	12.86	abc	51
MQPas-348	12.76	abcd	20
MQPas-293	12.57	abcde	63
MQPas-343	12.43	abcdef	3
MQPas-367	12.27	abcdefg	7
MQPas-341	12.27	abcdefgh	67
MQPas-301	12.13	abcdefghi	73
MQPas-364	12.09	abcdefghij	52
MQPas-377	12.06	abcdefghijkl	66
MQPas-254	12.03	abcdefghijkl	38
MQPas-376	11.94	bcdefghijklm	45
MQPas-290	11.82	bcdefghijklm	25
MQPas-296	11.81	bcdefghijklm	49
MQPas-178	11.74	cdefghijklm	43
MQPas-23	11.70	cdefghijklm	37
MQPas-297	11.68	cdefghijklm	78
MQPas-304	11.62	cdefghijklm	46
MQPas-295	11.61	cdefghijklm	10
MQPas-2	11.55	cdefghijklm	24
MQPas-142	11.54	cdefghijklm	55

Material Genético	Proteína	Prueba de LSD	Parcela
			Tratamiento
MQPas-173	11.53	cdefghijklm	30
PEQPC - 2810/APU	11.50	cdefghijklm	34
MQPas-47	11.46	cdefghijklm	40
MQPas-287	11.45	cdefghijklm	61
MQPas-29	11.44	defghijklm	6
MQPas-171	11.41	defghijklm	31
MQPas-101	11.41	defghijklm	57
MQPas-48	11.38	defghijklm	50
MQPas-57	11.38	defghijklm	48
MQPas-172	11.37	defghijklm	56
MQPas-291	11.37	defghijklm	21
MQPas-46	11.36	defghijklm	81
MQPas-349	11.34	efghijklm	8
MQPas-195	11.33	efghijklmn	11
MQPas-136	11.29	efghijklmn	72
Pasankalla	11.28	efghijklmn	58
MQPas-194	11.27	efghijklmn	69
MQPas-164	11.25	efghijklmn	54
MQPas-88	11.25	efghijklmn	1
MQPas-298	11.25	efghijklmn	5
MQPas-66	11.22	efghijklmn	23
MQPas-22	11.20	efghijklmn	32
MQPas-103	11.19	efghijklmn	17
MQPas-95	11.19	efghijklmn	26
MQPas-310	11.17	efghijklmn	41
MQPas-179	11.17	efghijklmn	62
MQPas-333	11.16	efghijklmn	59
MQPas-102	11.16	efghijklmn	39
MQPas-45	11.15	efghijklmn	60
MQPas-50	11.14	efghijklmn	53
MQPas-243	11.11	fghijklmn	36
MQPas-187	11.10	fghijklmn	4
MQPas-369	11.09	fghijklmn	2
MQPas-13	11.08	fghijklmn	79
MQPas-94	11.07	fghijklmn	74
MQPas-134	11.06	fghijklmn	77
MQPas-241	11.06	fghijklmn	13
MQPas-269	11.05	fghijklmn	64
MQPas-337	11.00	ghijklmn	47
MQPas-222	11.00	ghijklmn	42
MQPas-228	10.98	ghijklmn	68
MQPas-111	10.95	ghijklmn	71

Material Genético	Proteína	Prueba de LSD	Parcela
			Tratamiento
MQPas-148	10.92	ghijklmn	65
MQPas-288	10.90	ghijklmn	14
MQPas-119	10.90	ghijklmn	27
MQPas-143	10.88	ghijklmn	15
MQPas-235	10.84	hijklmn	16
MQPas-176	10.83	ijklmn	44
MQPas-121	10.79	ijklmn	35
MQPas-34	10.79	ijklmn	80
MQPas-230	10.75	ijklmn	12
MQPas-127	10.74	ijklmn	33
MQPas-324	10.69	jklmn	19
MQPas-306	10.67	jklmn	76
MQPas-132	10.63	klmn	29
MQPas-231	10.62	lmn	70
MQPas-10	10.55	mn	18
MQPas-98	10.53	mn	9
MQPas-99	9.92	n	28

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.  
(ANOVA de un factor, LSD,  $p = 0.05$ ,  $n = 3$ ). Media general = 11,3709. C.V.= 7,6%

#### 4.2.2 PESO DE MIL GRANOS (g)

La prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) confirma que existen diferencias altamente significativas entre los 81 genotipos (Cuadro N°21). La línea de mayor peso de mil granos fue MQPas-22 con 4,2 gramos y la línea de menor peso fue MQPas-222 con 2,9 gramos. El testigo Pasankalla obtuvo un valor de 3,8 gramos y 13 genotipos obtuvieron valores superiores a este valor. Del total de líneas mutantes, 16 se diferencian significativamente del testigo, siendo solo una línea mayor al testigo. Las líneas mutantes de mayor y menor peso de mil granos difieren del material testigo en 0,4 gramos y 0,6 gramos; respectivamente. El porcentaje promedio del peso de mil granos fue igual a 3,6 gramos.

En un ensayo llevado a cabo bajo las condiciones de costa por Barnett (2005), encontró para las variedades Rosada de Huancayo, Blanca de Hualhuas y La Molina 89 pesos de mil granos de 1,97; 1,77 y 2,53 gramos; respectivamente. Gordon (2011) obtuvo 1,64 gramos con Pasankalla y 1,48 gramos con la Rosada de Huancayo. Mendoza (2013) reporta un rango de 1,22 a 2,71 gramos como peso de 1000 granos, para accesiones de quinua. Según

Mujica (1999) en Puno el peso promedio de mil granos se encuentra en un rango de 3,75 a 3,84 gramos. Los datos obtenidos en este experimento fueron superiores a los valores mencionados por los otros autores.

Ribero (1985), en un ensayo realizado en Jauja con las variedades de tipo Valle: Rosada de Junín y Yanamarca, encontró que existe alta correlación positiva entre rendimiento de grano y peso de mil granos, sin embargo Quillatupa (2009) observó que la accesión Cuzco 1 con 4,56 gramos con el mayor peso de mil granos no fue la de mayor rendimiento.

Gordon (2011) afirma que al reducir la competencia entre plantas, se puede obtener un grano de mayor peso pero no siempre un mayor rendimiento a nivel de área cultivada. Las plantas aisladas tienen mayor cantidad de nutrientes para llenar el grano pero no existe el suficiente número de plantas o densidad poblacional en el área cultivada para llegar a conseguir altos rendimientos.

En este experimento se pudo observar que las líneas mutantes que obtuvieron mayor contenido de proteína tuvieron menor tamaño de grano, mientras que las de menor contenido de proteína tuvieron mayor tamaño de grano; considerando el tamaño en relación al peso de mil granos, lo cual coincide con lo reportado por Barnett (2005) que determinó que el contenido de proteína de grano de la variedad La Molina 89 fue superior a la de las variedades Rosada de Huancayo y Blanca de Hualhuas debido al reducido tamaño de los granos de estas dos últimas; observación que también ha sido reportada por Ayala; citado por (Canahua *et al.*, 2001).

El peso, tamaño final del grano está determinado por la duración del periodo de llenado, la potencialidad genética de cada variedad y las condiciones ambientales que influyen en la uniformización de los grano (Córdoba *et al.*, 2004)

43807

**Cuadro 21: Medias de Peso de mil granos (g) de Líneas Mutantes de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) desarrolladas mediante la aplicación de rayos gamma en la Variedad Pasankalla en condiciones de La Molina campaña 2012B - 2013A.**

Material Genético	Peso de 1000 granos	Prueba de LSD	Parcela
			Tratamiento
MQPas-22	4.24	a	32
MQPas-195	4.04	ab	11
MQPas-119	3.98	abc	27
MQPas-2	3.95	abcd	24
MQPas-95	3.92	abcde	26
MQPas-23	3.91	abcdef	37
MQPas-143	3.91	abcdef	15
MQPas-172	3.89	abcdefg	56
MQPas-243	3.85	bcdefgh	36
MQPas-171	3.84	bcdefghi	31
MQPas-101	3.83	bcdefghi	57
MQPas-94	3.83	bcdefghi	74
MQPas-46	3.82	bcdefghij	81
Pasankalla	3.81	bcdefghij	58
MQPas-288	3.80	bcdefghij	14
PEQPC - 2810/APU	3.80	bcdefghij	34
MQPas-301	3.80	bcdefghij	73
MQPas-47	3.78	bcdefghijk	40
MQPas-179	3.77	bcdefghijk	62
MQPas-34	3.77	bcdefghijk	80
MQPas-341	3.76	bcdefghijk	67
MQPas-269	3.75	bcdefghijk	64
MQPas-142	3.75	bcdefghijk	55
MQPas-57	3.73	bcdefghijk	48
MQPas-304	3.73	bcdefghijk	46
MQPas-178	3.72	bcdefghijk	43
MQPas-333	3.72	bcdefghijk	59
MQPas-99	3.72	bcdefghijk	28
MQPas-164	3.72	bcdefghijk	54
MQPas-337	3.72	bcdefghijk	47
MQPas-102	3.71	bcdefghijkl	39
MQPas-29	3.70	bcdefghijklm	6
MQPas-306	3.70	bcdefghijklm	76
MQPas-254	3.69	bcdefghijklm	38
MQPas-310	3.69	bcdefghijklm	41
MQPas-349	3.69	bcdefghijklm	8

