

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**ESCUELA DE POST GRADO**  
**MAESTRÍA EN AGRICULTURA ANDINA**  
**ESPECIALIDAD: AGROECOLOGÍA**



**SELECCIÓN POR RENDIMIENTO DE GRANO Y CARACTERÍSTICAS  
DESEABLES PARA PROCESAMIENTO DE GENOTIPOS DE QUINUA  
*Chenopodium quinoa* Willd. TOLERANTES A MILDIO  
*Peronospora farinosa* Fr.**

**TESIS**

**PRESENTADO POR:**

**Ing. VALENTÍN ARAPA HUANCA**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**MAGÍSTER SCIENTIAE**

**EN**

**AGRICULTURA ANDINA  
ESPECIALIDAD AGROECOLOGÍA**



**PUNO - PERÚ**

**2006**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO	
BIBLIOTECA CENTRAL	
Fecha Ingreso	02 OCT. 2012
N°	00214

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
ESCUELA DE POST GRADO  
MAESTRÍA EN AGRICULTURA ANDINA  
ESPECIALIDAD: AGROECOLOGÍA**

**TESIS**

**SELECCIÓN POR RENDIMIENTO DE GRANO Y CARACTERÍSTICAS  
DESEABLES PARA PROCESAMIENTO DE GENOTIPOS DE QUINUA  
*Chenopodium quinoa* Willd. TOLERANTES A MILDIU  
*Peronospora farinosa* Fr.**

**Tesis presentado por el Ing. Valentín Arapa Huanca a la Escuela de Post  
Grado, Dirección de la Maestría en Agricultura Andina de la UNA - Puno  
para optar el Grado Académico de:**

**MAGÍSTER SCIENTIAE**

**EN**

**AGRICULTURA ANDINA ESPECIALIDAD AGROECOLOGÍA**

**SUSTENTADO Y APROBADO ANTE EL JURADO INTEGRADO POR:**

**PRESIDENTE**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. ÁNGEL MUJICA SÁNCHEZ**

**PRIMER MIEMBRO**

  
\_\_\_\_\_  
**M. Sc. ROSARIO BRAVO PORTOCARRERO**

**SEGUNDO MIEMBRO**

  
\_\_\_\_\_  
**M. Sc. JESÚS ARCOS PINEDA**

**ASESOR**

  
\_\_\_\_\_  
**M. Sc. PEDRO VILLALTA ROJAS**

## **DEDICATORIA**

**A mi esposa Hermelinda por su  
invalorable estímulo, amor y  
apoyo que alentó cada instante  
mis estudios.**

**A mis hijos Katherine Linda y  
Henry Valentin con mucho  
aprecio y gratitud.**

**A mi hermano Mateo, que en todo  
momento supo alentarme.**

## **AGRADECIMIENTO**

A los M.Sc. Vidal Apaza Mamani y Pedro Villalta Rojas, por su participación en el asesoramiento del presente trabajo.

A la Escuela de Post Grado de la Maestría en Agricultura Andina, Especialidad Agroecología de la Universidad Nacional del Altiplano–Puno, por la oportunidad que me brindó para realizar mis estudios.

A todas las personas que directa o indirectamente han colaborado en la culminación del presente trabajo de investigación.

## CONTENIDO

### RESUMEN

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos.	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Características fenológicas de la quinua.	3
2.2. Influencias de los factores abióticos y bióticos.	3
2.2.1. Factores abióticos	3
2.2.2. Factores bióticos.	4
2.3. Características agronómicas de la quinua.	10
2.4. Usos potenciales de los órganos vegetativos.	13
2.5. Rendimiento de grano de quinua y biomasa aérea.	14
2.6. Valor nutritivo y saponina de la quinua	17
III. MATERIALES Y METODOLOGÍA	20
3.1. Materiales.	20
3.1.1. Ambito de Estudio.	20
3.1.2. Material Genético.	20
3.1.3. Suelo.	22
3.1.4. Descripción climática.	23
3.1.4.1. Climatología.	24
3.1.4.2. Temperaturas.	24
3.1.4.3. Precipitaciones pluviales.	25
3.2. Conducción del Experimento.	25
3.2.1. Preparación del suelo.	25
3.2.2. Surcado del terreno.	26
3.2.3. Siembra.	26
3.2.4. Labores culturales.	26

3.3. Metodología.	27
3.3.1. Inoculación.	27
3.3.2. Evaluación de la resistencia al mildiu ( <i>Peronospora farinosa</i> Fr. <i>Sp. chenopodie</i> ).	27
3.3.3. Determinación del porcentaje de saponina.	28
3.4. Variables de respuesta.	28
3.5. Observaciones y toma de datos.	28
3.6. Otras evaluaciones.	31
3.7. Diseño experimental.	32
3.8. Características del campo experimental.	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	34
4.1. Selección de líneas rendidoras de grano dentro de 21 genotipos de quinua con características morfológicas tolerantes al mildiu.	34
4.1.1. Longitud de panoja	34
4.1.2. Diámetro de panoja	36
4.1.3. Altura de planta	38
4.1.4. Peso de materia seca	40
4.1.5. Área foliar	42
4.1.6. Rendimiento de grano	44
4.1.7. Severidad de mildiu	47
4.2. Determinación de las características deseables para fines de procesamiento	49
4.2.1. Peso de 1000 granos (tamaño de grano)	49
4.2.2. Contenido de saponina	52
4.2.3. Contenido de proteínas en el grano de quinua	54
4.3. Grado de asociación entre las principales variables evaluadas del rendimiento de grano	55

4.4. Selección de los doce mejores valores sobresalientes por tratamiento de las líneas de quinua, teniendo como base los parámetros evaluados, Salcedo, 2002-2003.	57
V. CONCLUSIONES.	59
VI. RECOMENDACIONES.	61
VII. BIBLIOGRAFÍA.	62
ANEXOS.	72



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página.
1	Relación de 21 genotipos de quinua evaluados en base a la incidencia y severidad del mildiu, por INIA – Puno.	21
2	Características física y química del suelo, serie Titicaca de la Estación Experimental de Salcedo, Campaña Agrícola, 2002 – 2003.	22
3	Temperaturas (°C) y precipitación pluvial (mm.), promedios mensuales para el periodo experimental 2002 – 2003, E.M. Salcedo – INIA, Puno.	23
4	Escala de evaluación de la severidad del mildiu de la quinua en el campo (Danielsen y Ames, 2000).	27
5	Promedio general de la longitud de panoja de las 21 líneas de quinua, salcedo, 2002-2003.	34
6	Prueba de significancia Duncan para longitud de panoja de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002 – 2003.	35
7	Promedio general del diámetro de panoja de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.	36
8	Prueba de significancia Duncan, para diámetro de panoja de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002 – 2003.	37
9	Prueba de significancia Duncan, para altura de planta de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002 – 2003.	39
10	Prueba de significancia Duncan, para peso seco de materia seca de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002 – 2003.	41
11	Prueba de significancia Duncan, para área foliar del muestreo de 5 plantas por tratamiento de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002 – 2003.	44
12	Resumen promedio del rendimiento de las 21 líneas de quinua, clasificadas en tres categorías, Salcedo, 2002 – 2003.	45

13	Prueba de significancia Duncan, para rendimiento de grano de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002 – 2003.	46
14	Prueba de significancia Duncan, para severidad del mildiu ( <i>Peronospora farinosa</i> Fr.) lectura 10 plantas de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002 – 2003.	47
15	Severidad del mildiu ( <i>Peronospora farinosa</i> Fr.) en quinuas clasificadas en base a diferencia estadística mostrada (%), Salcedo, 2002-2003.	48
16	Resumen promedio del peso de 1000 granos de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.	50
17	Prueba de significancia Duncan, para peso de 1000 granos de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002 – 2003.	51
18	Resumen promedio del peso de 1000 granos de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.	52
19	Prueba de significancia de Duncan, para el contenido de saponina en porcentaje de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002 – 2003.	53
20	Contenido de proteínas de 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002 – 2003.	54
21	Promedio general de contenido de proteínas de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002 – 2003.	55
22	Correlaciones simples de los principales parámetros que inciden sobre la producción de grano de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.	56
23	Selección de los doce mejores valores sobresalientes por tratamiento de las líneas de quinua teniendo como base los parámetros evaluados, Salcedo, 2002-2003.	57
24	Líneas de quinua más rendidoras de grano, Salcedo, 2002-2003.	58

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página.
1	Longitud de panoja de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002 – 2003.	73
2	ANVA: Longitud de panoja de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.	73
3	Diámetro de panoja de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002 – 2003.	74
4	ANVA: Diámetro de panoja de las 21 líneas de panoja, Salcedo, 2002-2003.	74
5	Altura de planta de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.	75
6	ANVA: Altura de planta de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.	75
7	Peso de materia seca de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.	76
8	ANVA: Peso de materia seca de las 21 líneas de quinua, Salcedo	76
9	Área foliar del muestreo de 5 plantas por tratamiento de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.	77
10	ANVA: Área foliar del muestreo de 5 plantas por tratamiento de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.	77
11	Rendimiento de grano de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.	78
12	ANVA: Rendimiento de grano de las 21 líneas de quinua, Salcedo 2002 – 2003.	78
13	Peso de 1000 granos de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002 - 2003.	78
14	ANVA: Peso de 1000 granos de las 21 líneas quinua, Salcedo 2002 – 2003.	79
15	Porcentaje de severidad del mildiu ( <i>Peronospora farinosa</i> Fr.), lectura 10 plantas de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.	80
16	ANVA: Porcentaje de severidad del mildiu ( <i>Peronospora farinosa</i>	

	<i>Fr.</i> ) lectura 10 plantas de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.	80
17	Contenido de saponina de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.	81
18	ANVA: Contenido de saponina de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.	81
19	(Foto 1) Deshiervo en la fase fenológica inicio de panojamiento.	82
20	(Foto 2) Distanciamiento entre surcos y plantas de quinua.	82
21	(Foto 3, 4, 5, 6 y 7) Evaluación de severidad del mildiu en la fase fenológica de ramificación inicio de panojamiento y floración.	83
22	(Foto 8, 9, 10) Tipos de panoja evaluadas.	84

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico		Página.
1	Temperaturas promedios mínimas y máximas (°C), y precipitación promedio mensual (pp), campaña agrícola, 2002 – 2003, E.M-E.E. Salcedo INIA – Puno.	24

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Página.
1	Composición nutritiva y química de la quinua.	18
2	Porcentaje de saponinas de cuatro variedades de quinua en forma integral y extraída a diferentes temperaturas (base seca)	19

## ABSTRACT

This study was conducted in the Salcedo – INIA, research station, during 2002-2003 period, located in the district, province and department of Puno – Perú, at 3820 m.o.s.l., (15° 50' south latitude, 69° 90' west longitude), the purpose were select lines of quinoa, for grain yield, select desirable characteristics for processing 21 genotypes of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), all of them tolerate to mildiu (*Peronospora farinosa* Fr.), and to know the association among the evaluated variables, conducted in the Randomized Complete Block design with three replications.

The physical characteristics in the experimental field were: Total experimental area 609 m<sup>2</sup>, distance between furrows 0.40 m, parcel area 6.4 m<sup>2</sup> (4.0 x 1.6 m), sowing density 10 kg/ha., the sowing was done on 21-11-02, the observations and data collection were fulfilled during the evaluation on the experimental field and for direct observation.

The results point out that from 21 genotypes tolerate to mildiu, the better grain production are: T6 (03-21-043 x 03-21-001) with 4.31 t/ha., T12 (03-21-024 x 04-02-339) with 3.33 t/ha., T15 (04-02-339 x 03-21-001) with 3.17 t/ha., T10 (03-21-024 x 03-21-043) with 3.10 t/ha., T4 (03-21-004 x 03-21-002) with 2.97 t/ha., and T7 (03-21-043 x 03-21-004) with 2.39 t/ha.

The desirable characteristics for processing and marketing, accord to the evaluated variables were: grain production per hectare (> 4 t/ha), grain size (weight in 1000 grains > 3.5 g/1000 grains), low saponina content (< 0.02 %) and high protein content (>11 %).

The grade association among evaluated variables from the main parameters (X) overt the grain yield (Y) were: panoja length with  $r = 0.3665$  and its  $r^2 = 13.43$  % panoja diameter with  $r = 0.3363$  and its  $r^2 = 11.31$  %, grain/panoja with  $r = 0.2891$  and its  $r^2 = 8.36$  %, and mildiu severity with  $r = 0.5511$  and its  $r^2 = 30.37$  %.

## RESUMEN

El experimento selección por rendimiento de grano y características deseables para procesamiento de genotipos de quinua *Chenopodium quinoa* Willd. tolerantes al mildiu (*Peronospora farinosa* Fr.), se realizó durante la campaña agrícola 2002-2003, en la Estación Experimental Salcedo-INIA, ubicado en el distrito, provincia y departamento de Puno, a una altitud de 3820 msnm.; localizado geográficamente a 15° 50' latitud sur y a 69° 90' longitud oeste, con el objeto de seleccionar líneas rendidoras de grano dentro de 21 genotipos de quinua tolerantes al mildiu (Cuadro 1), determinar las características deseables para procesamiento, y conocer la asociación existente entre las variables evaluadas, de acuerdo al Diseño Bloque Completo al Azar con tres repeticiones.

Las características físicas de instalación del campo experimental fueron: área total de la parcela 609 m<sup>2</sup>, distanciamiento entre surcos 0.40 m, área de la parcela 6.4 m<sup>2</sup> (4.0 x 1.6 m), densidad de siembra 10 kg/ha; la siembra se realizó el 21.11.02; las observaciones y toma de datos consistió en la evaluación de variedades analíticas y descriptivas con observación directa, seguimiento y recojo de datos del campo experimental.

Los resultados señalan que de las 21 líneas de quinua estudiadas tolerantes al mildiu con mejores rendimientos de grano son: T6 (03-21-043 x 03-21-001) con 4.31 t/ha.; T12 (03-21-024 x 04-02-339) con 3.33 t/ha.; T15 (04-02-339 x 03-21-001) con 3.17 t/ha.; T10 (03-21-024 x 03-21-043) con 3.10 t/ha.; T4 (03-21-004 x 03-21-002) con 2.97 t/ha. y T7 (03-21-043 x 03-21-004) con 2.39 t/ha.

Las características deseables para procesamiento y comercialización es de acuerdo a las variables evaluadas tales como: rendimiento en grano por hectárea (> 4 t/ha), tamaño de grano (peso de 1000 granos > 3.5 g/1000 granos), bajo contenido de saponinas (< 0.02 %) y elevado contenido de proteínas (> 11 %).



El grado de asociación entre las variables evaluadas de los parámetros principales (X) sobre rendimiento de grano (Y) son: longitud de panoja con  $r = 0.3665$  y su  $r^2 = 13.43 \%$ , diámetro de panoja con  $r = 0.3363$  y su  $r^2 = 11.31 \%$ , grano/panoja con  $r = 0.2891$  y su  $r^2 = 8.36 \%$ ; y severidad del mildiu con  $r = -0.5511$  y su  $r^2 = 30.37 \%$ .

## INTRODUCCIÓN

El Perú, como muchos países de América Latina enfrentan graves problemas nutricionales como consecuencia del incremento de la población en forma permanente; este crecimiento demográfico, exige un incremento de la producción de alimentos para poder satisfacer las necesidades mínimas de nutrición. Frente a este problema, el consumo de la quinua se presenta como una alternativa estratégica y favorable como producto de alto valor nutritivo por su contenido de proteínas (14-18 %) y su balance en aminoácidos, tales como lisina, isoleucina, valina, tirosina, entre otros. La población ya aprecia este valor nutritivo y cada día aumenta la demanda y exige una mayor producción de quinua (Mujica, 1993).

Pero, las condiciones medioambientales de las zonas agroecológicas del altiplano se caracterizan por su gran variabilidad climática espacial y temporal, la presencia de factores abióticos como precipitaciones y variación de temperaturas, etc. influye en el crecimiento y desarrollo de las plantas, además condiciona la incidencia de plagas y enfermedades, por lo tanto los niveles de producción y productividad de la quinua son variables dentro y entre las campañas agrícolas.

Por otro lado la quinua es una de las especies cultivadas que todavía no ha sufrido manipuleo genético importante, muchas de las variedades son tradicionales con rendimientos muy bajos que oscilan por lo general de 600 a 800 kg/ha, queda pues como un reto grande para los profesionales actuales, superar estos antecedentes (Tapia 1976).

La quinua como cualquier otro cultivo es afectada por muchas enfermedades, como el mildiu causado por el hongo *Peronospora farinosa*, enfermedad endémica mas importante en el altiplano, que causa perdidas en el rendimiento y eleva los costos de producción, traduciéndose en un riesgo para

la seguridad alimentaria y pérdidas en los ingresos de los agricultores, así mismo, la aplicación de los fungicidas para el control de mildiu afecta el equilibrio ecológico. Estas limitantes y otras más de carácter abiótico como heladas y sequías provocan una inseguridad de cosechas y como consecuencia se produce la migración de familias campesinas a las áreas urbanas, generando una serie de dificultades sociales. En general, el cultivo de quinua bajo sistemas tradicionales y sin utilización de variedades resistentes a enfermedades representa un riesgo permanente.

En la producción ecológica uno de los primeros pasos que se debe dar, es la búsqueda de genes promisorios de rendimiento a fin de poder transferirlos a las actuales variedades comerciales que se vienen produciendo en forma extensiva. En este contexto, la resistencia genética de las plantas se constituye en la mejor opción para elevar los rendimientos, asegurar alimento para la población, generar ingresos económicos y mejorar el nivel de vida del productor de quinua. Con el presente trabajo se busca encontrar este recurso genético con estas dos características genéticas deseables (Potencial de rendimiento y resistencia duradera al mildiu), a través de las cruzas realizadas por el INIA y que ya han mostrado tener resistencia a una de las principales enfermedades de este cultivo como es el mildiu.

En tal sentido se plantearon los siguientes objetivos:

- a. Seleccionar líneas rendidoras de grano dentro de 21 genotipos de quinua tolerantes al mildiu.
- b. Determinar las características deseables para fines de procesamiento.
- c. Determinar el grado de asociación entre las variables evaluadas en la investigación.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. CARACTERÍSTICAS FENOLOGICAS DE LA QUINUA.**

Se entiende por Fenología como la serie de cambios externos visibles del proceso de desarrollo de la planta, donde el ambiente operacional o microclima, condiciones edafológicas y biológicas cercanas a la zona donde la planta crece y se desarrolla, son determinantes para estos cambios fenotípicos de la planta (Salisbury y Ross, 1994). El conocimiento y seguimiento de la fenología del cultivo, es muy importante para programar labores culturales, manejo de riegos, manejo de plagas y enfermedades, pronósticos de cosechas (Mújica *et al*, 2000).

Con base a esta definición conceptual, (Mujica y Canahua, 1989; Mújica *et al*, 2000), reportan que la quinua presenta 12 fases fenológicas: Emergencia, dos hojas verdaderas, cuatro hojas verdaderas, seis nojas verdaderas, ramificación, inicio de panojamiento, panojamiento, inicio de floración, floración o antesis, grano lechoso, grano pastoso y madurez fisiológica.

### **2.2. INFLUENCIAS DE LOS FACTORES ABIÓTICOS Y BIÓTICOS**

#### **2.2.1. Factores abióticos.**

Entre los factores abióticos mas adversos que afectan al cultivo de quinua se citan: Sequía, helada, salinidad de los suelos, granizadas, nevadas, vientos, inundaciones y exceso de calor. Estos factores afectan a la producción de la quinua en diferentes proporciones, desde pequeños daños con relativa disminución de la producción hasta una pérdida total de la cosecha (Mujica *et al*, 2000). En consecuencia los factores abióticos adversos revisten gran importancia en el proceso productivo de la quinua. Generalmente, el desarrollo del vegetal depende de tres niveles: expresión de genes, hormonas y de los

estimulos que ejercen las condiciones medioambientales (Torrey 1967).

Se han seleccionado en INIAA – Perú como quinuas resistentes al frío que soportan -16 °C, en las primeras fases de crecimiento, siendo las mas promisorias: 03-21-906 (Mixtura), I-106 (Witulla), LP-2P (Púrpura), I-113 (Ccoyto), LP-4B (Blanco), LP-13K (Ccoyto), 03-21-263 (Blanco). LP-3B (Blanco), 03-21-051 (Mixtura) (Catacora y Canahua, 1991).

Encontró genotipos de quinua tolerantes, medianamente tolerantes y susceptibles, la intensidad de heladas varió desde -0.5 hasta -6.5 °C durante el periodo vegetativo de la quinua donde las fases fenológicas entre seis hojas verdaderas hasta inicio de panojamiento se mostraron tolerantes, incluso se recuperaron con facilidad después de las heladas, sin embargo a partir de panojamiento son más sensibles y las fases fenológicas de floración y grano lechoso las más susceptibles al frío (Mujica *et al*, 2000).

### **2.2.2. Factores bióticos.**

Durante el ciclo vegetativo del cultivo de quinua, las fitopestes (plagas, enfermedades, plantas invasoras y otras) influyen adversamente en la producción y productividad de la quinua. Estimar las pérdidas es difícil y complejo, sin embargo, la información es muy importante para orientar y establecer mejor un programa de manejo integrado de plagas y enfermedades, dentro del contexto de la protección vegetal (Zanabria y Banegas, 1997; Ortiz *et al*, 2000).

**ENFERMEDADES.** La parte aérea de la quinua es infectada por varios microorganismos patógenos (hongos, bacterias y virus); generalmente, los patógenos que causan enfermedades afectan al follaje, tallo, panoja y otros órganos de la planta.

Los patógenos al infectar la quinua obtienen sus nutrientes y neutraliza sus reacciones de defensa, causando efectos negativos sobre la fisiología del cultivo (Ortiz *et al*, 2000).

**El mildiu** (*Peronospora farinosa* Fr.) es la enfermedad más común y de mayor importancia económica de la quinua; el hongo ataca a las hojas, ramas, tallos e inflorescencia o panoja (Danielsen y Ames, 2000), los daños son mayores en plantas jóvenes (fase de ramificación a panojamiento); provocan defoliación y enanismo, afectando el normal desarrollo y fructificación de la quinua (Ochoa y Danial, 1999). El porcentaje de infección es de 10 a 30 %, sin embargo, las quinuas susceptibles pueden sufrir daños en un 90 a 100 %. Durante la cosecha ocasionan pérdidas que sobrepasan el 25 %. Danielsen *et al.* (2000), determinan, que el mildiu reduce los rendimientos de 33 a 58 %. Además la variedad Utusaya es más susceptible con pérdidas del 99 %.

### **Zonas agro-ecológicas endémicas para el mildiu**

Según Alandia *et al* (1979), el mildiu tiene una amplia distribución que abarca las zonas productoras de quinua de los países de Perú, Ecuador y Bolivia, donde la quinua tiene su región más importante de adaptación. Los mismos autores señalan que el patógeno también muestra su amplia capacidad de desarrollo y propagación en esta región.

El mildiu (*Peronospora farinosa* Fr.) para su expresión requiere de condiciones ambientales más o menos específicas, siendo la alta humedad relativa del ambiente la condición más preponderante, aunque también se requiere temperaturas relativamente frescas. Por tanto, la enfermedad no se presenta con la misma intensidad en las diferentes zonas de producción de quinua (Apaza, 2000).

En Puno, Perú las condiciones favorables para la manifestación de la enfermedad, se presentan en la zona que circunda al Lago Titicaca, que registra temperaturas frescas durante la mayor parte del período agrícola (Mujica, 1993).

### **Formas de control del mildiu**

El control de la enfermedad es posible mediante la aplicación de

productos químicos. disponiéndose actualmente de fungicidas comerciales que controlan al mildiu en niveles aceptables de eficiencia. Sin embargo, esta forma de control conlleva una serie de dificultades para el productor y consecuencias desfavorables para el medio ambiente. Ante esta situación, la obtención de resistencia genética, constituye una opción económicamente factible para el pequeño agricultor y ecológicamente saludable (Mujica *et al*, 2000).