Material Genético	Peso de 1000 granos	Prueba de LSD	Parcela
			Tratamiento
MQPas-127	3.69	bcdefghijklm	33
MQPas-134	3.69	bcdefghijklm	77
MQPas-66	3.68	bcdefghijklm	23
MQPas-88	3.68	bcdefghijklmn	1
MQPas-194	3.64	cdefghijklmno	69
MQPas-235	3.64	cdefghijklmno	16
MQPas-45	3.64	cdefghijklmno	60
MQPas-324	3.63	cdefghijklmno	19
MQPas-230	3.63	cdefghijklmno	12
MQPas-228	3.63	cdefghijklmno	68
MQPas-121	3.62	cdefghijklmnop	35
MQPas-176	3.61	defghijklmnop	44
MQPas-50	3.60	defghijklmnop	53
MQPas-287	3.60	defghijklmnop	61
MQPas-48	3.60	defghijklmnop	50
MQPas-132	3.60	defghijklmnop	29
MQPas-10	3.58	defghijklmnopq	18
MQPas-103	3.57	efghijklmnopqr	17
MQPas-13	3.56	efghijklmnopqr	79
MQPas-148	3.56	efghijklmnopqr	65
MQPas-377	3.55	efghijklmnopqrs	66
MQPas-98	3.55	efghijklmnopqrs	9
MQPas-187	3.54	fghijklmnopqrs	4
MQPas-367	3.53	ghijklmnopqrst	7
MQPas-136	3.49	hijklmnopqrst	72
MQPas-290	3.48	hijklmnopqrst	25
MQPas-231	3.47	ijklmnopqrst	70
PEQPC - 357/CUZ	3.45	jklmnopqrstu	22
MQPas-173	3.44	jklmnopqrstu	30
MQPas-297	3.44	jklmnopqrstu	78
MQPas-302	3.41	klmnopqrstu	75
MQPas-343	3.40	klmnopqrstu	3
MQPas-293	3.34	lmnopqrstuv	63
MQPas-298	3.33	mnopqrstuv	5
MQPas-376	3.31	nopqrstuv	45
MQPas-348	3.28	opqrstuv	20
MQPas-364	3.27	opqrstuv	52
MQPas-296	3.27	opqrstuv	49
MQPas-111	3.25	pqrstuv	71
MQPas-291	3.21	qrstuv	21
MQPas-378	3.20	rstuv	51
MQPas-241	3.18	stuv	13

Material Genético	Peso de 1000 granos	Prueba de LSD	Parcela
			Tratamiento
MQPas-369	3.16	tuv	2
MQPas-295	3.09	uv	10
MQPas-222	2.99	v	42

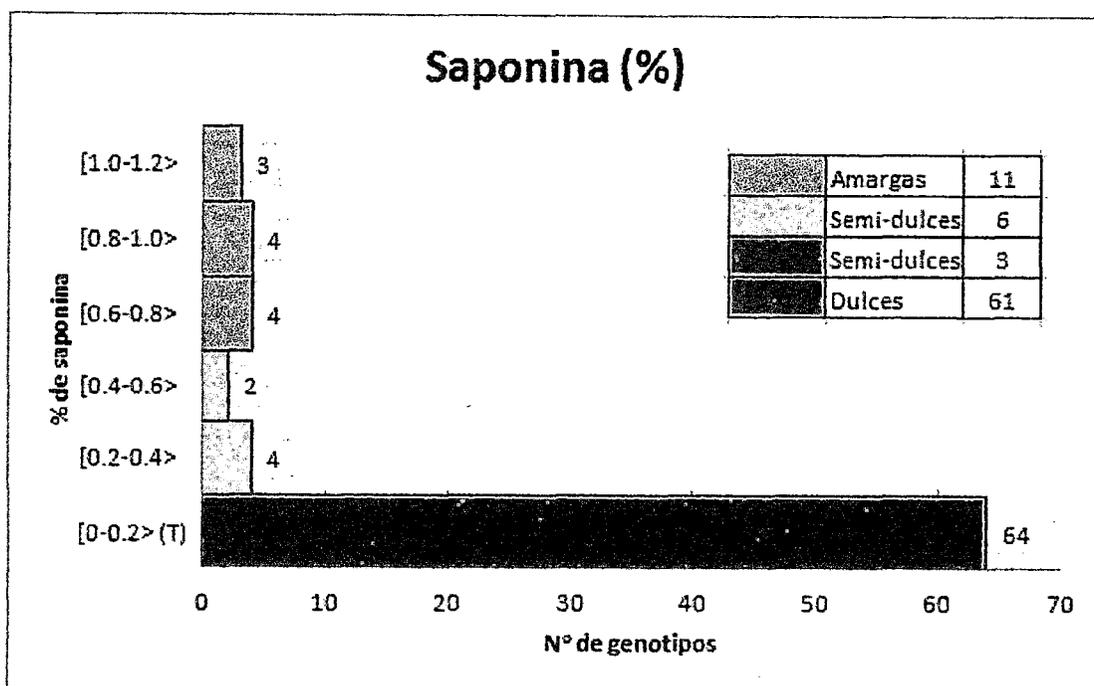
Medias con letras iguales no difieren estadísticamente. (ANOVA de un factor, LSD,  $p = 0.05$ ,  $n = 3$ ). Media general = 3,6238. C.V. = 6,5 %

#### 4.2.3 PORCENTAJE DE SAPONINA

En el cuadro N°22, se muestra el rango de contenido de saponina de los 81 genotipos. El porcentaje de saponina se encontró en el rango de 0 a 1,2 por ciento. Del total de genotipos, 11 fueron amargos  $\geq 0,6$  por ciento, 9 semi-dulces  $0,12$  a  $\leq 0,5$  por ciento y 61 genotipos dulces de 0 a 0,11 por ciento, en esta último grupo se encuentra el material testigo Pasankalla con 0 por ciento de saponina (Figura 3). No se realizó ningún análisis estadístico debido a la alta variación en los genotipos y sus repeticiones.

**Cuadro 22. Contenido de Saponina del Grano (por ciento) de Líneas Mutantes de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) Desarrolladas Mediante la Aplicación de Rayos Gamma en la Variedad Pasankalla en Condiciones de La Molina. Campaña 2012B - 2013A.**

N° de intervalos	Intervalo (%)	N° de genotipos	Acumulado
1	[0-0.2>	64	64
2	[0.2-0.4>	4	68
3	[0.4-0.6>	2	70
4	[0.6-0.8>	4	74
5	[0.8-1.0>	4	78
6	[1.0-1.2>	3	81



**Figura 3. Diagrama de Frecuencias del Contenido de Saponina del Grano (por ciento) de Líneas Mutantes de Quinua (*Chenopodium quinoa*) Desarrolladas Mediante la Aplicación de Rayos Gamma en la Variedad Pasankalla en Condiciones de La Molina. Campaña 2012B - 2013A.**

Álvarez citado por Wahli, (1990), menciona que en una población de quinua existe una gran variabilidad en el contenido de saponina, haciendo a unas amargas y a otras dulces. Conrado (1992) menciona que el contenido de saponina de una variedad de quinua, al ser llevada a otras zonas, puede aumentar o disminuir. Jacobsen y Valdez (1996) citados por Monje *et al*, (2006), mencionan que el contenido de saponina en la quinua es variable, y esto puede deberse aparentemente a un grupo de genes presentes en la planta.

El contenido de saponina es mayor en variedades de sabor amargo que en variedades dulces de bajo nivel de saponinas (Vilche, 2003).

La función biológica de las saponinas en la quinua parece ser la de repelente de plagas y enfermedades (Jacobsen, 2002). Álvarez citado por Wahli (1990) en un experimento entre quinuas dulces y amargas observó un comportamiento similar entre ambas en cuanto a tolerancia a enfermedades. En este experimento en general todas las líneas mutantes y testigos fueron severamente afectadas por el ataque de pájaros.

Por otro lado, la mayoría de las líneas mutantes y el testigo fueron dulces lo cual las convierte en materias primas con alto potencial de consumo e industrialización, ya que ninguna necesitaría de un proceso de desaponificación previo. La Industria busca reducir los costos del proceso de saponificación (FAO, 2011).

Álvarez citado por Wahli (1990) en un experimento orientado a la selección de quinua dulce, encontró que el contenido de proteína y saponina no se encontraron asociados, por lo cual la posibilidad de obtener grano de alta proteína es similar en quinuas dulces y amargas.

#### **4.2.4. CORRELACION ENTRE LOS CARACTERES EVALUADOS**

En el Cuadro N° 23 se presentan los valores de correlación existente entre los caracteres agronómicos y de calidad estudiados. Se puede apreciar los siguientes resultados:

Rendimiento muestra una correlación negativa con las variables: altura de planta, días a la floración, días a la maduración, acame, mildiu, proteína y saponina. Por otro lado muestra una correlación positiva con peso de mil granos.

Altura de planta muestra una correlación negativa con rendimiento, acame y peso de mil granos y presenta correlación positiva con días a la floración, días a la maduración, mildiu, proteína y saponina

El daño por mildiu presenta una correlación negativa con rendimiento y peso de mil granos y correlación positiva con los otros caracteres evaluados.

La proteína muestra correlación negativa con rendimiento, días a la floración, días a la maduración y peso de mil granos. Por otro lado muestra correlación positiva con altura de planta, acame, mildiu y saponina. Por otro lado muestra una correlación positiva con peso de mil granos.