El uso de variedades con resistencia genética (vertical y duradera) permite mantener un nivel de daño reducido y sin afectar significativamente el rendimiento. Las variedades precoces tienen la posibilidad de escape de la enfermedad sin sufrir mayores daños. La regulación de la densidad de siembra está relacionada con la obtención de una mayor o menor densidad poblacional de plantas, las bajas densidades no crean el microclima favorable para el mildiu. La fertilización adecuada permite obtener plantas vigorosas que pueden tolerar mejor la enfermedad (Apaza, 2000).

### **Resistencia genética al mildiu y fuentes de resistencia**

Según Parlevliet (1997), las plantas han desarrollado un rango amplio de mecanismos de defensa contra los agentes bióticos que las afectan, éstos pueden ser clasificados como mecanismos de escape, resistencia y tolerancia. Los mecanismos de escape son especialmente usados en contra de parásitos animales con habilidades sensoriales.

Los mecanismos de resistencia reducen el crecimiento y desarrollo del parásito y casi siempre son de naturaleza bioquímica y la estrategia de resistencia es básicamente de defensa. Muy poco se conoce sobre el funcionamiento de la tolerancia comparada con la resistencia. Por tanto, es recomendable la utilización de la resistencia para restringir el daño causado por los patógenos (Parlevliet, 1997).

El mejoramiento genético orientado a la incorporación de la resistencia

es un proceso por el cual se concentran los genes de resistencia dispersos en diferentes accesiones. La obtención de variedades resistentes a enfermedades, es un proceso complicado y requiere del conocimiento de: patógeno, el huésped y las interrelaciones del patógeno–huésped (Arcos y Marca, 1999).

Las fuentes genéticas para la resistencia al mildiu se asume cuando se encuentra en la diversidad genética de la quinua o en las especies emparentadas a ella, por tanto, la atención debe estar dirigida hacia los bancos de germoplasma donde se conserva la mayor variabilidad genética de la quinua. En el Banco de Germoplasma de quinua de la Estación Experimental de Illpa, se tiene datos de caracterización agromorfológica, en los que una variable evaluada es la susceptibilidad al mildiu (Apaza, 2000). Sin embargo, una evaluación exhaustiva del material para resistencia al mildiu, no ha sido conducida con la continuidad requerida para fines de mejoramiento genético.

En cambio, los bancos naturales o *in situ*, no tienen documentada las características del material genético. En estos casos, el conocimiento tradicional de los agricultores constituye una buena referencia. La resistencia genética al mildiu no solamente se encuentra en la quinua cultivada, sino también en las especies silvestres que crecen más o menos juntas con las cultivadas (Apaza, 2000).

Los resultados de la evaluación del germoplasma de quinua, permitió identificar las fuentes de resistencia genética, evidenciándose que la mayor resistencia proviene de las accesiones provenientes de los valles o zonas bajas, contrariamente, los ecotipos del altiplano (zona circunlacustre) son las que presentan mayor susceptibilidad, mencionado por Apaza (2000). Esto se explica en términos de evolución y domesticación de la especie, puesto que durante este proceso, las condiciones del medio ambiente era favorable para la presencia del mildiu donde solo los tipos de quinua con mayor resistencia han sobrevivido y han perdurado en el tiempo.



Por otra parte, se tiene indicios de que las especies silvestres *Chenopodium hircinum*, *Ch. nutallii*, *Ch. petiolare*, *Ch. ambrosioides*, albergan genes de resistencia al mildiu. Esto implica la necesidad de un trabajo de incorporación de la resistencia a la quinua mediante técnicas tradicionales de hibridación y selección o mediante técnicas biotecnológicas como la transformación de plantas (Apaza, 2000).

Apaza (2000) indica que el porcentaje de infección es de 10 a 30 %, ocasionan pérdidas en la producción que sobrepasan el 25 %. Sin embargo, en quinuas susceptibles pueden sufrir daños en un 90 a 100 %. Danielsen (2000), determina que el mildiu reduce los rendimientos de 33 a 58 %, y las variedades susceptibles con pérdidas de 99 %.

Apaza (2000), evaluó la incidencia y severidad del mildiu en progenies de plantas de quinua seleccionadas por su resistencia al mildiu, durante cinco campañas agrícolas de un total de 27 cruza sembradas con 270 poblaciones (plantas individuales), seleccionó 20 líneas de quinua, con perspectivas de buena resistencia al mildiu, las características de grano de estas selecciones son las más deseadas en el mercado y adecuado para las formas de preparación de alimentos en base a quinua. Para la incidencia del mildiu, ha evaluado, en términos del número de plantas afectadas respecto de la población total expresados en porcentaje. Para la severidad, ha evaluado de acuerdo a una escala que comprende de cero a nueve, donde cero en la escala significa resistencia absoluta y la escala de nueve, el 100 % del área foliar afectado o completa susceptibilidad.

### **Mejoramiento para resistencia al mildiu**

Alandía *et al* (1979), han reportado sobre un rango amplio de susceptibilidad frente al mildiu en condiciones de la Estación Experimental de Patacamaya, encontrando infecciones y lesiones foliares casi completas y hasta alto grado de resistencia.

La resistencia al mildiu ha sido un objetivo de prioridad en el

mejoramiento genético de la quinua, por lo que el material genético de la quinua fue sometido a evaluación y selección en condiciones de campo. Los resultados obtenidos, si bien son alentadores con respecto a la resistencia a mildiu, estas no siempre van asociados con las características agronómicas deseadas de la planta y tampoco con las características comerciales y culinarias del grano. Las accesiones de mayor resistencia presentan ciclo largo, tamaño pequeño de grano, y con gran frecuencia de color oscuro. Por tanto, este tipo de materiales requieren ser combinadas mediante cruzamientos dirigidos (Alandía *et al*, 1979).

### **Método de evaluación del mildiu**

La evaluación de la enfermedad en cualquier cultivo es muy importante para cuantificar el daño causado en la planta y conocer el comportamiento del patógeno, por tanto, el método de evaluación es muy importante cuando se trabaja en mejoramiento genético.

Según Nicks y Lindhout (1998), la evaluación puede ser llevada a cabo en campo, invernadero o laboratorio. La elección de uno u otro ambiente dependerá del propósito de la evaluación y de la disponibilidad de infraestructura y de los métodos para realizar el trabajo.

En Bolivia, la evaluación de la enfermedad del mildiu, se ha realizado generalmente en campo. Las experiencias en invernadero no han sido muy exitosas debido a deficiencias en la infraestructura que no ha permitido el control de algunos factores como la humedad, mencionado por Bonifacio (1997).

La evaluación en campo se basa principalmente en términos de incidencia expresado como el porcentaje de plantas afectadas con relación a la población total y severidad como el porcentaje del área foliar afectado en una planta enferma. En casos en que se evalúa una escasa cantidad de plantas, la evaluación porcentual se aplica en forma literal, es decir, el porcentaje de área foliar afectada medido por métodos destructivos y no destructivos de hojas. Al

contrario cuando se manejan poblaciones segregantes de varias generaciones, la evaluación porcentual resulta demasiado moroso, por lo que se ha adoptado la evaluación mediante escalas establecidas (Apaza, 2000).

Ochoa y Danial (1999), han propuesto una escala de evaluación para varios cultivos incluyendo entre ellos a la quinua. La escala considera valores de 1 a 9 con 10 % de severidad como rangos para cada valor. Esta escala de rangos más estrechos se considera de mayor precisión y adecuada para el análisis de datos y puede ser apropiada para evaluar la resistencia parcial o duradera.

Otro método de evaluación del mildiu sugerido por Ochoa y Danial (1999), consiste en evaluar el tipo de reacción, para el que han propuesto una escala de 0 a 5. Este método aparentemente es más adecuado para los trabajos de invernadero y estados fenológicos tempranos de la planta (4 hojas verdaderas), lo cual no siempre se presenta en campo (altiplano); al contrario, la enfermedad se expresa con mayor incidencia en estado de planta adulta. Para la evaluación de la severidad se presentan dos opciones: Una considerando la planta como un todo o tomar una porción representativa de la planta, en este último caso, se prefiere tomar el tercio medio de la planta, considerando solamente la parte con mayor concentración de hojas. En ambos casos, siempre existe el riesgo de sobrestimar o subestimar la resistencia.

### **2.3. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LA QUINUA**

#### **a. Requerimiento del cultivo.**

El estudio y análisis de los aspectos agronómicos de la quinua es muy importante, de ello, depende el rendimiento en calidad y cantidad. Mujica *et al*, (2000) sostienen, que los requerimientos importantes del cultivo para una adecuada producción son: suelo, pH del suelo, clima, agua, precipitación pluvial, temperatura, radiación solar, altura, etc.

En cuanto al suelo, los más adecuados son los francos y de buen

arenaie. en el altiplano de Puno, son preferibles los de la serie Umachiri, Pupuja, Parpuma y Cala Cala (Rea *et al*, 1979). En cambio, Mujica *et al* (2000) evidencian, que la quinua prefiere un suelo franco, con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica, además, un contenido medio de nutrientes, puesto que la quinua es exigente en nitrógeno y calcio, moderadamente en fósforo y poco en potasio. También, puede adaptarse a suelos franco arenosos, arenosos o franco arcillosos.

La quinua tiene un amplio rango de crecimiento y producción a diferentes pH del suelo (Mujica *et al*, 2000), prospera en suelos alcalinos (pH 9), ácidos (pH 4.5) y suelos neutros. Sin embargo, existen genotipos adecuados para cada una de las condiciones extremas de salinidad o alcalinidad, por ello, se recomienda utilizar el genotipo más adecuado para cada condición de pH (Mujica *et al*, 2000).

La quinua es una especie con mayor plasticidad y variabilidad genética, se adapta a diferentes climas desde el desierto, caluroso y seco en la costa hasta el frío y seco de las grandes altiplanicies, llegando incluso hasta las cabeceras de la ceja de selva (Mujica *et al*, 2000).

Las precipitaciones en las áreas de cultivo varían mucho, de 600 a 800 mm. en los andes ecuatorianos, 400 a 500 mm. en el valle del Mantaro, 500 a 800 mm. en la región del Lago Titicaca, hasta 200 a 400 mm. en regiones de producción al sur de Bolivia (Rea *et al*, 1979) ; en general, la quinua prospera con 250 a 500 mm. anuales de precipitación (Mujica *et al*, 2000).

En lo referente a la humedad relativa, la quinua crece sin mayores inconvenientes desde el 40 % en el altiplano peruano hasta 100 % de humedad relativa en la costa (Mujica *et al*, 2000).

Mujica *et al* (2000) expresan, que la temperatura media adecuada para el cultivo de la quinua está alrededor de 15 a 20 °C, siendo la temperatura media de 10 °C la mas adecuada. La quinua posee mecanismos de escape y

tolerancia a bajas temperaturas, puede soportar hasta  $-8^{\circ}\text{C}$  en determinadas etapas fenológicas, siendo las más tolerantes durante la ramificación y las más susceptibles en la floración y llenado de grano (Mujica *et al*, 2000).

La quinua soporta radiaciones extremas en zonas altas de los Andes, sin embargo, estas altas radiaciones permiten comparar las horas calor necesarias para cumplir con su periodo vegetativo y productivo, el promedio de radiación neta recibida en Puno es de  $176 \text{ cal/cm}^2/\text{día}$  (Mujica *et al*. 2000). La adaptación de la quinua al fotoperiodo es indiferente, así, prospera entre 12 (hemisferio Sur) a 14 (hemisferio Norte) horas de luminosidad, siendo el promedio de horas de luz diaria 12.19 y un acumulado de 146.3 horas al año (Frere *et al*, 1975).

#### **b. Período vegetativo.**

La quinua por su amplia variabilidad genética y gran plasticidad presentan genotipos con periodo vegetativo: tardíos (150 a 165 días), semi tardíos (165 a 220 días), precoces (150 días) y muy precoces (90 a 120 días).

Son variedades tardías: Amarilla de Marangani, Kancolla, Witulla, INIAP, Cochasqui, INIAP-Imbaya, Nariño y Huatzontle (Mujica *et al*, 2000); Kamiri, Chucapaca, Robura y Surumi (IBTA/DNS, 1996). En cambio, son quinuas semi tardías: Blanca de Juli, Quillahuaman-INIA, Cheweka, INIAP-Tunkahuan (Mujica *et al*, 2000); Sajama, Samaranti, Sayaña, Ratuqui, Santamaría, Jilata y Patacamaya (IBTA/DNS, 1996). Son genotipos precoces: Illpa-INIA, INIAP-Ingapirca (Mujica *et al*, 2000). Intinayra y Jumataqui (IBTA/DNS, 1996); además, son reportadas como quinuas muy precoces: Jujuy y las variedades Europeas por cruzas de kancolla, Amarilla de Marangani y cultivares chilenos (Mujica *et al*, 2000).