**Cuadro 23: Valores de Correlación de Rendimiento (kg/ha), Número de días al 50% floración, Número de días a la madurez, Altura de planta (m), % de Acame, % daño por Mildiú, Peso de mil granos (g), % Proteína y % de saponina de Líneas Mutantes de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) desarrolladas mediante la aplicación de rayos gamma en la Variedad Pasankalla en condiciones de La Molina campaña 2012B - 2013<sup>a</sup>**

	RDT	ALT	DAM	D50F	ACAME	MILDIU	PROT	P1000G	SAPON
RDT	1.00	-0.31	-0.30	-0.29	-0.09	-0.20	-0.19	0.46	-0.27
ALT	-0.31	1.00	0.36	0.35	-0.07	0.16	0.23	-0.31	0.53
DAM	-0.30	0.36	1.00	0.94	-0.05	0.04	-0.03	-0.30	0.35
D50F	-0.29	0.35	0.94	1.00	-0.05	0.13	-0.02	-0.32	0.37
ACAME	-0.09	-0.07	-0.05	-0.05	1.00	0.04	0.00	-0.07	-0.32
MILDIU	-0.20	0.16	0.04	0.13	0.04	1.00	0.20	-0.22	0.18
PROT	-0.19	0.23	-0.03	-0.02	0.0	0.20	1.00	-0.20	0.12
P1000G	0.46	-0.31	-0.30	-0.32	-0.07	-0.22	-0.20	1.00	-0.26
SAPON	-0.27	0.53	0.35	0.37	-0.32	0.18	0.12	-0.26	1.00

FUENTE: Elaboración propia

RDT : Rendimiento (cm)  
 ALT : Altura (cm)  
 DAM : Días antes de la madurez (días)  
 D50F : Días al 50 % de floración (días)  
 ACAME : Acame (%)  
 MILDIU : Mildiú (%)  
 PROT : Proteína (%)  
 P1000G : Peso de mil granos (gr)  
 SAPON : Saponina (%)

**OBJETIVO 2: Identificación de genotipos promisorios con alto valor agronómico y de calidad.**

Este objetivo se determinó considerando que existen líneas diferentes al material testigo variedad Pasankalla, demostrado por la prueba de Tukey ( $\alpha= 0.05$ ) para casi la totalidad de características evaluadas.

Los datos de cada carácter se estandarizaron para que variaran entre cero y uno. El criterio del experto utilizado en esta investigación se resume en el Cuadro N°24, en el cual se presentan los valores máximos para: rendimiento, proteína, peso de mil granos y los valores mínimos para: altura de planta, días a la madurez, días al 50 por ciento de la floración, acame, mildiu y contenido de saponina.

Aplicada la Distancia Euclidiana se seleccionaron los valores máximos y mínimos de líneas mutantes del experimento; (Cuadro N°24). En base a este criterio y a los valores del material parental o testigo Pasankalla (Cuadro N°25) se seleccionaron 16 líneas y cuyas características cuantitativas se presentan en el Cuadro N°26. Estas líneas representan aproximadamente el 20 por ciento superior de los 81 genotipos evaluados.

**Cuadro 24: Valores de caracteres agronómicos y de calidad de quinua (*Chenopodium quinoa*), a través del Criterio del Experto.**

Criterio del experto mejorador	Rendimiento Kg/ha	Altura de planta (cm)	Días a la madurez (días)	Días al 50% de floración (días)	Acame (%)	Mildiu (%)	Proteínas (%)	Peso de 1000 granos (g)	Saponina (%)
Valores	Máximo	Mínima	Mínimo	Mínimo	Mínimo	Mínimo	Máximo	Máximo	Mínimo
	4609.40	90	93	61	5.00	0.00	15.30	4.76	0.00

**Cuadro 25: Valores de caracteres agronómicos y de calidad de quinua (*Chenopodium quinoa*), variedad testigo Pasankalla observados en el presente experimento.**

Material	Rendimiento Kg/ha	Altura de planta (cm)	Días a la madurez (días)	Días al 50% de floración (días)	Acame (%)	Mildiu (%)	Proteínas (%)	Peso de 1000 granos (g)	Saponina (%)
Testigo Pasankalla	2227.5	129.9	99.9	66.9	27.7	5.7	11.29	3.81	0

**Cuadro 26. Distancia Euclidiana promedio de las 16 líneas mutantes superiores de quinua bajo el Criterio del experto, considerando varios caracteres simultáneamente en el estudio de las 16 líneas M<sub>5</sub>.**

Valor Distancia Euclidiana	Orden ascendente de Distancia Euclidiana	Nº Origen Pasankalla	Rendimiento Kg/ha	Altura de planta (cm)	Días a la madurez (días)	Días al 50% de floración (días)	Acame (%)	Mildiu (%)	Proteínas (%)	Peso de 1000 granos (g)	Saponina (%)	Color de grano	Origen
1.0	1	MQPas-22	2878.5	119.4	94	62	18.2	3.6	11.20	4.25	0	Granate	32
1.2	2	MQPas-34	3091.1	136.3	99.1	66.1	17.3	5.4	10.79	3.77	0	Granate	80
1.2	3	MQPas-164	3153.8	119.9	98	66.0	17	7.4	11.26	3.72	0	Granate	54
1.2	4	MQPas-143	4133.5	133.5	101.1	66.1	13.8	6.1	10.88	3.92	0	Granate	15
1.2	5	MQPas-94	2760.3	121.3	98	66.2	14.9	4.5	11.08	3.84	0	Granate	74
1.3	6	MQPas-172	2875.0	121.5	98.9	66.8	14.4	5.6	11.38	3.9	0	Granate	56
1.3	7	MQPas-195	3114.5	128.2	101.1	69.2	22.2	5.4	11.34	4.05	0	Granate	11
1.3	8	MQPas-142	3369.3	121.8	101	68.0	17.2	9.8	11.55	3.75	0	Granate	55
1.3	9	MQPas-23	2736.7	116.4	96.1	64.1	23.2	8.1	11.7	3.92	0	Granate	37
1.3	10	MQPas-269	2971.5	115.1	99.9	67.9	26	7.4	11.05	3.75	0	Granate	64
1.3	11	MQPas-171	2309.3	123.3	96	64.0	14.9	4.6	11.42	3.84	0	Granate	31
1.3	12	MQPas-66	3136.2	129.9	101.1	68.1	18.6	5.6	11.41	3.68	0	Granate	23
1.3	13	MQPas-148	3391.6	121.5	101	67.9	18.3	6.5	10.92	3.56	0	Granate	65
1.3	14	MQPas-127	2916.0	111.5	100.1	67.1	10.8	5.2	10.75	3.69	0	Granate	33
1.3	15	MQPas-95	2734.3	126.4	96.1	67.0	22.1	7.4	11.19	3.92	0	Granate	26
1.3	16	MQPas-99	3220.7	113.6	101	68.9	12.8	5	10.0	3.72	0	Granate	28
		Testigo Pasankalla	2227.5	129.9	99.9	66.9	27.7	5.7	11.29	3.81	0	Granate	58

Líneas superiores al testigo (Pasankalla)

Dentro del veinte por ciento superior, las 16 líneas superaron al material testigo Pasankalla en rendimiento (kg/ha), acame (%) y saponina (%), 12 líneas presentaron alturas menores a 129,9 cm, 3 líneas fueron más precoces con menos de 99,9 días de días a la madurez, 3 líneas con menos de 66,9 días al 50 por ciento de floración, 3 líneas con menores valores a 5.7 por ciento de infección de mildiu, 6 líneas con mayores valores a 11,29 por ciento en contenido de proteína de grano y 6 líneas con valores mayores a 3.81 gramos peso de mil granos.

Merece destacar otro grupo de líneas mutantes que cambiaron de color de grano y contenido de proteína de los granos comparados con el testigo y que se presentan en el Cuadro N° 27

**Cuadro 27: Líneas mutantes de quinua (*Chenopodium quinoa*) que difieren en color de grano y contenido de proteína comparados con el material testigo (Pasankalla).**

Genotipo	Rendimiento kg/ha	Floración días	Maduración	Altura cm	Mildiu %	1000 Granos (g)	Proteína (%)	Saponina (%)	Color Grano	Origen LM 12-13
MQPas-302	2087.5	73.8	110.0	158.0	13.1	3.4	13.2	0.2	Crema	75
MQPas-367	2488.6	69.8	101.9	160.2	7.3	3.5	12.3	0.7	Crema	7
MQPas-254	2649.8	69	102.0	133.3	4.5	3.7	12	0	Negra	38
MQPas-369	2375.6	69.9	103.9	153.3	11.6	3.1	11	0.7	Crema	2
MQPas-348	1977.6	68.9	101.9	128.5	9.3	3.2	12.7	0.3	Crema	20
MQPas-378	2343.4	68.9	100.3	119.9	14.6	3.2	12.8	0.2	Crema	51
MQPas-179	2637.5	69.1	101.1	116.6	13.2	3.7	11.1	0.9	Crema	62
MQPas-343	1851.6	71	106.0	161.7	10.1	3.4	12.4	0.6	Crema	3
Pasankalla	2227.5	66.9	99.9	129.9	5.7	3.8	11.3	0	Granate	58

## V. CONCLUSIONES

### OBJETIVO 1

1. Entre los 81 materiales evaluados existió variación para los caracteres agronómicos y se observó diferencias altamente significativas para floración, altura de planta y daño por mildiu, significativas para días a la madurez y porcentaje de acame. Para los caracteres de calidad evaluados se encontró diferencias significativas para contenido de proteína y diferencias altamente significativas para peso de mil granos.

### OBJETIVO 2

1. Siete líneas sobresalen en potencial de rendimiento y fueron diferentes significativamente, con valores superiores a 3220,7 kg/ha con respecto al testigo que alcanzó un rendimiento de 2227,5 kg/ha. La línea de mayor rendimiento fue MQPas-143 con 4133,5 kg/ha superior al testigo en 185 por ciento.
2. Tres mutantes MQPas-302, MQPas-378, MQPas-348 con 13,2; 12,8 y 12,7 por ciento respectivamente; presentaron valores mayores diferentes significativamente al material testigo que tuvo 11.3% de contenido de proteína.
3. Ocho líneas mutantes entre ellas, MQPas-302, MQPas-378 y MQPas-254 con 13,2; 12,8 y 12 por ciento de proteína presentaron otras tonalidades de color de grano; como crema, crema y negro; respectivamente. El testigo tiene granos de color granate.
4. Por contenido de saponina los 81 genotipos fueron clasificados como: 11 amargas, 9 semi-dulces y 61 dulces, entre estas últimas el material testigo.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- 1.** Se sugiere realizar otros ciclos de ensayo, con las líneas sobresalientes para tener una mayor confiabilidad en los resultados encontrados.
- 2.** Realizar investigaciones relacionadas con fertilización, herbicidas y otros sistemas de siembra.
- 3.** Deben realizarse mayores observaciones que permitan determinar con mayor exactitud la incidencia crítica del mildiu, para estar preparados, puesto que la enfermedad podría llegar a ser un problema serio en cultivos extensivos.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **ALANDIA, S; OTAZU V. y SALAS B. 1979.** Enfermedades. En: Quinoa y Kañiwa. Editorial IICA, Bogotá, Colombia, p. 137-148.
2. **APAZA, W. 1995.** Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo “Efectos de densidad y niveles de fertilidad en el rendimiento de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd)” en Costa Central. UNALM. Lima, Perú. 112 páginas.
3. **ARAGON, L. 1991.** El Mildiu en 4 especies de *Chenopodium*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú. 65 páginas.
4. **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 para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima-Perú. 138 páginas.
5. **BAZILE, D; BERTEDERO, D. y NIETO, C. 2014.** “Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013”: FAO (Santiago de Chile) y CIRAD (Montpellier, Francia): 724 páginas.
6. **BONIFACIO, A. 2003.** *Chenopodium* Sp.: Genetic Resources, Ethnobotany and Geographic Distribution. Food Reviews International. New York. Vol. 19, N° 1 y 2. Páginas: 1-7.
7. **CANAHUA, A y CUTIPA, Z. 2001.** Producción de la quinua en waru-warú: Perspectivas y limitaciones. In: Memorias, Primer Taller Internacional sobre Quinoa-Recursos Genéticos y Sistemas de Producción. Universidad Nacional Agraria la Molina.. CD-Rom available from CIP. Lima-Perú.
8. **CARDENAS, M. 1969.** Manual de plantas económicas de Bolivia. Ed. Icthus, Cochabamba, Bolivia.

9. **CHACCHI, K. 2009.** Tesis para optar el grado de Magister Scientiae. “Demanda de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) a nivel industrial”. UNALM. Lima, Perú. 106 páginas  
**CHAMBI, P. 1972.** Comportamiento y Variabilidad de 36 líneas de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en la primera generación de selección.  
Consultada en 25 de Agosto del 2014. Disponible en:  
[http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro08/par1\\_5\\_50.htm](http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro08/par1_5_50.htm)
10. **CONRADO, E. 1992.** Tesis para optar el Grado de Magister Scientiae. Elaboración de un concentrado proteico de Quinua (*Chenopodium quinoa*, Will). UNALM. Lima, Perú.
11. **DANIELSEN, S y AMEZ, T. 2000.** El Mildiu (*Peronospora farinosa*) de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en la zona andina. Centro Internacional de la papa. Lima. Perú, 32 páginas.
12. **DANIELSEN, S y AMEZ, T. 2003.** Diseases of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). Food Reviews International. New York. Vol. 19, N° 1 y 2. Paginas: 43-59.
13. **FAO. 1990.** Guía para el manejo de plagas en cultivos andinos subexplotados. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.
14. **FAO. 2011.** La quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Oficina Regional para América Latina y el Caribe.  
Consultada en 25 de Agosto del 2014. Disponible en:  
<http://es.slideshare.net/hlarrea/quinua-23521823>
15. **FAOSTAD. 2001.** Food and Agriculture Organization of the United Nations.  
<http://faostat.fao.org/>
16. **GALLARDO, M; PEDRO, F. y GONZALES, J. 1996.** Efecto del ClNa sobre el contenido de betalainas en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). En: XXI Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. Actas. 20-21 Marzo. Mendoza, Argentina. Pp. 284-285.

17. **GOMEZ PANDO L. 2014.** Development of improved varieties of native grains through radiation-induced mutagenesis. 2014. Cap 4. En: Mutagenesis: Exploring novel genes and pathways. Ed: N.B. Tomlekova, M.I. Kozgar, M.R. Wani. Wageningen Academic Publishers. The Netherlands: 105-123
18. **GORDON, A. 2011.** Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. 'Sistemas de cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y su efecto en el rendimiento y calidad en condiciones de verano en la Molina. UNALM. Lima, Perú. 120 páginas
19. **HAIR J., E.; ANDERSON, R.; TATHAM, R.; Black, W. 2001.** Análisis multivariante. Quinta edición. Editorial Prentice Hall. España. 799 p.
20. **JACOBSEN, S. E. 2002.** Cultivos de granos andinos en Ecuador. Informe sobre los rubros de quinua, chocho y amaranto. Ecuador-Quito. 90 p
21. **JACOBSEN, S. E. & A. MUJICA 2002.** Producción Orgánica de Quinua. 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.
22. **JACOBSEN, S. E. y RISI, J. 1998.** FAO. Distribución geográfica de la quinua fuera de los países andinos.
23. **LEGENDRE, P., DALLOT, S. & LEGENDRE, L. 1985.** Succession of species within a community: Chronological clustering, with applications to marine and freshwater zooplankton. Page 257 – 288.
24. **KOZIOL, M. 1992.** Chemical composition and nutritional evaluation of quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). Food Reviews International. Vol. 19, Nos. 1 & 2, 179-189

25. **MENDOZA, V. 2013.** Tesis para optar el título de Ingeniera Agrónomo. “Comparativo de Accesiones de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en condiciones de Costa Central”. Lima-Perú. 138 páginas.
26. **MERCEDES, W. 2005.** Efecto del estrés hídrico en la fisiología y rendimiento de cuatro variedades del cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en la especialidad de producción agrícola. Escuela de Post grado. UNALM. Lima, Perú. 72 páginas.
27. **MINAG. 2013.** Quinoa del Perú, Producción (La quinoa en cifras). (En línea). Consultado en 15 de Febrero del 2014. Disponible en:  
<http://quinuadelperu.com/aio/produccion-la-quinua-en-cifras/>
28. **MINAG. 2014.** Historia de la quinoa. (En línea). Consultada en 2 de Septiembre del 2014. Disponible en:  
<http://www.minag.gob.pe/portal/la-quinua/historia-de-la-quinua>
29. **MIRANDA, R. 2014.** Efecto del Acame en una planta de Quinoa Real Q'ILLU. Consultado el 31 de Agosto. Disponible en:  
<http://laquinua.blogspot.com/2014/04/el-acame-suele-presentarse-en-algunas.html>
30. **MONJE, C; YARKO, A. y RAFFAILLAC, J. P. 2006.** Determinación de saponina total en Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). Metodo Espectrofotométrico. Memoria IV Congreso Nacional de la Asociación Boliviana de Protección Vegetal. Bolivia. Páginas 1-7
31. **MORON, C. 1999.** Importancia de los cultivos andinos en la seguridad alimentaria y nutrición. En: Memorias de la Reunión Técnica y Taller de Formulación de Proyecto Regional sobre Producción Y nutrición Humana en base a Cultivos Andinos. FAO-CIP-Universidad San Agustín y Universidad Nacional del Altiplano, Puno. Lima, Perú.

32. **MUJICA, A. 1983.** Selección de Variedades de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) en Chapingo, México. Tesis de MC Colegio de Postgraduados, Centro de Genética. Chapingo, México.
33. **MUJICA A. 1999.** Libro de Campo de la Prueba Americana y Europea de Quinoa. FAO, UNA-Puno. Editor CIP, Lima, Perú, 41 p.
34. **MUJICA, A; JACOBSEN, SE; IZQUIERDO, J; MARATHEE, JP. 2001.** Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. Santiago, CH. (En línea). Consultado 15 feb. 2014. Disponible en:<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro03/home03.htm>
35. **MUJICA, A; IZQUIERDO, J; MARATHEE, J. 2010.** CAPITULO I. Origen y descripción de la quinoa. Consultada el 20 de Mar. 2014. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro03/cap1.htm#11>
36. **MUJICA, A; CANAHUA, A; SARAVIA, R. 2010.** CAPITULO II. Agronomía del cultivo de la quinoa. Consultada el 26 de Enero. 2014. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro03/cap2.htm>
37. **NARREA, R. A. 1976.** “La Producción de Quinoa en el Perú”. II Convención Inter. Quenopodiáceas, IICA. Inf., Conf., Cursos Reuniones, No. 96, Potosí, Bolivia. Páginas 31-34.
38. **PROINPA, 2011.** La quinoa, cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. FAO oficial regional para América Latina y el Caribe. 58 páginas. Disponible en [www.ibce.org.bo](http://www.ibce.org.bo) (Instituto boliviano de comercio exterior).
39. **QUILLATUPA, R. 2009.** Caracterización de las fases fenológicas, determinación de unidades de calor y rendimiento de 16 genotipos de quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild) en condiciones de la Molina, Lima-Perú. 158 páginas.