### **c. Biomasa fresca y seca.**

Mujica *et al* (2000), sostiene que la producción de la materia fresca obtenida a la floración es variable desde 15 hasta 35 t/ha, siendo las quinuas de valle las de mayor potencial de producción de forraje verde determinado por el mayor tamaño, cantidad de hojas y succulencia de la planta.

Ccaso (2000), reporta, la producción de biomasa aérea fresca de los siguientes cultivares: Ecu-420 y Masal-389 alcanzaron mayor peso a 152 días; Chucapaca, E-DK-4, G205-95, NL-3, NL-6, Sayaña, RU-2 y RU-5 evidenciaron mayor cantidad de materia fresca hasta los 94 días, en cambio, los cultivares 03-93, 03-21-079BB, 03-21-072RM, 1(80)1, 24(80)3, Ingapirca, Kancolla, Masal-389, 02-08-51, 03-08-906 son similares. Además, la producción de biomasa aérea fresca es superior en la localidad de Camacani con los cultivares: 03-21-079BB, 24(80)3, Ecu-420, Ingapirca y Sayaña produjeron más de 80 g/planta (24 t/ha).

Referente a la producción de materia seca, Mujica *et al* (2000), expresan que después de la cosecha alcanzan un promedio de 16 t/ha (incluido grano, tallos y broza), obteniendo un promedio de 7.2 t/ha de tallo, 4.7 t/ha de grano. Sin embargo, Ccaso (2000) registra biomasa aérea seca para las localidades de Camacani e Illpa lo siguiente: mayor rendimiento se obtiene a los 152 días; en Illpa, Ecu-420 y G-205-95 tuvo mayor rendimiento, en cambio, 03-93, 03-21-072RM, 03-21-079BB, 24(80)3, Ingapirca y Masal-389 evidencian mayor rendimiento de Camacani (6 t/ha).

## **2.4. USOS POTENCIALES DE LOS ORGANOS VEGETATIVOS**

Generalmente, la quinua tiene múltiples usos que se puede emplear casi todas sus partes, para la alimentación humana, animal (forraje y concentrado), ornamental, medicinal, control de plagas y parásitos que afectan a los animales domésticos, industrial, combustible, tutor en siembras asociadas, como

hortalizas de hojas e inflorescencias (Mujica *et al*, 2000).

Las hojas tiernas de la quinua son utilizadas como hortalizas (Llipccha: quechua y Cchiwa: aymara) en comunidades campesinas de los andes; en condiciones especiales los granos de segunda clase como los sub-productos de la cosecha puede emplearse en la alimentación de animales monogástricos, aves, cerdos y rumiantes (Cardozo y Tapia, 1979). Además, al estado fresco (inicio de floración) se puede usar como forraje verde para animales (Mujica *et al*, 2000).

## **2.5. RENDIMIENTO DE GRANO DE QUINUA Y BIOMASA AEREA**

Mujica (1997), señala que los rendimientos de quinua varían de acuerdo a las variedades, fertilización y otras labores culturales que se realizan; obteniéndose generalmente de 600 a 800 kg/ha, en condiciones experimentales se han obtenido más de 4 t/ha.

Los rendimientos están muy relacionados con el nivel de fertilidad del suelo, uso de abonos químicos, época de siembra, variedad empleada, control de plagas y enfermedades, presencia de heladas y granizadas (Rea *et al*, 1979), humedad y temperatura del suelo, labores culturales (Mujica *et al*, 2000) y otros requerimientos climáticos.

Generalmente, las variedades nativas conducidas con una tecnología tradicional se obtiene de 600 a 800 kg/ha (Rea *et al*, 1979), en promedio comercial fluctúa entre 1500 kg/ha (Rea *et al*, 1979) a 6 t/ha (Mujica *et al*, 2000), sin embargo, en condiciones actuales del altiplano Peruano – Boliviano la producción promedio no pasa de 0.85 t/ha. y en los valles, interandinos es de 1.5 t/ha (Mujica *et al*, 2000).

IBTA/DNS (1996) en forma experimental y extensivo registran para 13 variedades de quinua lo siguiente: Sajama de 1700 kg/ha a 1100 kg/ha, Samaranti de 1970 kg/ha a 1100 kg/ha, Camiri de 2000 kg/ha a 1200 kg/ha,

Chucapaca de 1800 kg/ha a 1100 kg/ha, Sayaña de 1950 kg/ha a 1100 kg/ha, Ratuqui de 1800 kg/ha a 1000 kg/ha, Robura de 1900 kg/ha a 1200 kg/ha, Santamaría de 2640 kg/ha a 1200 kg/ha, Intinayra de 2260 kg/ha a 1100 kg/ha, Sujumi de 2120 kg/ha a 1100 kg/ha, Jilata de 2570 kg/ha a 1200 kg/ha, Jumataqui de 1900 kg/ha a 1100 kg/ha, Patacamaya de 2120 kg/ha a 1110 kg/ha.

Tapia (1976), señala que los rendimientos están muy relacionados con el nivel de fertilidad del suelo, el uso de abonos químicos, la época de siembra, la variedad empleada, el control de plagas y enfermedades, la presencia de heladas y granizadas; reportándose de 600 a 800 kg/ha en cultivos tradicionales.

Vimos (1997), trabajando en tres ambientes de la sierra ecuatoriana sobresalen las líneas ECŪ - 405 y ECU - 525 por poseer tamaño de grano entre 1.8 mm. y 2.0 mm. y rendimientos superiores a 1500 kg/ha, siendo la ECU-525 con buena adaptación en los ambientes de Puno y Cusco.

Las estadísticas sobre el área cultivada y productividad de la quinua en Ecuador, Perú y Bolivia (Tapia, 1999), indican rendimientos muy variables debido a que siembran quinuas en áreas ecológicamente muy diferentes, con niveles tecnológicos variados. En conjunto son variables que se deben tener muy en cuenta en la evaluación y potencial de éste cultivo.

Al respecto Huanca (1998) reportó que en la campaña agrícola 1996/1997 la reacción de las variedades a las condiciones ambientales diferentes del experimento (localidades) de la provincia de Puno fueron diferentes. En la localidad de Illpa de los cultivares seleccionados, se obtuvieron rendimientos por encima de los 2000 kg/ha aunque ninguno pasó los 3000 kg/ha, mostrando un comportamiento compacto. Por otro lado Quispe (1998) indica como resultado de un trabajo experimental realizado en la localidad de Mañazo, que los rendimientos fueron muy dispersos y varían desde 224 kg/ha (Masal-389) hasta 3190 kg/ha, (03-08-51), mostrando que



muchos cultivares son muy sensibles al clima.

Mujica(1983), evaluó el comportamiento agronómico de 36 variedades peruanas de quinua a efecto de seleccionar variedades de mayor producción de grano, forraje, hortaliza de hoja, broza, celulosa, rendimiento y contenido de proteína, menor contenido de saponina e identificar algunos componentes de rendimientos en grano de 41, 56, y 39 t/ha de forraje verde en la quinua dulce a los 75, 105 y 135 días después de la siembra y 47, 51 y 40 t/ha en quinua amarga, mientras como heno se obtuvo 4.3, 10.2 y 14.2 t/ha en quinuas dulces y 4.7, 9.5 y 14.4 t/ha en quinuas amargas; ambos casos a los 75, 105 y 135 días después de la siembra.

Quispe (1998), realizó un trabajo de evaluación de 60 genotipos de quinua procedentes de Perú, Bolivia y Ecuador con la finalidad de validar los genotipos mas promisorios en rendimiento para la zona agroecológica Suni Alta del altiplano peruano. El autor encontró 10 genotipos con rendimientos más altos que fluctúan de 2420 a 4390 kg/ha, por consiguiente los mas promisorios para esta zona. Asimismo, manifiesta que el rendimiento tiende a asociarse positivamente con los caracteres longitud de panoja, diámetro de panoja, porcentaje de materia seca de tallo, hoja y panoja.

Ccaso (2000) experimentó 20 genotipos de quinua y llegó a la conclusión: 03-08-51 (5455 kg/ha), 03-21-07RM (5343 kg/ha), 03-08-906 (5148 kg/ha), Masai-389 (4543 kg/ha) y Kancolla (4377 kg/ha), estos siete cultivares son los más promisorios para la cuenca del Lago Titicaca.

Gandarillas (1979), los propósitos de identificación y manejo de las variedades están orientados a la obtención de variedades de mayor rendimiento, mayor calidad comercial del producto, resistencia a factores adversos de tipo biótico y abiótico.

Los resultados obtenidos a nivel de estaciones experimentales en campo de agricultores, constituye un indicativo del potencial del rendimiento que

posee la quinua. lo que muestra claramente que es posible incrementar la producción y productividad sin aumentar el área de cultivo (Mujica, 1994); mediante el uso de variedades mejoradas, uso de semilla de alta calidad y utilizando adecuadamente las prácticas agronómicas, así mismo muestra que existe una brecha entre la investigación y el agricultor, debido a que el rendimiento promedio a nivel nacional es bajo (0.678 t/ha), y por otro lado, el potencial de rendimiento llega a alrededor de 6 t/ha. Al parecer hace falta una adecuada transferencia de tecnología, actividad delicada, difícil y de vital importancia para el desarrollo agrícola del país, que puede ser asumida por los diferentes proyectos estatales y privados del sector agrario (Mujica *et al*, 1999).

El potencial de rendimiento de grano de la quinua alcanza a 11 t/ha (Mujica, 1983), sin embargo, la producción más alta obtenida en condiciones óptimas del suelo, humedad, temperatura y en forma comercial está alrededor de las 6 t/ha en promedio y con adecuadas condiciones de cultivo (suelo, humedad, clima, fertilización y labores culturales oportunas), se obtiene rendimientos de 3.5 t/ha, pero en condiciones actuales del altiplano Peruano-Boliviano con minifundio, escasa precipitación pluvial, terrenos marginales, sin fertilización, la producción promedio no sobrepasa de 0.85 t/ha; mientras que en los valles interandinos es de 1.5 t/ha

## **2.6. VALOR NUTRITIVO Y SAPONINA DE LA QUINUA**

Fries (1997), indica que en el campo de la nutrición, la quinua aporta un porcentaje significativo de proteína, entre 11 a 20 %, y minerales. Las proteínas de la quinua tienen la característica de poseer un alto valor biológico, además su contenido de lisina y metionina es adecuado, y cobra particular interés cuando su consumo es combinado con alimentos de bajo contenido de aminoácidos azufrados. La composición química de la quinua se indica en la tabla 1.

**Tabla 1.** Composición nutritiva y química de la quinua

Componentes	Contenido en 100 g. de la parte comestible	
	Base húmeda	Base seca
<b>MAYORES</b>		
Calorías	360,00 K.cal	
Agua	10,20%	
Proteínas	12,00%	13,51%
Extracto Etéreo	5,70%	6,42%
Carbohidratos	65,60%	73,87%
Fibra	3,60%	4,05%
Cenizas	2,90%	3,27%
<b>MINERALES</b>		
Calcio	135,00 mg	
Fósforo	205,00 mg	
Hierra	55,30 mg	
<b>VITAMINAS</b>		
Vitamina B <sub>1</sub>	0,41 mg	
Vitamina B <sub>2</sub>	0,28 mg	
Niacina	1,43 mg	
Vitamina C	5,10 mg	
<b>AMINOÁCIDOS (mg/g de nitrógeno)</b>		
Lisina	414	
Metionina + Cistina	219	
Treonina	297	
Triptófano	68	

Fuente: Collazos *et al* (1996)

EL contenido de proteína varió de 12.5 a 20.8 % en México y de 14 a 22 % en Perú (Mujica, 1983); Así mismo (Ayala, 1977), encontró mayor cantidad de proteína en semillas de menor tamaño; 35–40 % en el embrión y 6 a 8% en el episperma.