40. **REPO-CARRASCO, R., ESPINOSA, C. y JACOBSEN, S.-E. 2003.** Nutritional Value and Use of the Andean Crops Quinoa (*Chenopodium quinoa*) y Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). Food Reviews International. New York. Vol. 19. N<sup>o</sup> 1 y 2. Páginas: 179-189
41. **RIBERO, L. 1985.** Efecto del distanciamiento entre surcos y entre plantas sobre el rendimiento y otros caracteres de dos ecotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae. UNALM. Lima, Perú. 110 páginas
42. **SESAN. 2013.** Investigación sobre el Cultivo de la Quinoa o Quinoa (*Chenopodium quinoa*). Consultada el 26 de Septiembre. 2014. Disponible en: <http://www.sesan.gob.gt/index.php/descargas/26--6/file>
43. **SIENER, R., R. HONOW, A. SEIDLER, S. VOSS, and A. HESSE. 2006.** Oxalate contents of species of the Polygonaceae, Amaranthaceae and Chenopodiaceae families. Food Chem. 98: 220-224
44. **SOLIZ, J. B., JASSO DE RODRIGUEZ, D., RODRIGUEZ, R., ANGULO, J. L. y MENDEZ, G. 2002.** Quinoa Saponins: concentration and composition analysis. Reprinted from: TRENDS IN NEW CROPS AND NEW USES. Alexandria, VA. Páginas: 110-114.
45. **SOTO, J. L. 2010.** Granos Andinos avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañihua y amaranto en Bolivia. Capítulo IX Tecnología del cultivo de granos andinos. *Biodiversity Internacional* (Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos (IPGRI). Bolivia. 178 páginas.
46. **SPEHAR, C. L. y SANTOS, L. 2005.** Agronomic performance of quinoa selected in the Brazilian Savannah. Notas Científicas. Pesquisa. Agropecuaria brasileira, Brasil. Vol. 40. N<sup>o</sup>6. Páginas: 609-612.

47. **TAPIA, M. 1997.** Cultivos Andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Oficina Regional para América Latina y el Caribe, Colombia.
48. **TAPIA, M. E., SANCHEZ, I., MORON., 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 páginas.
49. **TAPIA, M. y FRIES, A. 2007.** Guía de Campo de los cultivos Andinos. FAO-Roma, ANPE-Lima. Primera Edición. 209 páginas.
50. **TAPIA, F. 2003.** Tesis para optar el grado de Magister Scientiae “Influencia de dos tecnologías de cultivo en la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Sil) en Costa”. UNALM. Lima-Perú. 113 páginas.
51. **TAPIA, M. 2010.** La Quinua. Historia, distribución geográfica, actual producción y usos. Revista Ambiente. Disponible en:  
<http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Dinamicas/secciones/articulos/quinua.htm>
52. **TIMANA, G. 1992.** Dosis y momentos de aplicación de Cycocel y su efecto frente a niveles crecientes de nitrógeno en el rendimiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú. 120 páginas.
53. **VILCHE C. 2003.** Physical properties of quinoa seeds. Biosystems Engineering. Pág. 59-65.
54. **VILLACORTA, C. L y TALAVERA, R.V. 1976.** Anatomía del grano de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Anales Científicos 14, 39-45.
55. **WAHLI, C. 2009.** Quinua hacia su cultivo comercial. Quito-Colombia. 198 páginas.

56. WEST LG, GREGER JL, BLANCO AA, NORNAMEKER B. 1978. Los estudios in vitro sobre la formación de complejos minerales saponina. Journal of Food Science. 43: 1342-1343.

## IV. ANEXOS

### ANEXO 1. Superficie cosechada mensual de Quinoa, según región o subregión. 2012 (ha)

Región/subregión	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene-Dic
Nacional	82	35	109	20,846	11,238	4,178	1,667	202	25	20	26	66	38,493
Puno	0	0	41	20,407	6,997	0	0	0	0	0	0	0	27,445
Ayacucho	0	0	0	125	1,279	1,726	486	23	0	0	0	2	3,641
Cusco	0	0	3	178	1,695	341	16	0	0	0	0	0	2,233
Junín	0	0	0	0	112	723	561	36	0	0	0	0	1,432
Apurímac	0	0	0	10	629	508	100	51	0	0	0	0	1,297
Arequipa	47	10	41	94	165	130	20	5	15	15	24	28	594
Otros	35	25	27	32	361	750	484	87	10	5	2	38	1851

FUENTE: MINAG-OEEE-DGC

### ANEXO 2. Producción de Quinoa en el Perú. (Mensual ton.)

AÑO	Total anual	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
2013 *	48,000												
2012	44,210	251	78	256	23,103	12,482	5,232	2,091	291	76	75	99	177
2011	41,182	32	90	488	23,067	12,244	3,386	1,118	162	60	107	175	252
2010	41,093	29	22	2,428	26,231	7,848	3,411	1,024	47	22	16	0	16
2009	39,398	0	0	1,141	21,383	12,350	3,144	847	348	95	0	61	30
2008	29,867	0	0	1,063	20,318	4,817	2,704	737	175	45	8	0	0
2007	31,791	0	0	1,870	20,429	6,253	2,213	948	65	2	9	1	1
2006	30,404	9	1	1,784	20,335	5,382	2,141	671	67	11	1	2	0
2005	32,613	0	0	182	19,690	9,904	2,036	554	214	19	10	2	2
2004	27,053	0	0	76	12,544	11,349	1,896	975	188	14	3	2	5

FUENTE: MINAG-OEEE-DGC

- Proyectado

### ANEXO 3: Cuadro de exportaciones de Quinoa (ton)

País	Peso Neto (t)						
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>TOTAL</b>	<b>1,549.8</b>	<b>2,095.6</b>	<b>2,712.6</b>	<b>4,762.6</b>	<b>7,568.3</b>	<b>10,402.4</b>	<b>11,628.4</b>
Estados Unidos	938.4	1,271.1	1,148.1	2,944.5	4,719.6	6,723.3	6,256.8
Canadá	33.9	46.7	99.6	226.4	378.5	591.7	1,123.6
Australia	1.0	1.0	42.3	133.4	298.8	461.6	697.7
Inglaterra	--	1.8	26.5	2.3	22.1	202.1	527.6
Alemania	79.9	101.9	277.2	359.1	447.6	462.6	491.9
Holanda	70.2	23.9	54.4	20.0	89.5	210.0	476.8
Israel	67.5	93.9	403.9	224.0	184.0	400.8	391.0
Francia	20.0	1.3	8.2	73.8	22.5	92.5	350.1
OTROS	338.9	554	652.4	779.1	1405.7	1257.8	1312.9

Fuente: MINAG-OEEE

### ANEXO 4: Cuadro de exportaciones de Quinoa. Valor FOB (Miles US\$)

País	Valor FOB (Miles US\$)						
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>TOTAL</b>	<b>10,645.4</b>	<b>20,259.6</b>	<b>16,454.6</b>	<b>23,104.2</b>	<b>40,919.2</b>	<b>321,368.3</b>	<b>81,254.3</b>
Estados Unidos	1,210.6	3,176.7	3,326.4	8,420.9	14,426.9	19,954.9	23,660.4
Canadá	39.6	120.7	245.5	558.4	1,235.2	1,563.9	3,920.8
Australia	1.7	2.5	127.1	390.6	1,155.5	1,504.2	2,781.1
Inglaterra	--	2.8	83.2	6.1	52.6	506.1	1,886.2
Alemania	93.9	248.0	736.8	1,049.9	1,841.3	1,496.4	1,785.1
Holanda	83.3	28.9	158.9	55.5	309.5	612.9	1,670.0
Israel	71.8	258.0	989.9	530.7	434.2	1,023.7	1,294.6
Francia	26.5	3.8	28.6	203.9	57.4	241.9	1,207.3
OTROS	5322.66	10,129.83	8,227.29	11,552.1	20,459.6	292,153.0	40,627.1

Fuente: MINAG-OEEE

**ANEXO 5: Caracterización de 81 entradas de quinua en Costa Central. La Molina. Campaña 2012B**

GENOTIPO	ORIGEN	COLOR DE GRANO		GRANULOMETRIA								PESO INICIAL
		Perispermo	Epispermo	2 mm	%	1,4 mm	%	1,7 mm	%	Fondo	%	
MQPas-2	PasM4-LM11B											
	101	G-W 156 B	G-N175B	0.01	0.05	6.24	62.51	3.53	35.32	0.21	2.1	10.0
	273	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	3.08	30.87	6.57	65.85	0.33	3.3	10.0
	309	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	5.38	53.72	4.25	42.47	0.38	3.8	10.0
MQPas-10	102	M-N200D	G-N175B	0.03	0.32	5.78	58.04	4.03	40.40	0.12	1.2	10.0
	255	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	2.75	27.61	6.78	68.08	0.43	4.3	10.0
	364	G-B199D	G-N175A	0.00	0.00	4.34	43.52	5.50	55.18	0.13	1.3	10.0
MQPas-13	103	G-A162B	G-N175A	0.01	0.08	7.71	77.24	2.18	21.86	0.08	0.8	10.0
	236	G-W156A	G-N175A	0.03	0.30	5.55	55.45	4.18	41.80	0.24	2.4	10.0
	310	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	4.78	47.92	4.94	49.50	0.26	2.6	10.0
MQPas-22	104	G-W 156 B	G-N172A	0.03	0.29	7.51	75.19	2.37	23.77	0.07	0.7	10.0
	201	G-W156A	G-N175A	0.05	0.49	6.66	66.61	3.12	31.17	0.17	1.7	10.0
	327	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	6.42	64.26	3.32	33.28	0.25	2.5	10.0
MQPas-23	105	G-W 156 B	G-R178A	0.02	0.22	7.72	77.61	2.14	21.53	0.06	0.6	10.0
	272	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	3.87	38.66	5.72	57.19	0.42	4.2	10.0
	328	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	6.22	62.20	3.42	34.21	0.36	3.6	10.0
MQPas-29	106	G-M199D	G-N175A	0.00	0.00	7.71	77.23	2.22	22.29	0.05	0.5	10.0
	219	G-B199D	G-N175A	0.00	0.00	6.18	61.94	3.56	35.70	0.23	2.4	10.0
	381	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	4.91	49.15	4.95	49.55	0.13	1.3	10.0
MQPas-34	107	G-B199C	G-N175A	0.00	0.00	7.62	76.30	2.30	23.04	0.07	0.7	10.0
	237	G-W156A	G-N175A	0.02	0.20	4.72	48.24	4.80	49.09	0.24	2.5	9.8
	346	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	4.25	42.55	5.53	55.44	0.20	2.0	10.0