Tellería *et al*, 1978, demostraron que las variedades de quinua Sajama (1.7 %) y Blanca (1.9 %) presentan menor concentración de saponinas que las variedades Amarilla (2.3%) y Colorada (2.8 %). Estos valores se obtuvieron

después de lavar la quinua a 50 °C, donde se removió un 75 a 80% de la saponina. A temperaturas mayores de 70 y 87 °C, los autores no pudieron detectar saponinas (tabla 2), Hernández (1997), ha obtenido un promedio de 37.12 % de saponinas brutas sobre la base total de la cascarilla de quinua (8.0 % de la masa de granos), y de 2.98 % sobre la base del total del grano.

**Tabla 2.** Porcentaje de saponinas de cuatro variedades de quinua en forma integral y extraída a diferentes temperaturas (Base Seca).

Variedades	Integral	Temperaturas de extracción 50 °C
Amarilla	2.3	0.48
Blanca	1.9	0.46
Colorada	2.8	0.66
Sajama	1.7	0.33

Fuente: Tellería *et al*, (1978)

Las saponinas se caracterizan además de su sabor amargo, por la formación de espuma en soluciones acuosas, son estables en concentraciones muy bajas, 0.1 % y por eso tienen aplicaciones en bebidas, shampoo, jabones, etc. Las saponinas de quinua son de estructura triterpenoide. La principal saponina es el ácido oleanólico (Burnouf – Radosevitch, 1984).

Dini *et al*, (2000) demostraron varias saponinas, algunas de las cuales no habían sido aisladas antes en la quinua. Encontraron cuatro saponinas, ácido oleanólico, fitolacagénico, espergulagénico y hederagenina.

La quinua puede ser clasificada de acuerdo a la concentración de saponinas como: dulce (libre de saponinas o contenido menor a 0.11 % de saponinas libres en base a peso seco) o amarga (más de 0.11 % de saponinas) (Koziol, 1990).

## **III. MATERIALES Y METODOLOGÍA**

### **3.1. MATERIALES**

#### **3.1.1. ÁMBITO DE ESTUDIO**

El trabajo de investigación se realizó durante la campaña agrícola 2002-2003, la siembra se efectuó el 21 de Noviembre del 2002 en la Estación Experimental Salcedo-INIA, ubicado en el distrito, provincia y departamento de Puno, a una altitud de 3820 msnm., localizado geográficamente a 15°50' Latitud Sur y a 69°90' Longitud Oeste.

#### **3.1.2. MATERIAL GENÉTICO**

El material genético (Cuadro 1) estuvo integrado por 21 líneas de quinua seleccionadas y evaluadas aisladamente en la campaña agrícola 1996-97 y 1997-98. Con este material se han realizado las evaluaciones de incidencia y severidad de la enfermedad del mildiu. Adicionalmente, se ha evaluado la incidencia y severidad del mildiu en progenies provenientes de cruzamientos y líneas avanzadas del Programa Nacional de Cultivos Andinos del INIA-Puno, y una variedad comercial (Salcedo-INIA).

**Cuadro 1.** *Relación de 21 genotipos de quinuas evaluados en base a la incidencia y severidad del mildiu, por INIA-PUNO*

NUMERO DE TRATAMIENTO	REGISTRO DE CRUZA	PROGENITORES		
		FEMENINO		MASCULINO
01	01(97)	03*-21**-004***	X	03-21-339
02	02(97)	03-21-004	X	03-21-043
03	03(97)	03-21-004	X	03-21-001
04	04(97)	03-21-004	X	03-21-002
05	05(97)	03-21-004	X	04-02-367
06	06(97)	03-21-043	X	03-21-001
07	07(97)	03-21-043	X	03-21-004
08	08(97)	04-02-043	X	04-02-339
09	09(97)	03-21-043	X	04-02-367
10	10(97)	03-21-024	X	03-21-043
11	11(97)	03-21-024	X	03-21-004
12	12(97)	03-21-024	X	04-02-339
13	13(97)	03-21-024	X	04-02-062
14	14(97)	03-21-024	X	04-02-367
15	15 (97)	04-02-339	X	03-21-001
16		SALCEDO INIA	X	TESTIGO
17	16 (97)	04-02-339	X	03-21-002
18	17(97)	04-02-339	X	04-02-062
19	18(97)	04-02-339	X	03-21-043
20	19(97)	03-21-001	X	03-21-004
21	27(97)	04-02-367	X	04-02-062

\* Registro de país Perú (03); \*\* Departamento de Puno (21); \*\*\* Número de Línea

\* Registro de país Bolivia (04); \*\* Departamento de Oruro (02); \*\*\* Número de Línea

### 3.1.3. SUELO

El suelo experimental pertenece a la serie Titicaca. estos suelos se derivan a partir de sedimentos (arenas y arcillas), principalmente de origen lacustre.

De acuerdo al análisis del suelo (Cuadro 2), se nota lo siguiente: suelo arable, textura franco, pH del suelo neutro, contenido de materia orgánica alto (6.5%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> medio, K<sub>2</sub>O alto con ausencia de carbonatos y nitrógeno muy alto.

**Cuadro 2.** Características físicas y químicas del suelo serie Titicaca de la Estación Experimental de INIA-Salcedo, Campaña Agrícola, 2002-2003.

Elemento Interpretación	Cantidad	Método	
Físico mecánico	32 % arena	Hidrométrico	Media
	20 % arcil		Media
	48 % limo		Alto
Clase textural		Triángulo textural	Franco
pH	6.75	Potenciómetro	Neutro
Materia orgánica	6.50 %	Walkel y Black	Alto
Nitrógeno total	0.4312 %	Kjeldahl	Muy alto
Ca CO <sub>3</sub>	0.00	Gasométrico	No hay
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Disponible	70.00 kg./ha	Morgan	Medio
K <sub>2</sub> O Disponible	400 kg./ha	Morgan	Alto
Relación C/H	9.090		
Cationes cambiables:		meq/100 g suelo	
Na (Sodio)	0.16	Fotómetro de llama	
K (Potasio)	1.32	Fotómetro de llama	
Ca (Calcio)	2.2	Versenato	
Mg (Magnesio)	4.8	Versenato	

Estudios realizados por (Rea *et al.*, 1979), los suelos más adecuados son los francos y de buen drenaje, en el altiplano de Puno, son preferibles los de la serie Umachiri, Pupuja, Parpuma y Cala Cala. En cambio, Mujica *et al.*, (2000), evidencian. que la quinua prefiere un suelo franco, con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica, también puede adaptarse a suelos franco arenosos, arenosos o franco arcillosos. Así mismo la quinua tiene un amplio rango de crecimiento y producción a diferentes pH del suelo (Mujica *et al.*, 2000), prospera en suelos alcalinos (pH 9), ácidos (pH 4.5) y suelos neutros; sin embargo, existen genotipos adecuados para cada una de las condiciones extremas de salinidad o alcalinidad, por ello, se recomienda utilizar el genotipo mas adecuado para condición de pH (Mujica *et al.*, 2000).

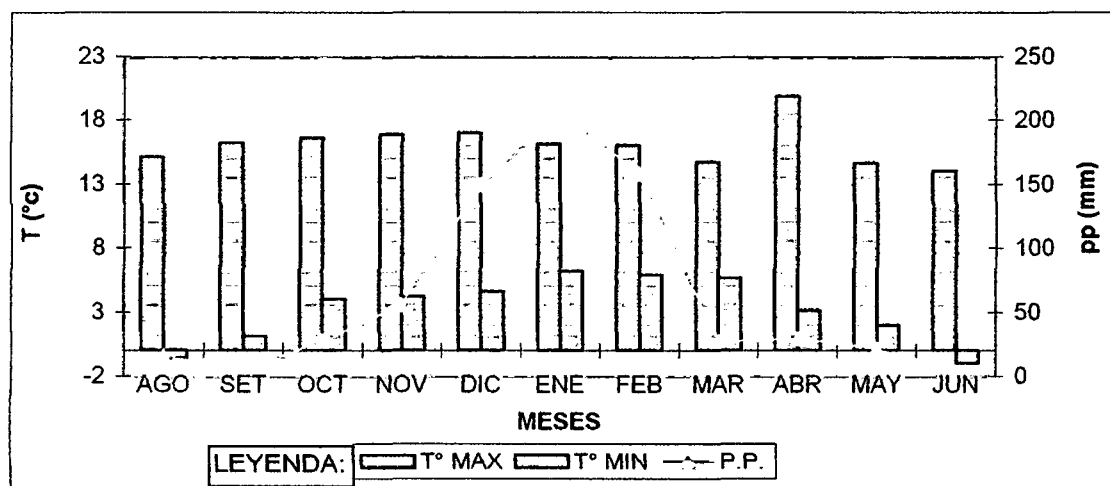
### 3.1.4. DESCRIPCIÓN CLIMÁTICA

**Cuadro 3.** Temperaturas (°C) y precipitaciones (mm) promedios mensuales para periodo experimental 2002-2003, E.M - E.E. Salcedo INIA-Puno.

Meses	T° Max (°C)	T° Min (°C)	PP. (mm)
AGO-2002	15.1	-0.6	15.4
SET	16.2	1.1	4.5
OCT	16.6	4.0	27.0
NOV	16.9	4.2	55.8
DIC	17.0	4.6	149.6
ENE-2003	16.1	6.2	207.0
FEB	16.0	5.9	158.1
MAR	14.7	5.7	27.0
ABR	19.8	3.1	29.4
MAY	14.6	2.0	20.9
JUN	14.0	-1.0	2.2



**Gráfico 1.** Temperaturas promedio mínimas y máximas (°C) y precipitación promedio mensual (mm), Campaña Agrícola 2002-2003, E.M-E.E, Salcedo INIA-Puno.



### 3.1.4.1. CLIMATOLOGÍA

Los datos Meteorológicos corresponden a la Estación Experimental de Salcedo del INIA-Puno, situado a una Latitud Sur de 15° 50' y a Longitud Oeste de 69° 90', y a una altitud de 3820 msnm.

Según estudios realizados por (Mujica *et al.* 2000), la quinua es una planta muy plástica y con amplia variabilidad genética, se adapta a diferentes climas desde el desierto, caluroso y seco en la costa hasta el frío y seco de las grandes altiplanicies, llegando incluso hasta las cabeceras de la ceja de Selva.

### 3.1.4.2. TEMPERATURAS

La tendencia de las temperaturas en la Estación Experimental de Salcedo-INIA, se observa en el Cuadro 3 y Gráfico 1, con temperaturas promedio máximas superiores frente a las mínimas durante la campaña agrícola 2002-2003, con una oscilación diaria similar para el desarrollo de las plantas.

Mujica *et al* (2000), expresa, que la temperatura media adecuada para el

cultivo de la quinua está alrededor de 15 a 20 °C. siendo la temperatura media de 10 °C la más adecuada. La quinua posee mecanismos de escape y tolerancia a bajas temperaturas, puede soportar hasta -8 °C en determinadas etapas fenológicas, siendo las más tolerantes durante la ramificación y las más susceptibles en la floración y llenado de grano.

### **3.1.4.3. PRECIPITACIONES PLUVIALES**

La tendencia de las precipitaciones pluviales en la Estación Experimental de Salcedo-INIA, se observa en el Cuadro 3 y Gráfico 1; en la cual las precipitaciones pluviales de la campaña agrícola 2002-2003, fue mayor en los meses de diciembre, enero y febrero que en el resto de los meses, alcanzando una acumulación anual de 697 mm., por lo cual la campaña ha sido favorable para el desarrollo del cultivo de la quinua.

Las precipitaciones pluviales en las áreas de cultivo varía mucho de 600 a 800 mm., en los Andes Ecuatorianos, 400 a 500 mm., en el Valle de Mantaro, 500 a 800 mm. en la región del Lago Titicaca, hasta 200 a 400 mm. en regiones de producción al Sur de Bolivia (Rea *et al*, 1979); en general, la quinua prospera con 250 a 500 mm. anuales de precipitación (Mujica *et al*, 2000).

En lo referente a la humedad relativa, la quinua crece sin mayores inconvenientes desde el 40 % en el Altiplano Peruano hasta 100 % de humedad relativa en la Costa (Mujica *et al*, 2000).