*Continua*

Anexo 5

MQPas-45	108	G-B199C	G-N175B	0.01	0.14	7.40	75.01	2.25	22.80	0.20	2.1	9.9
	218	G-B199D	G-N175A	0.00	0.00	4.37	43.75	5.02	50.32	0.59	5.9	10.0
	363	G-B199D	G-N175A	0.00	0.00	2.89	29.01	6.63	66.44	0.45	4.5	10.0
MQPas-46	109	G-B199D	G-R178A	0.00	0.00	7.35	73.67	2.46	24.69	0.16	1.6	10.0
	254	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	5.02	50.16	4.67	46.72	0.31	3.1	10.0
	345	G-B199D	G-N175A	0.00	0.00	4.81	48.10	4.89	48.87	0.30	3.0	10.0
MQPas-47	110	G-B199D	G-N175A	0.00	0.00	7.65	76.67	2.16	21.61	0.17	1.7	10.0
	253	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	5.07	50.72	4.67	46.69	0.26	2.6	10.0
	308	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	4.22	42.28	5.56	55.70	0.20	2.0	10.0
MQPas-48	111	G-B199C	G-N175A	0.00	0.00	6.17	61.97	3.58	35.92	0.21	2.1	10.0
	217	G-W156A	G-N175A	0.00	0.04	4.43	44.42	5.02	50.31	0.52	5.2	10.0
	344	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	4.58	45.83	5.07	50.81	0.33	3.4	10.0
MQPas-50	112	G-B199D	G-N175A	0.01	0.14	6.69	66.85	3.19	31.90	0.11	1.1	10.0
	238	G-W156B	G-N175A	0.00	0.03	4.65	46.49	4.83	48.36	0.51	5.1	10.0
	362	G-B199D	G-N175A	0.00	0.00	5.41	54.13	4.36	43.57	0.23	2.3	10.0
MQPas-57	113	G-B199C	G-N175A	0.01	0.12	6.26	62.72	3.57	35.79	0.14	1.4	10.0
	220	G-B199D	G-N175A	0.01	0.11	4.61	46.34	5.06	50.85	0.27	2.7	9.9
	347	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	3.87	38.73	5.80	58.03	0.32	3.2	10.0
MQPas-66	114	G-B199D	G-N175A	0.00	0.00	6.87	68.77	2.97	29.73	0.15	1.5	10.0
	271	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	3.85	38.59	5.94	59.45	0.20	2.0	10.0
	380	G-W156A	G-N175A	0.01	0.07	2.50	24.99	7.12	71.19	0.38	3.8	10.0
MQPas-88	115	G-W 156 B	G-N175B	0.01	0.14	5.53	55.44	4.40	44.08	0.03	0.3	10.0
	202	G-W156A	G-N175B	0.00	0.00	4.64	46.37	5.09	50.94	0.27	2.7	10.0
	329	G-B199D	G-N175A	0.00	0.00	4.91	49.13	4.87	48.74	0.21	2.1	10.0

Continua

Anexo 5

MQPas-94	116	G-W 156 A	G-N175A	0.31	3.12	8.05	80.98	1.52	15.27	0.06	0.6	9.9
	235	G-B199D	G-N175A	0.00	0.00	6.78	67.82	3.02	30.20	0.20	2.0	10.0
	326	G-B199D	G-N175A	0.00	0.00	7.15	71.87	2.72	27.35	0.08	0.8	10.0
MQPas-95	117	G-W 156 A	G-N175B	0.10	0.97	7.22	72.25	2.64	26.44	0.03	0.3	10.0
	256	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	5.11	51.14	4.60	45.98	0.29	2.9	10.0
	311	Y-W158B	Y-W158C	0.00	0.00	6.07	60.91	3.33	33.46	0.56	5.6	10.0
MQPas-98	118	G-W 156 A	G-N175A	0.00	0.00	4.93	49.28	4.71	47.08	0.36	3.6	10.0
	274	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	3.12	31.38	6.19	62.23	0.64	6.4	9.9
	365	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	2.73	27.28	6.75	67.42	0.53	5.3	10.0
MQPas-99	119	G-W 156 B	G-N175A	0.00	0.03	6.49	65.05	3.36	33.65	0.13	1.3	10.0
	277	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	4.55	45.63	5.11	51.16	0.32	3.2	10.0
	332	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	4.15	41.69	5.56	55.76	0.25	2.5	10.0
MQPas-101	120	G-B199D	G-N175B	0.00	0.00	7.37	73.92	2.45	24.51	0.16	1.6	10.0
	259	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	5.13	51.35	4.45	44.57	0.41	4.1	10.0
	377	G-B199D	G-N175A	0.00	0.00	4.49	45.04	5.18	51.90	0.31	3.1	10.0
MQPas-102	121	G-W 156 A	G-N175A	0.00	0.00	5.57	55.65	4.24	42.41	0.19	1.9	10.0
	232	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	4.70	47.09	5.03	50.35	0.26	2.6	10.0
	350	G-W156A	G-N175A	0.00	0.04	2.32	23.20	7.22	72.07	0.47	4.7	10.0
MQPas-103	122	G-W 156 A	G-N175B	0.00	0.00	4.83	48.38	4.94	49.46	0.22	2.2	10.0
	205	G-W156A	G-N175B	0.02	0.17	5.11	51.08	4.71	47.03	0.17	1.7	10.0
	359	G-B199D	G-N175A	0.00	0.00	2.59	25.94	6.80	68.15	0.59	5.9	10.0
MQPas-111	123	G-W 156 A	G-N175B	0.00	0.00	4.28	42.82	5.51	55.09	0.21	2.1	10.0
	268	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	0.92	9.27	8.71	87.30	0.34	3.4	10.0
	341	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	0.94	9.39	8.08	80.88	0.97	9.7	10.0

Continua

Anexo 5

MQPas-119	124	G-B199D	G-N175A	0.03	0.35	2.46	24.78	7.36	74.05	0.08	0.8	9.9
	223	G-B199D	G-N175A	0.00	0.00	6.35	63.72	3.50	35.09	0.12	1.2	10.0
	305	G-W156A	G-N175A	0.01	0.12	4.20	42.07	5.64	56.57	0.12	1.2	10.0
MQPas-121	125	G-W 156 A	G-N175B	0.00	0.00	6.28	63.02	3.58	35.94	0.10	1.0	10.0
	241	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	3.16	31.72	6.47	64.91	0.34	3.4	10.0
	368	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	3.78	37.88	5.88	59.02	0.31	3.1	10.0
MQPas-127	126	G-B199C	G-N175B	0.01	0.06	6.95	69.48	2.90	29.00	0.15	1.5	10.0
	214	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	3.85	38.69	5.84	58.73	0.26	2.6	9.9
	314	G-W156A	G-N175A	0.01	0.14	3.98	39.83	5.66	56.62	0.34	3.4	10.0
MQPas-132	127	G-B199D	G-N175B	0.02	0.20	4.64	46.44	4.93	49.32	0.40	4.0	10.0
	250	G-W156A	G-N175A	0.02	0.21	3.70	37.03	5.73	57.32	0.54	5.4	10.0
	323	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	3.37	33.67	5.98	59.77	0.66	6.6	10.0
MQPas-134	128	G-W 156 A	G-N175B	0.01	0.14	4.89	48.94	4.82	48.18	0.27	2.7	10.0
	247	G-W156A	G-N175A	0.01	0.07	3.88	38.76	5.55	55.50	0.57	5.7	10.0
	356	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	2.74	27.44	7.05	70.52	0.20	2.0	10.0
MQPas-136	129	G-G198B	G-N166A	0.00	0.00	2.62	26.23	7.04	70.41	0.34	3.4	10.0
	211	G-W156A	G-N166A	0.01	0.12	1.95	19.53	7.52	75.24	0.51	5.1	10.0
	353	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	0.93	9.27	8.16	81.55	0.92	9.2	10.0
MQPas-142	130	G-B199C	G-N175B	0.03	0.26	6.98	69.84	2.93	29.31	0.06	0.6	10.0
	244	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	5.92	59.33	3.87	38.80	0.19	1.9	10.0
	374	G-B199D	G-N175A	0.00	0.00	3.99	39.91	5.52	55.24	0.48	4.8	10.0
MQPas-143	131	G-W 156 A	G-N175B	0.00	0.00	7.04	70.45	2.79	27.95	0.16	1.6	10.0
	226	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	6.10	61.02	3.70	37.03	0.20	2.0	10.0
	335	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	5.46	54.67	4.47	44.82	0.05	0.5	10.0