## **3.2. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO**

### **3.2.1. PREPARACIÓN DEL SUELO**

La remoción del suelo se efectuó con un arado de disco y el mullido de los terrones se realizó con una rastra de disco traccionados por un tractor agrícola.

### 3.2.2. SURCADO DEL TERRENO

El surcado se realizó con las siguientes características:

- Numero de surcos por parcela: 04
- Distanciamiento entre surcos: 0.40 m.
- Área parcela: 4.0 x 1.6 m. = 6.4 m<sup>2</sup>
- Área experimental: 609 m<sup>2</sup>
- Densidad de siembra: 10 kg/ha.

### 3.2.3. SIEMBRA

La siembra se realizó 21-11-2002, en forma manual a chorro continuo en líneas al fondo del surco con una densidad de 10 kg/ha de semilla y tapado muy superficial, pero lo suficiente como para proteger de las aves (2-3 cm. de profundidad) para facilitar la germinación.

### 3.2.4. LABORES CULTURALES

Durante la conducción del experimento se realizó las siguientes labores culturales:

- a. Deshierbo; durante la conducción del experimento se efectuó el deshierbo a los 45 días después de la siembra, cuando las plantas tenían aproximadamente en promedio 20 cm. (6 hojas verdaderas) y el segundo deshierbo a los 70 días en el estado fenológico de panojamiento, eliminando todo tipo de malezas, plantas de quinuas débiles y plantas diferentes a los cultivos en estudio, con la finalidad de regular la densidad de siembra y uniformidad varietal, Anexo 19 (Foto 1).
- b. Deshajije; se realizó con la finalidad de homogenizar la población de plantas. A los 15 días en primer deshierbo, se hizo el deshajije de plantas pequeñas y débiles. Además las plantas entresacadas y las malas hierbas compiten por el agua, nutrientes, espacio, luz y CO<sub>2</sub> (Helfgort 1981), Anexo 20 (Foto 2).

### 3.3. METODOLOGÍA

La evaluación de la enfermedad del mildiu se ha realizado en el campo para ver la incidencia expresada como el porcentaje de plantas afectadas con relación a la población total y severidad expresada, como el porcentaje del área foliar afectado en una planta enferma.

#### 3.3.1. Inoculación

El objetivo de la inoculación del patógeno en el campo es hacer de la evaluación lo más confiable posible. El método de la inoculación, fue natural, se sembró bordes susceptibles en el campo con el fin de que la dispersión de las esporas, fuera por un lapso considerable de tiempo.

#### 3.3.2. Evaluación de la resistencia al mildiu (*Peronospora farinosa* Fr. *Sp chenopodii.*)

La severidad de la enfermedad se evaluó en las fases de ramificación, inicio de panojamiento y floración, Anexo 21 (Fotos 3, 4, 5, 6 y 7) con un muestreo al azar de 10 plantas, de acuerdo a una escala de severidad, que comprende de 0 a 9, con 10 % de severidad como rango para cada valor; donde 0 en la escala significa resistencia absoluta y la escala de 9, el 100 % del área foliar afectado o completa susceptibilidad (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Escala de evaluación de la severidad del mildiu de la quinua en el campo (Danielsen y Ames, 2000).

Escala	Cobertura del área foliar por mildiu ( % )
0	0
1	1 - 10
2	11 - 20
3	21 - 30
4	31 - 40
5	41 - 50
6	51 - 60
7	61 - 70
8	71 - 80
9	81 - 100

### 3.3.3. Determinación del porcentaje de saponina

Se utilizó el método de espuma el cual tiene validez para determinar el contenido de saponina en granos de quinua dentro de un rango de concentraciones que va desde 0.01 % hasta 0.37 %, valores que se relacionan a alturas de espuma que van desde 0.2 hasta 3 cm.

### 3.4. VARIABLES DE RESPUESTA:

- Longitud de panoja
- Diámetro de panoja
- Altura de planta
- Peso de materia seca
- Producción de grano
- Peso de 1000 granos
- Porcentaje de Saponina.
- Contenido de Proteína.

### 3.5. OBSERVACIONES Y TOMA DE DATOS

- a. **Área foliar:** Se evaluó al momento de la floración, con un muestreo de 5 plantas/tratamiento, en cada planta, se tomó una hoja media, basal y superior; la forma y tamaño de cada hoja se transfirió a papel milimetrado y posteriormente transformado en área foliar con la ayuda de un planimetro a una escala 1:1.
- b. **Fenología de la quinua:** La quinua presenta fases fenológicas bien marcadas y diferenciables, las cuales permiten identificar los cambios que ocurren durante el desarrollo de la planta, se han determinado

doce fases fenológicas (Mujica y Canahua, 1989), en las siguientes:

**Emergencia:** Es cuando las plántulas salen del suelo y extienden dos hojas cotiledonales protegidas por el epispermo, lo cual ocurre a los 7 a 8 días después de la siembra.

**Dos hojas verdaderas:** Son cuando después de las hojas cotiledonales, aparecen dos hojas extendidas en forma romboidal y aparece el siguiente par de hojas en forma de botón, ocurre a los 15 a 20 días después de la siembra.

**Cuatro hojas verdaderas:** Se presenta cuando las plantas tienen dos pares de hojas verdaderas y aun están presentes las hojas cotiledonales de color verde, encontrándose en botón foliar las siguientes hojas del apice e inicio de formación de botones en la axila del primer par de hojas, ocurre a los 25 a 30 días después de la siembra. En esta fase las plántulas muestran buena resistencia al frío y a la sequía.

**Seis hojas verdaderas:** Cuando las plantas presentan tres pares de hojas verdaderas extendidas y las hojas cotiledóneas se tornan amarillentas, se notan hojas axilares y diferentes estadios de formación de botones y se nota claramente la protección del ápice vegetativo por las hojas más adultas, especialmente cuando la planta esta sometida a bajas temperatura, esto ocurre a los 35 a 45 días después de la siembra.

**Ramificación:** Es la fase de ocho hojas verdaderas extendidas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo, las hojas cotiledonales se caen y dejan cicatriz en el tallo, se nota la presencia de la inflorescencia protegida por las hojas adultas. La fase comprende de 45 a 50 días de la siembra, donde las plantas

muestran su sensibilidad a la helada en la parte inferior del ápice, por lo que se produce en las plantas el colgado del ápice.

**Inicio de panojamiento:** Significa que la inflorescencia va emergiendo del ápice de la planta, rodeada alrededor de pequeñas hojas, cubriendo a la panoja en sus tres cuartas partes. Esta fase ocurre a los 55 a 60 días de la siembra, con el amarillamiento del primer par de hojas verdaderas (fotosintéticamente inactivas) y se produce una fuerte elongación del tallo, así como su engrosamiento.

**Panojamiento:** Es la fase donde la inflorescencia sobresale con claridad por encima de las hojas, con glomérulos bien notorios; así mismo se observa en la base de los glomérulos botones florales individualizados: ello ocurre de 65 a 70 días después de la siembra.

**Inicio de floración:** Generalmente ocurre de 75 a 80 días de la siembra, cuando la flor hermafrodita apical se abre mostrando los estambres separados, esta fase es muy sensible al efecto de la sequía y la helada.

**Floración ó antesis:** Es cuando el 50% de la inflorescencia se encuentra con flores abiertas al medio día y cuando las hojas inferiores comienzan a defoliarse; esto ocurre de 90 a 100 días después de la siembra, siendo esta fase muy sensible a la helada y no soporta temperaturas por debajo de  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . En esta fase la duración de floración de una panoja comprende de 12 a 15 días y el de un glomérulo de 7 días (Erquinigo, 1970).

**Grano lechoso:** Indica que los frutos al ser presionados explotan fácilmente, dejando salir un líquido lechoso, ocurre de 100 a 130 días de la siembra, las plantas son muy sensibles a la deficiencia de agua.

**Grano pastoso:** Es cuando los frutos al ser apretados o presionados, presentan una consistencia pastosa de color blanco,

ocurre de 130 a 160 días de la siembra.

**Madurez fisiológica:** Es cuando el fruto al ser presionado con las uñas, presenta resistencia a la penetración, esto ocurre de 160 a 180 días después de la siembra, el contenido de humedad en el grano varía de 14 a 16 %. El lapso comprendido entre la floración y la madurez fisiológica viene a constituir el periodo de llenado de grano. Esta última fase también es crítica a la deficiencia de agua y repercute en el rendimiento y viabilidad del grano (Vásquez, 1995).

- c. **Tipo de panoja:** Se evaluó durante la fase de formación de grano, considerando los tipos: Laxa, amarantiforme y glomerulada, Anexo 22 (Foto 8, 9 y 10).
- d. **Longitud de panoja:** se obtuvo del promedio de 10 plantas por parcela, midiendo desde la base hasta el ápice de la panoja.

### 3.6. OTRAS EVALUACIONES:

- a. **Producción de biomasa:** se tomó 10 plantas por tratamiento y se obtuvo el peso por tratamiento; luego se ha obtenido el peso fresco de las hojas, tallo y panojas; cada parte se secó en una estufa a 75 °C y se pesó en una balanza de precisión.
- b. **En la cosecha**
  - b.1. Se midió la longitud y diámetro de la panoja de cada línea de quinua.
  - b.2. Producción de grano; en cada parcela se tomó dos surcos centrales y el grano limpio obtenido se pesó en una balanza de precisión.



a.3. Para las características de procesamiento y comercialización se determinó el contenido de proteína y saponina.

b.4. Tamaño de grano, en base a peso de 1000 gramos.

### 3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el Diseño Bloque Completos al Azar con 21 tratamientos en 3 repeticiones de acuerdo al modelo aditivo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + Re_j + Ga_i + E_{ij}$$

**Donde:**

$Y_{ij}$  = Observación de la j-ésima repetición y i-ésima línea.

$\mu$  = Media general

$Re_j$  = Efecto de j-ésima repetición

$Ga_i$  = Efecto de i-ésima línea estudiada

$E_{ij}$  = Efecto aleatorio

**CORRELACIÓN:**

$$r = \frac{(\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\left[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}\right] \left[\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}\right]}}$$

Donde:

r = Coeficiente de correlación

x = Variable independiente

y = Variable dependiente

n = Tamaño de muestra

### **3.8. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL**

- Número de surcos por parcela: 04
- Distanciamiento entre surcos: 0.40 m.
- Área parcela: 4.0 m x 1.6 m. = 6.4 m<sup>2</sup>
- Área experimental: 609 m<sup>2</sup>
- Densidad de siembra: 10 kg/ha

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. SELECCIÓN DE LÍNEAS RENDIDORAS DE GRANO DENTRO DE 21 GENOTIPOS DE QUINUA CON CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS TOLERANTES AL MILDIU.

#### 4.1.1. LONGITUD DE PANOJA.

En los Anexos 1 y 2, se muestra los datos originales de la longitud de panoja y su Análisis de Variancia respectivamente. De acuerdo al ANVA no hay diferencia significativa entre las 21 líneas de quinua probadas ( $P > 0.05$ ). El promedio general de todas las líneas se presentan en el cuadro 5.

**Cuadro 5.** Promedio general de la longitud de panoja de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.

Parámetro	N	$\bar{X} \pm S$	Valores extremos (cm)		C.V. (%)
			Mínimo	Máximo	
Longitud de panoja	21	$29.36 \pm 3.87$	21.33	37.33	13.17

La no existencia de diferencia estadística en las 21 líneas de quinua, podemos asumir que se debe a que éstas líneas ya han sido evaluadas y seleccionadas durante dos campañas (1996-97 y 1997-98) en el Instituto Nacional de Investigación Agraria-Puno.

En el siguiente cuadro 6, se presenta la prueba de significancia Duncan para ésta característica en las 21 líneas de quinuas estudiadas.

**Cuadro 6.** Prueba de significancia Duncan para longitud de panoja de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.