Continua

Anexo 5

MQPas-148	132	G-W 156 A	G-N175A	0.00	0.00	4.41	44.14	5.41	54.10	0.18	1.8	10.0
	265	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	3.25	32.62	6.25	62.80	0.46	4.6	9.9
	320	G-W156A	G-N175A	0.01	0.05	2.80	27.99	6.51	65.10	0.69	6.9	10.0
MQPas-164	133	G-W 156 A	G-N175B	0.00	0.00	5.84	58.35	4.01	40.08	0.16	1.6	10.0
	208	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	6.43	64.26	3.47	34.65	0.11	1.1	10.0
	317	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	4.03	40.43	5.46	54.73	0.48	4.8	10.0
MQPas-171	134	G-B199C	G-N175B	0.08	0.84	7.13	71.41	2.71	27.17	0.06	0.6	10.0
	229	G-W156A	G-N175A	0.02	0.21	6.20	61.94	3.49	34.87	0.30	3.0	10.0
	371	G-B199D	G-N175A	0.01	0.07	5.34	53.35	4.42	44.19	0.24	2.4	10.0
MQPas-172	135	G-W 156 B	G-N175A	0.02	0.20	6.39	63.86	3.39	33.92	0.20	2.0	10.0
	262	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	6.37	63.98	3.51	35.28	0.07	0.7	10.0
	302	G-W156B	G-N175A	0.00	0.00	5.59	55.87	4.10	40.99	0.31	3.1	10.0
MQPas-173	136	G-W 156 A	G-N175A	0.01	0.07	2.14	21.33	7.24	72.28	0.63	6.3	10.0
	280	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	1.32	13.20	7.88	78.87	0.79	7.9	10.0
	338	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	1.64	16.40	7.84	78.36	0.52	5.2	10.0
MQPas-176	137	G-W 156 A	G-N175A	0.02	0.17	6.02	61.24	3.62	36.84	0.17	1.7	9.8
	278	G-W156A	G-N175A	0.03	0.25	4.07	40.62	5.59	55.83	0.33	3.3	10.0
	351	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	3.75	37.50	5.85	58.58	0.39	3.9	10.0
MQPas-178	138	G-W 156 A	G-N175A	0.01	0.08	6.06	60.69	3.64	36.42	0.28	2.8	10.0
	260	G-W156A	G-N175A	0.02	0.17	4.91	49.20	4.93	49.39	0.12	1.2	10.0
	358	G-B199D	G-N175A	0.00	0.00	2.55	25.52	6.92	69.34	0.51	5.1	10.0
MQPas-179	139	Y-W158B	Y-W158C	0.01	0.09	6.63	66.32	3.12	31.16	0.24	2.4	10.0
	231	Y-W158B	Y-W158C	0.02	0.18	4.09	40.87	5.51	55.05	0.39	3.9	10.0
	340	Y-W158B	Y-W158C	0.00	0.00	4.71	47.18	4.86	48.69	0.41	4.1	10.0

Continua

Anexo 5

MQPas-187	140	G-B199D	G-N175B	0.00	0.00	3.09	30.93	6.78	67.82	0.13	1.2	10.0
	206	G-W156A	G-N166B	0.01	0.11	3.06	30.55	6.61	66.03	0.33	3.3	10.0
	304	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	1.07	10.68	8.34	83.41	0.59	5.9	10.0
MQPas-194	141	G-B199C	G-N175B	0.00	0.00	6.33	63.28	3.56	35.61	0.11	1.1	10.0
	267	G-B199D	G-N175A	0.00	0.04	5.37	53.75	4.51	45.10	0.11	1.1	10.0
	369	G-B199D	G-N175A	0.00	0.00	3.13	31.34	6.59	65.89	0.28	2.8	10.0
MQPas-195	142	G-W 156 B	G-N175B	0.07	0.73	8.08	80.80	1.77	17.73	0.07	0.7	10.0
	224	G-W156A	G-N175A	0.05	0.48	2.94	29.43	6.82	68.23	0.19	1.9	10.0
	315	G-W156A	G-N175A	0.03	0.29	4.43	44.37	5.23	52.33	0.30	3.0	10.0
MQPas-222	143	G-W 156 A	G-N175C	0.00	0.00	0.66	6.62	8.51	85.04	0.83	8.3	10.0
	242	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	0.34	3.44	8.63	86.34	1.02	10.2	10.0
	322	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	0.89	8.86	7.70	77.05	1.41	14.1	10.0
MQPas-228	144	G-W 156 A	G-N175A	0.03	0.29	4.75	47.52	5.07	50.73	0.15	1.5	10.0
	213	G-B199D	G-N175A	0.01	0.08	3.78	37.91	5.80	58.18	0.38	3.8	10.0
	333	G-B199D	G-N175A	0.00	0.00	3.26	32.78	6.41	64.39	0.28	2.8	10.0
MQPas-230	145	G-W 156 A	G-N175B	0.00	0.00	6.57	65.72	3.26	32.56	0.17	1.7	10.0
	249	G-W156A	G-N175A	0.01	0.08	5.47	54.79	4.27	42.74	0.24	2.4	10.0
	376	G-B199D	G-N175A	0.02	0.22	4.02	40.24	5.76	57.60	0.19	1.9	10.0
MQPas-231	146	G-W 156 A	G-N175B	0.00	0.00	2.44	24.38	7.03	70.38	0.52	5.2	10.0
	251	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	2.22	22.25	7.32	73.30	0.45	4.5	10.0
	331	G-B199D	G-N175A	0.00	0.00	2.35	23.61	7.16	71.82	0.46	4.6	10.0
MQPas-235	147	G-W 156 A	G-N175A	0.01	0.09	6.03	60.26	3.78	37.82	0.18	1.8	10.0
	215	G-W156A	G-N175A	0.00	0.04	4.67	46.78	5.13	51.37	0.18	1.8	10.0
	324	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	3.71	37.25	5.94	59.56	0.32	3.2	10.0

Continua

Anexo 5

MQPas-241	148	G-G198C	G-R186A	0.01	0.07	3.56	35.63	6.25	62.46	0.18	1.8	10.0
	240	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	1.73	17.28	7.88	78.77	0.39	3.9	10.0
	313	G-W156A	G-PN186A	0.02	0.16	1.69	16.88	7.87	78.76	0.42	4.2	10.0
MQPas-243	149	G-B199D	G-N166B	0.00	0.00	4.44	44.40	5.42	54.18	0.14	1.4	10.0
	222	G-B199D	G-N175A	0.00	0.00	3.88	38.83	5.83	58.30	0.29	2.9	10.0
	367	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	4.99	50.21	4.79	48.10	0.17	1.7	9.9
MQPas-254	150	G-B199D	G-PN186A	0.04	0.39	6.96	69.56	2.92	29.15	0.09	0.9	10.0
	269	G-B199D	G-N175A	0.01	0.12	2.27	22.76	7.46	74.72	0.24	2.4	10.0
	306	G-B199D	G-N175A	0.00	0.00	1.58	15.82	8.16	81.59	0.26	2.6	10.0
MQPas-269	151	G-B199D	G-N175A	0.00	0.00	6.66	66.64	3.20	32.05	0.13	1.3	10.0
	204	G-W156A	G-N175A	0.01	0.10	7.00	69.96	2.89	28.89	0.10	1.0	10.0
	342	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	4.61	46.19	5.08	50.93	0.29	2.9	10.0
MQPas-287	152	G-W 156 A	G-N175A	0.01	0.07	6.94	69.54	2.88	28.87	0.15	1.5	10.0
	233	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	5.06	50.79	4.55	45.69	0.35	3.5	10.0
	360	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	3.64	36.43	5.93	59.30	0.43	4.3	10.0
MQPas-288	153	G-W 156 A	G-N175A	0.01	0.09	7.31	73.35	2.62	26.31	0.03	0.3	10.0
	258	G-W156A	G-N175A	0.02	0.17	4.37	43.73	5.30	53.01	0.31	3.1	10.0
	349	G-W156A	G-N175A	0.02	0.16	3.94	39.38	5.76	57.61	0.28	2.8	10.0
MQPas-290	154	G-B199D	G-N175A	0.00	0.00	3.04	30.46	6.42	64.30	0.52	5.2	10.0
	276	G-B199D	G-N175A	0.02	0.20	2.20	22.07	7.43	74.33	0.34	3.4	10.0
	378	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	1.89	18.99	7.98	79.95	0.11	1.1	10.0
MQPas-291	155	G-W 156 A	G-N175B	0.01	0.07	2.09	20.88	7.43	74.39	0.47	4.7	10.0
	279	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	0.70	7.02	7.99	79.95	1.30	13.0	10.0
	316	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	1.53	15.33	7.44	74.42	1.02	10.3	10.0
MQPas-293	156	G-B199D	G-N175C	0.00	0.04	4.36	43.66	5.31	53.12	0.32	3.2	10.0
	261	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	4.96	49.68	4.88	48.82	0.15	1.5	10.0
	321	G-B199D	G-N175A	0.00	0.00	4.76	47.65	4.90	48.97	0.34	3.4	10.0

Anexo 5

MQPas-295	157	G-W 156 A	G-N175A	0.00	0.00	8.65	86.57	0.23	2.31	1.11	11.1	10.0
	230	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	1.47	14.66	7.83	78.28	0.71	7.1	10.0
	334	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	0.58	5.79	7.50	74.94	1.93	19.3	10.0
MQPas-296	158	G-W 156 A	G-Y162A	0.00	0.00	3.19	32.04	6.17	61.95	0.60	6.0	10.0
	207	G-W156A	G-W158A	0.01	0.07	1.82	18.20	7.04	70.24	1.15	11.5	10.0
	375	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	2.10	20.99	7.61	76.15	0.29	2.9	10.0
MQPas-297	159	G-W 156 A	G-N175B	0.01	0.07	5.62	56.28	4.16	41.63	0.20	2.0	10.0
	266	G-W156A	G-N175A	0.01	0.11	4.43	44.29	5.14	51.44	0.42	4.2	10.0
	352	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	2.79	27.91	6.50	65.05	0.70	7.0	10.0
MQPas-298	160	G-W 156 A	G-N175B	0.00	0.00	3.10	31.03	6.51	65.07	0.39	3.9	10.0
	225	G-W156A	G-N175A	0.03	0.29	6.93	69.32	2.97	29.69	0.07	0.7	10.0
	357	G-W156A	G-N175A	0.01	0.07	4.39	43.91	5.13	51.37	0.47	4.7	10.0
MQPas-301	161	G-W 156 A	G-N175B	0.00	0.00	4.47	44.78	5.33	53.37	0.18	1.9	10.0
	243	G-W156A	G-N175A	0.02	0.20	4.78	47.88	4.83	48.39	0.35	3.5	10.0
	339	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	3.92	39.19	5.78	57.81	0.30	3.0	10.0
MQPas-302	162	Y-W158A	Y-W158C	0.00	0.00	1.00	10.09	8.11	81.45	0.84	8.5	10.0
	212	Y-W158A	Y-W158C	0.04	0.43	1.87	18.77	7.65	76.60	0.42	4.2	10.0
	303	Y-W158B	Y-W158C	0.02	0.25	1.07	10.70	8.13	81.37	0.77	7.7	10.0
MQPas-304	163	G-W 156 A	G-N175A	0.01	0.12	4.55	45.49	5.20	51.99	0.24	2.4	10.0
	248	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	2.85	28.49	6.77	67.72	0.38	3.8	10.0
	370	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	2.92	29.25	6.67	66.76	0.40	4.0	10.0
MQPas-306	164	G-W 156 A	G-N175B	0.33	3.34	5.86	58.62	3.80	38.04	0.21	2.1	10.0
	246	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	2.94	29.47	6.61	66.20	0.43	4.3	10.0
	354	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	4.63	46.29	5.17	51.78	0.19	1.9	10.0