CATEG.	Nº DE TRAT.	LÍNEAS DE QUINUA	LONGITUD DE PANOJA (cm)	Duncan ( $P > 0.05$ )
A	T07	03-21-043 X 03-21-004	37.33	a
	T06	03-21-043 X 03-21-001	34.00	a
	T16	Salcedo-INIA	32.66	a b
	T09	03-21-043 X 04-02-367	32.33	a b c
	T08	03-21-043 X 04-02-339	32.33	a b c
	T18	04-02-339 X 04-02-062	31.66	a b c
	T14	03-21-024 X 04-02-367	31.66	a b c
	T12	03-21-024 X 04-02-339	31.33	a b c
	T03	03-21-004 X 03-21-001	30.66	a b c
	T17	04-02-339 X 03-21-002	30.00	a b c
	T15	04-02-339 X 03-21-001	29.00	a b c
	T01	03-21-004 X 03-21-339	28.66	a b c
	T10	03-21-024 x 03-21-043	28.66	a b c
	T20	03-21-001 X 03-21-004	28.66	a b c
	T02	03-21-004 X 03-21-043	28.66	a b c
	T11	03-21-024 X 03-21-004	27.66	a b c
B	T05	03-21-004 X 04-02-367	27.33	b c
	T19	04-02-339 X 03-21-043	25.33	b c
	T04	03-21-004 X 03-21-002	24.66	b c
	T13	03-21-024 X 04-02-062	21.66	c
	T21	04-02-367 X 04-02-062	21.33	c

De acuerdo el Cuadro 6, el 76.19 % las 16 primeras líneas de quinuas experimentadas no presentan diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ) y solo un 23.81 % de éstas quinuas pueden presentar alguna diferencia disminuida en la longitud de panoja, las mismas que para efectos de selección por ésta característica no deben ser considerados.

#### 4.1.2. DIÁMETRO DE PANOJA

Los Anexos 3 y 4, ostentan los valores del diámetro de panoja y el correspondiente Análisis de Variancia; cuyos resultados indican que no existen diferencia estadística entre las 21 líneas estudiadas ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 7.** Promedio general del diámetro de panoja de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003

Parámetro	n	$\bar{X} \pm S$	Valores extremos (cm)		C.V. (%)
			Mínimo	Máximo	
Diámetro de panoja	21	6.19 $\pm$ 0.97	4.66	9.33	15.67

Tal como se observa el ANVA en el Anexo 4, la no detección de diferencias significativas entre líneas de quinuas, en relación al diámetro de panoja; nos permite apreciar que estos resultados ya estudiados en las campañas anteriores (1996-97 y 1997-98) en el INIA-Puno, fue probablemente para ver la estabilidad genética de las líneas con resistencia duradera al mildiu, al respecto solo podemos enfatizar que la media general es de 6.19 $\pm$ 0.97 cm. con coeficiente de variabilidad de 15.67 %, que está dentro de los niveles permisibles para este tipo de investigación a nivel de campo, por lo tanto los resultados son confiables para realizar pruebas de estabilidad.

**Cuadro 8.** Prueba de significancia Duncan para diámetro de panoja de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.

CATEG.	Nº DE TRAT.	LÍNEAS DE QUINUA	DIAMETRO DE PANOJA (cm.)	Duncan ( $P > 0.05$ )
A	T07	03-21-043 X 03-21-004	9.33	a
	T04	03-21-004 X 03-21-002	7.00	a b
	T15	04-02-339 X 03-21-001	7.00	a b
	T18	04-02-339 X 04-02-062	6.66	a b
	T06	03-21-043 X 03-21-001	6.66	a b
	T12	03-21-024 X 04-02-339	6.66	a b
	T01	03-21-004 X 04-02-339	6.33	a b
	T09	03-21-043 X 04-02-367	6.33	a b
	T10	03-21-024 X 03-21-043	6.33	a b
	T16	Salcedo-INIA	6.33	a b
	T17	04-02-339 X 03-21-002	6.00	a b
	T03	03-21-004 X 03-21-001	6.00	a b
	T11	03-21-024 X 03-21-004	6.00	a b
	T14	03-21-024 X 04-02-367	6.00	a b
	T08	03-21-043 X 04-02-339	6.00	a b
	T20	03-21-001 X 03-21-004	6.00	a b
B	T19	04-02-339 X 03-21-043	5.33	b
	T02	03-21-004 X 03-21-043	5.33	b
	T05	03-21-004 X 04-02-367	5.00	b
	T13	03-21-024 X 04-02-062	5.00	b
	T21	04-02-367 X 04-02-062	4.66	b

Según resultado del Cuadro 8, nos permite llegar a la conclusión, que en la longitud de panoja el 76.19 % de las 16 primeras líneas de quinuas, no presentan diferencias netas detectables con un 95 % de probabilidad, y el resto (23.81 %) se pueden considerar algo diferentes al grupo anterior; por lo que en caso de querer seleccionar quinuas sobresalientes, se tendría que realizar en el primer grupo de líneas, porque ninguna de éstas 16 primeras líneas muestran ser superiores unos a otros; las diferencias aritméticas que se encuentran entre los valores promedio se deben más a un hecho fortuito y no a un efecto de

línea de quinua.

Al respecto de la panoja, Tapia (1977), señala que para la clasificación de germoplasma en quinua, se debe considerar el tamaño de la panoja (diámetro y longitud), aunque por la existencia de muchos ecotipos, puede variar y crear un sistema muy complejo de clasificación.

#### **4.1.3. ALTURA DE PLANTA**

Los datos originales de altura de planta y la consolidación del Análisis de Variancia se presentan en los Anexos 5 y 6, respectivamente. De acuerdo al ANVA, no hay diferencia significativa entre las 21 líneas de quinuas probadas ( $P > 0.05$ )

**Cuadro 9.** Prueba de significancia Duncan, para altura de planta de las 21 líneas de quinua, Saicedo, 2002-2003.

CATEG.	Nº DE TRAT.	LÍNEAS DE QUINUA	ALTURA DE PLANTA (cm)	Duncan ( $P > 0.05$ )
A	T14	03-21-024 X 04-02-367	149.00	a
	T16	Salcedo-INIA	147.00	a
	T06	03-21-043 X 03-21-001	145.33	a
	T12	03-21-024 X 04-02-339	143.33	a
	T07	03-21-043 X 04-21-004	143.00	a
	T08	03-21-043 X 04-02-339	143.00	a
	T04	03-21-004 X 03-21-002	142.33	a
	T09	03-21-043 X 04-02-367	141.66	a
	T05	03-21-004 X 04-02-367	140.33	a
	T03	03-21-004 X 03-21-001	139.66	a
	T01	03-21-004 X 04-02-339	139.66	a
	T18	04-02-339 X 04-02-062	139.66	a
	T10	03-21-024 X 03-21-043	139.66	a
	T19	04-21-339 X 03-21-043	136.33	a
	T15	04-02-339 X 03-21-001	136.00	a
	T17	04-02-339 X 03-21-002	132.00	a
	T11	03-21-024 X 03-21-004	131.66	a
	T13	03-21-024 X 04-02-062	130.00	a
	T02	03-21-004 X 03-21-043	129.66	a
	T20	03-21-001 X 03-21-004	129.00	a
B	T21	04-02-367 X 04-02-062	101.33	b

El Cuadro 9, muestra las comparaciones de significancia Duncan ( $P > 0.05$ ), para las 21 líneas de quinuas; donde las 20 primeras líneas de la categoría "A" alcanzaron mayor altura, siendo la más sobresaliente de este grupo, la línea 03-21-024 x 04-02-367 correspondiente al T14, con una altura promedio de 149 cm., en cambio, la línea del T21 (04-02-367 x 04-02-062) se ubicó en la categoría "B" y llegó a medir un promedio de 101.33 cm. Fenotípicamente la línea del T14 (03-21-024 x 04-02-367) logró un mayor desarrollo durante el inicio de panojamiento, en relación a las demás líneas; condicionados por una adaptación en el suelo del campo experimental del altiplano peruano (IBTA/DNS, 1996).



Además la respuesta de las 20 líneas de las categorías "A" (19 líneas) y "B" (1 línea), restantes fueron condicionados por factores climáticos (temperatura, precipitación pluvial) y edáficos.

Los resultados se deben probablemente por las mejores condiciones del suelo y otras condiciones ambientales (Rea *et al*, 1979; Mujica *et al*, 2000).

#### **4.1.4. PESO DE MATERIA SECA**

Los datos originales de materia seca (t/ha), y la consolidación del Análisis de Variancia se presenta en los Anexos 7 y 8. De acuerdo al ANVA, existe alta significación estadística entre las 21 líneas de quinuas probadas ( $P \leq 0.01$ ).

**Cuadro 10.** Prueba de significancia Duncan para peso de materia seca de las 21 líneas de quinua, salcedo, 2002-2003.

CATEG.	Nº DE TRAT.	LÍNEAS DE QUINUA	MATERIA SECA (t/há)	Duncan ( $P \leq 0.01$ )
A	T06	03-21-043 X 03-21-001	4.34	a
	T07	03-21-043 X 03-21-004	4.06	a b
B	T14	03-21-024 X 04-02-367	3.98	a b c
	T03	03-21-004 X 03-21-001	3.54	a b c d
	T19	04-02-339 X 03-21-043	3.52	a b c d
	T10	03-21-024 X 03-21-043	3.37	b c d e
	T05	03-21-004 X 04-02-367	3.22	b c d e
	T04	03-21-004 X 03-21-002	3.14	c d e
	T12	03-21-024 X 04-02-339	3.02	d e
C	T09	03-21-043 X 04-02-367	2.86	d e f
	T20	03-21-001 X 03-21-004	2.86	d e f
	T11	03-21-024 X 03-21-004	2.78	d e f g
	T17	04-02-339 x 03-21-002	2.61	e f g h
	T15	04-02-339 X 03-21-001	2.61	e f g h
	T02	03-21-004 x 03-21-043	2.53	e f g h i
	T18	04-02-339 X 04-02-062	2.53	e f g h i
	T16	SALCEDO - INIA	2.13	f g h i j
D	T21	04-02-367 X 04-02-062	1.94	g h i j
	T13	03-21-024 X 04-02-062	1.85	h i j
	T08	03-21-043 X 04-02-339	1.68	i j
	T01	03-21-004 X 03-21-339	1.56	j

El Cuadro 10, muestra las comparaciones de significancia Duncan ( $P \leq 0.01$ ), para las 21 líneas de quinuas. La mayor materia seca alcanzó la línea de quinua del T6 (03-21-043 x 03-21-001) con un peso de 4.34 t/ha; seguido de las líneas de quinuas del T7 (03-21-043 x 03-21-004) con 4.06 t/ha; T14 (03-21-024 x 04-02-367) con 3.98 t/ha; T3 (03-21-004 x 03-21-001) con 3.54 t/ha; y T19 (04-02-339 x 03-21-043) con 3.52 t/ha, respectivamente.

Los resultados expresan que la línea de quinua del T6 (03-21-043 x 03-21-001) obtuvo mayor peso en materia seca (4.34 t/ha) correspondiente a la categoría "A" y el menor peso la línea del T1 (03-

21-004 x 03-21-339) con 1.56 t/ha, del grupo de la categoría "D", en relación a las demás líneas de quinuas de las categorías "B" (7 líneas), "C" (8 líneas) y "D" (4 líneas).

Las líneas de quinuas estudiadas registraron un peso promedio de materia seca variable, para cada uno de los 21 tratamientos de líneas de quinuas. Los resultados obtenidos se debió a condiciones del suelo y medio ambientales (Mujica *et al*, 2000).

Estos resultados coinciden con los rendimientos de grano del T6 (03-21-043 x 03-21-001) con 4.31 t/ha., lo cual nos permite elegir como material promisorio con tolerancia al mildiu y calidad de grano para la agroindustria.

#### 4.1.5. ÁREA FOLIAR

El cuadro 11, muestra las comparaciones de significancia Duncan ( $P \leq 0.01$ ), para las 21 líneas de quinuas. Las mayores áreas foliares alcanzaron las líneas de quinua: T6 (03-21-043 x 03-21-001) con 1439.92 cm<sup>2</sup>; seguido de las líneas de quinuas del T7 (03-21-043 x 03-21-004) con 1386.34 cm<sup>2</sup>, T15 (04-02-339 x 03-21-001) con 1285.02 cm<sup>2</sup>, T11 (03-21-024 x 03-21-004) con 1252.44 cm<sup>2</sup>; y T14 (03-21-024 x 04-02-367) con 1222.09 cm<sup>2</sup>.