Continua

Anexo 5

MQPas-310	165	G-W 156 A	G-N175A	0.01	0.12	6.62	66.34	3.26	32.67	0.09	0.9	10.0
	210	G-W156A	G-N175A	0.02	0.21	5.91	59.26	3.76	37.67	0.29	2.9	10.0
	373	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	5.58	55.79	4.08	40.79	0.34	3.4	10.0
MQPas-324	166	G-W 156 A	G-N175A	0.00	0.00	4.46	44.57	5.37	53.69	0.17	1.7	10.0
	245	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	2.92	29.23	6.67	66.73	0.40	4.0	10.0
	336	G-B199D	G-N175A	0.00	0.00	2.22	22.21	6.89	69.09	0.87	8.7	10.0
MQPas-333	167	G-W 156 A	G-N175A	0.00	0.00	1.40	13.99	8.14	81.43	0.46	4.6	10.0
	227	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	1.23	12.27	7.47	74.60	1.31	13.1	10.0
	319	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	0.83	8.34	7.86	78.56	1.31	13.1	10.0
MQPas-337	168	G-W 156 A	G-N175B	0.00	0.00	4.50	44.96	5.30	52.96	0.21	2.1	10.0
	264	G-B199D	G-N175A	0.00	0.00	2.54	25.37	7.07	70.66	0.40	4.0	10.0
	318	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	1.73	17.32	7.63	76.33	0.64	6.4	10.0
MQPas-341	169	G-W 156 A	G-PN186A	0.00	0.00	3.99	43.64	4.98	54.49	0.17	1.9	9.1
	209	G-W156A	G-PN185C	0.00	0.00	4.83	48.27	4.87	48.71	0.30	3.0	10.0
	372	G-W156A	G-N175A	0.00	0.03	2.84	28.37	7.10	70.90	0.07	0.7	10.0
MQPas-343	170	Y-W158A	Y-W158C	0.00	0.00	4.51	45.24	5.25	52.62	0.21	2.1	10.0
	228	Y-W158A	Y-W158C	0.00	0.00	2.20	22.03	7.09	71.12	0.68	6.9	10.0
	301	Y-W158B	Y-W158C	0.00	0.00	2.16	21.68	6.93	69.55	0.87	8.8	10.0
MQPas-348	171	Y-W158A	Y-W158B	0.01	0.07	1.47	14.66	7.68	76.76	0.85	8.5	10.0
	263	Y-W158A	Y-W158B	0.00	0.00	1.61	16.15	7.59	75.96	0.79	7.9	10.0
	337	Y-W158B	Y-W158C	0.00	0.00	1.60	16.02	7.36	73.55	1.04	10.4	10.0
MQPas-349	172	G-W 156 A	G-N175A	0.00	0.00	4.90	48.99	4.90	49.00	0.20	2.0	10.0
	281	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	5.18	51.85	4.71	47.11	0.10	1.0	10.0
	355	G-W156A	G-N175A	0.00	0.00	3.11	31.17	6.42	64.20	0.46	4.6	10.0

Anexo 5

MQPas-363	173	G-W 156 A	G-N175C	0.00	0.00	2.21	22.06	7.33	73.31	0.46	4.6	10.0
	275	G-W156A	G-N175A	0.02	0.19	1.83	18.29	7.70	77.04	0.45	4.5	10.0
	325	G-W156A	G-N175A	0.02	0.18	3.10	31.04	6.66	66.69	0.21	2.1	10.0
MQPas-367	174	Y-W158A	Y-W158B	0.00	0.00	4.46	44.59	5.25	52.56	0.28	2.8	10.0
	257	Y-W158A	Y-W158B	0.00	0.00	2.34	23.41	6.96	69.65	0.69	6.9	10.0
	330	Y-W158B	Y-W158C	0.00	0.00	2.04	20.36	7.00	69.94	0.97	9.7	10.0
MQPas-369	175	Y-W158B	Y-W158C	0.00	0.00	1.32	13.24	7.81	78.59	0.81	8.2	9.9
	234	Y-W158B	Y-W158C	0.00	0.00	2.50	25.05	6.85	68.52	0.64	6.4	10.0
	379	Y-W158B	Y-W158C	0.00	0.00	2.32	23.22	7.44	74.51	0.23	2.3	10.0
MQPas-376	176	G-Y161 B	W-G155D	0.00	0.00	0.86	8.65	8.11	81.33	1.00	10.0	10.0
	203	G-W156A	G-N175B	0.01	0.11	1.30	13.00	7.83	78.31	0.86	8.6	10.0
	248	Y-W158B	Y-W158C	0.00	0.00	1.20	12.06	7.99	80.07	0.79	7.9	10.0
MQPas-377	177	G-W 156 A	W-Y158D	0.00	0.00	1.39	13.89	7.95	79.48	0.66	6.6	10.0
	270	G-W156A	G-N175A	0.01	0.07	1.94	19.49	7.84	78.65	0.18	1.8	10.0
	361	G-B199D	G-N175A	0.02	0.18	1.79	17.96	7.27	72.74	0.91	9.1	10.0
MQPas-378	178	Y-W158A	Y-W158C	0.00	0.00	1.02	10.16	8.14	81.33	0.85	8.5	10.0
	221	Y-W158A	Y-W158C	0.01	0.07	0.74	7.42	8.18	81.87	1.06	10.6	10.0
	343	Y-W158B	Y-W158C	0.00	0.00	2.01	20.06	6.90	68.98	1.10	11.0	10.0
Pasankalla	179	G-W 156 A	W-G175A	0.01	0.12	7.63	76.75	2.26	22.70	0.04	0.4	9.9
	239	G-W156A	G-N175A	0.02	0.17	4.44	44.35	5.24	52.35	0.31	3.1	10.0
	307	G-B199D	G-N175A	0.05	0.48	5.25	52.74	4.51	45.29	0.15	1.5	10.0
PECPC-357/CUZ	180	G-Y161B	W-G155D	0.29	2.88	7.07	70.69	2.47	24.72	0.17	1.7	10.0
	216	Y-W158A	Y-W158C	0.06	0.61	4.80	48.54	4.71	47.64	0.32	3.2	9.9
	366	G-Y162C	G-Y161D	0.05	0.55	5.28	53.04	4.10	41.22	0.52	5.2	10.0
PECPC-2810/APU	181	G-Y161B	W-G155D	0.03	0.33	5.63	56.26	4.05	40.49	0.29	2.9	10.0
	252	Y-W158A	Y-W158C	0.04	0.39	6.65	66.83	3.05	30.68	0.21	2.1	10.0
	312	Y-W158B	Y-W158C	0.01	0.14	6.06	60.89	3.38	33.98	0.50	5.0	10.0



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

## Clinica de Diagnósis de Fitopatología y Nematología

Av. La Universidad s/n - La Molina Apdo. 056 L-12

Telefax: 349-6631- Nextel: 416\*9594

e-mail: clinica@la Molina.edu.pe



La Molina, 15 de Noviembre de 2012  
FI-AF 393-2012 LAC 210  
JFT 377

Sres.  
Programa de Cereales UNALM  
UNALM  
Presente.-

**Atención: Tesista: Liz Quispe**

De mi consideración:

El resultado del análisis fitopatológico de una muestra de una planta de quinua var. Pasancaya, con síntomas de necrosis de punta de hojas, pelado de cuello y pudrición de raicillas, procedente del Campo Tomatillo, UNALM; es el siguiente:

### 1. ANÁLISIS DEL TEJIDO.

MÉTODO	RESULTADO
PDAA (Cuello)	<i>Rhizoctonia solani</i> <i>Fusarium roseum</i>
PARB (Raicillas)	<i>Pythium sp.</i>

### 2. DIAGNÓSTICO.

En la muestra remitida por ustedes se ha detectado la presencia de *Pythium sp.*, el cual ocasiona la pudrición de raicillas y *Rhizoctonia solani* como agente causal de la sintomatología en el cuello:

### 3. RECOMENDACIONES.

- ✓ Reducir el volumen del agua de riego y evitar el contacto del agua con el cuello de las plantas.
- ✓ Realizar la aplicación de metalaxyl y benomyl; según las dosis establecidas por la casa comercial que producen estos fungicidas; dirigido al cuello de las plantas y en forma de drench.

Nos despedimos de ustedes recordándoles que la Clínica de Diagnósis está a su disposición para cualquier consulta.

Atentamente,

Mg. Sc. Liliana Aragón Caballero  
COORDINADORA  
CLÍNICA DE DIAGNOSIS

LAC/hmg  
c.c. Archivo