Los resultados indican que la línea de quinua del T6 (03-21-043 x 03-21-001) obtuvo mayor área foliar (1439.92 cm<sup>2</sup>) correspondiente al grupo de la categoría "A", y el menor área foliar la línea del T9 (03-21-043 x 04-21-367) con 950.90 cm<sup>2</sup> del grupo de la categoría "E", en relación a las demás líneas de quinuas de las categorías "B" (4 líneas), "C" (3 líneas), "D" (3 líneas) y "E" (9 líneas).

Los datos originales del área foliar (cm<sup>2</sup>) y la consolidación del Análisis de Variación se presentan en los Anexos 9 y 10. De acuerdo el

ANVA existe alta significación estadística entre los tratamientos de las 21 líneas de quinuas probadas ( $P \leq 0.01$ ).

Las líneas de quinuas estudiadas registraron un área foliar promedio variable para cada uno de los 21 tratamientos de líneas de quinuas. Los resultados obtenidos se debió a condiciones del suelo y medio ambientales (Mujica *et al*, 2000).

Estos resultados nos permiten elegir el material promisorio mediante evaluaciones tempranas (8 hojas verdaderas, inicio de panojamiento y floración) al ataque del mildiu.

**Cuadro 11.** Prueba de significancia Duncan para área foliar del muestreo de 5 plantas por tratamiento de las 21 líneas de quinua, salcedo, 2002-2003

CATEG.	Nº DE TRAT.	LÍNEAS DE QUINUA	ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )	Duncan ( $P \leq 0.01$ )
A	06	03-21-043 X 03-21-001	1439.92	a
	07	03-21-043 X 03-21-004	1386.34	a
B	15	04-02-339 X 03-21-001	1285.02	b
	11	03-21-024 X 03-21-004	1252.44	b c
	14	03-21-024 X 04-02-367	1222.09	b c d
	17	04-02-339 X 03-21-002	1207.36	c d
C	10	03-21-024 X 03-21-043	1160.51	d e
	04	03-21-004 X 03-21-002	1121.83	e f
	05	03-21-004 X 04-02-367	1101.76	e f g
D	18	04-02-339 X 04-02-062	1057.00	f g h
	08	03-21-043 X 04-02-339	1044.80	g h i
	12	03-21-024 X 04-02-339	1038.18	g h i j
E	16	SALCEDO - INIA	987.01	h i j k
	02	03-21-004 X 03-21-043	978.51	i j k
	01	03-21-004 X 03-21-339	972.16	i j k
	03	03-21-004 X 03-21-001	965.94	j k
	13	03-21-024 X 04-02-062	961.72	k
	20	03-21-001 X 03-21-004	959.88	k
	21	04-02-367 X 04-02-062	958.87	k
	19	04-02-339 X 03-21-043	952.87	k
	09	03-21-043 X 04-21-367	950.90	k

#### 4.1.6. RENDIMIENTO DE GRANO

Los valores de rendimiento de grano por hectárea, se presenta en el Anexo 11, y el Análisis de Variancia en el Anexo 12, de acuerdo el resultado del ANVA se observa, que existe una diferencia altamente significativa entre líneas de quinuas estudiadas ( $P \leq 0.01$ ); en cambio no hay diferencias estadísticas entre bloques.

La gran diferencia encontrada entre líneas, se debe probablemente a la carga genotípica que cada línea de quinua posee, lo

cual estaría confirmándose el hecho de que cada línea biológicamente es diferente en su manifestación genotípica. Esto nos permite especular que la evaluación y selección realizada por el INIA por dos campañas consecutivas, fue en base a las características morfológicas y no así en base a las características genotípicas como el rendimiento en grano. De acuerdo a la prueba de significancia Duncan, los rendimientos de grano de las 21 líneas, se ha clasificado para efectos de selección en tres categorías (A, B y C) y el resumen de esta clasificación se presenta en el Cuadro 12.

**Cuadro 12.** Resumen promedio del rendimiento de las 21 líneas de quinua, clasificadas en tres categorías, Salcedo, 2002-2003.

Categoría	n	$\bar{X} \pm S$	(*)	Valores extremos (t/ha)		C.V. (%)
				Mínimo	Máximo	
A	1	4.31 ± 0.56	A	3.98	4.96	12.99
B	11	2.93 ± 0.31	B	2.39	3.33	10.46
C	9	2.08 ± 0.22	C	1.63	2.33	10.81
General	21	2.64 ± 0.63		1.63	4.96	23.90

(\*) ( $P \leq 0.01$ ) Letras diferentes indican ser estadísticamente diferentes

Los resultados del Cuadro 12, nos permite realizar la siguiente explicación: La categoría "A", donde solo hay una sola línea T6 (03-21-043 x 03-21-001), produce la mayor cantidad de grano en forma significativa con 4.3 t/ha, frente a las demás líneas estudiadas. Así mismo la categoría "B" (con 11 líneas) produce menos que la categoría A, pero mucho más que la categoría "C" (con 9 líneas), con una media de  $2.93 \pm 0.31$  t/ha; pero en forma altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ), por lo que para efectos de selección solo se considerará las categorías "A" y "B".

**Cuadro 13.** Prueba de significancia Duncan para rendimiento de grano de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.

CATEG.	N° DE TRAT.	LÍNEAS DE QUINUA	RDTO. GRANO (t/ha)	Duncan ( $P \leq 0.01$ )
A	T06	03-21-043 X 03-21-001	4.31	a
B	T12	03-21-024 X 04-21-339	3.33	b
	T11	03-21-024 X 03-21-004	3.23	b c
	T15	04-02-339 X 03-21-001	3.17	b c
	T16	Salcedo-INIA	3.12	b c
	T10	03-21-024 X 03-21-043	3.10	b c d
	T17	04-02-339 X 03-21-002	3.02	b c d e
	T04	03-21-004 X 03-21-002	2.97	b c d e
	T05	03-21-004 X 04-02-367	2.79	b c d e f
	T18	04-02-339 X 04-02-062	2.74	b c d e f
	T08	03-21-043 X 04-02-339	2.47	b c d e f g
T07	03-21-043 X 03-21-004	2.39	b c d e f g	
C	T14	03-21-024 X 04-02-367	2.33	c d e f g
	T19	04-02-339 X 03-21-043	2.32	c d e f g
	T01	03-21-004 X 03-21-339	2.29	c d e f g
	T09	03-21-043 X 04-21-367	2.13	d e f g
	T20	03-21-001 X 03-21-004	2.08	e f g
	T02	03-21-004 X 03-21-043	2.04	e f g
	T03	03-21-004 X 03-21-001	1.96	f g
	T21	04-02-367 X 04-02-062	1.94	f g
	T13	03-21-024 X 04-02-062	1.63	g

Para efectos de selección, según el cuadro 13, se ha clasificado en tres categorías (separados por líneas intermedias, teniendo en consideración los efectos significativos de producción de grano por t/ha).

Los rendimientos de grano obtenidos en t/ha, en este estudio, son similares a los reportados por (Morales 1973; Lescano 1971; Apaza 1977; Mujica 1977); los mismos indican producciones desde 0.4 a 5.3 t/ha., además es necesario señalar que los rendimientos de grano por hectárea son muy variables y en ella se tiene que considerar el tipo de suelo, humedad, variedad estudiada, fertilización y labores culturales imprimidas durante el periodo de crecimiento de las plantas. Estos resultados se deben gracias a condiciones edáficas y otros

medioambientales (Quispe, 1998; Mujica, 2000).

#### 4.1.7. SEVERIDAD DEL MILDIU.

La severidad del mildiu (*Peronospora farinosa* Fr.), evaluada en 10 plantas por línea y expresada en porcentaje se presenta en el Anexo 15, y el Análisis de Variancia en el Anexo 16. De acuerdo a estos resultados se observa que hay una diferencia altamente significativa en la severidad del mildiu ( $P \leq 0.01$ ).

**Cuadro 14.** Prueba de significancia Duncan para severidad del mildiu (*Peronospora farinosa* Fr.) lectura 10 plantas de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.

CATEG.	Nº DE TRAT.	LÍNEAS DE QUINUA	SEVERIDAD MILDIU (%)	ESCALA DE SEVERIDAD DE DAÑO	Duncan ( $P \leq 0.01$ )
A	T19	04-02-339 X 03-21-043	37.00	4	a
	T18	04-02-339 X 04-02-062	34.00	4	a
	T20	03-21-001 X 03-21-004	33.00	4	a
	T21	04-02-367 X 04-02-062	30.33	3	a b
B	T13	03-21-024 X 04-02-062	25.00	3	b c
	T08	03-21-043 X 04-02-339	23.00	3	b c
	T17	04-02-339 X 03-21-002	20.00	2	c d
	T03	03-21-004 X 03-21-001	17.33	2	c d e
C	T01	03-21-004 X 03-21-339	15.00	2	d e f
	T16	SALCEDO - INIA	14.67	2	d e f
	T09	03-21-043 X 04-21-367	14.33	2	d e f
	T10	03-21-024 X 03-21-043	12.33	2	d e f g
	T04	03-21-004 X 03-21-002	12.33	2	d e f g
	T02	03-21-004 X 03-21-043	12.00	2	d e f g
	T15	04-02-339 X 03-21-001	12.00	2	d e f g
D	T05	03-21-004 X 04-02-367	11.00	2	e f g h
	T14	03-21-024 X 04-02-367	8.67	1	f g h
	T12	03-21-024 X 04-02-339	8.33	1	f g h
	T11	03-21-024 X 03-21-004	6.67	1	f g h
	T07	03-21-043 X 03-21-004	5.67	1	g h
	T06	03-21-043 X 03-21-001	3.67	1	h

En base a la prueba de significancia Duncan (Cuadro 14), se ha



dividido la severidad del mildiu en cuatro categorías (A, B, C y D), ésta clasificación nos permite seleccionar líneas de quinuas tolerantes a la enfermedad, a pesar de que la severidad se ve favorecido por la excesiva humedad (días lluviosos y/o nublados), por consiguiente dependiente de las precipitaciones reinantes durante el crecimiento y desarrollo de las plantas (estado fenológico).

**Cuadro 15.** Severidad del mildiu (*Peronospora farinosa* Fr.) en quinuas clasificadas en base a diferencia estadística mostrada (%), Salcedo, 2002-2003.

Categoría	n	$\bar{X} \pm S$	Valores extremos (%)		C.V. (%)
			Mínimo	Máximo	
A	4	33.58 ± 2.76	30.33	37.00	8.20
B	4	21.33 ± 3.37	17.33	25.00	15.79
C	7	13.24 ± 1.36	12.00	15.00	10.56
D	6	7.34 ± 2.56	3.67	11.00	34.94
General	21	16.97 ± 9.84	3.67	37.00	57.97

De acuerdo a los resultados del Cuadro 15, se deduce que la categoría "D" de las líneas de quinuas T5 (03-21-004 x 04-02-367), T14 (03-21-024 x 04-02-367), T12 (03-21-024 x 04-02-339), T11 (03-21-024 x 03-21-004), T7 (03-21-043 x 03-21-004) y T6 (03-21-043 x 03-21-001) son los más tolerantes a mildiu, sufriendo solamente un ataque leve que en promedio presentan  $7.34 \pm 2.56$  %, valor que es considerado como altamente significativo en tolerancia, frente a las demás líneas estudiadas ( $P \leq 0.01$ ), presentando un alto grado de tolerancia en la categoría "C" (Cuadro 15), se encuentra las líneas de quinua menos tolerantes con 7 líneas las que presentan en promedio un  $13.24 \pm 1.36$  %, siendo significativamente inferior a la categoría "D", pero superior a

las líneas de las categorías "B" y "A". Las líneas de la categoría "B" (Cuadro 15), son aún más susceptibles a la severidad del mildiu (4 líneas), que en promedio presentan un  $21.33 \pm 3.37$  % de susceptibilidad, y por último se tiene las líneas de la categoría "A", que son las muy susceptibles, presentando un  $33.58 \pm 2.76$  % de severidad.

La severidad del mildiu se produjo después del inicio de panojamiento, aproximadamente a los 60 días después de la siembra; presencia de la enfermedad que coincide con la mayor humedad reinante del periodo vegetativo, por que las mayores precipitaciones se produjeron en diciembre (2002), con 149.6 mm., enero (2003) con 207 mm., y febrero con 1518.1 mm., lo cual coincide con lo manifestado por Lescano (1971); Salas *et al.* (1977); y Otazú *et al.* (1975).

Los resultados de severidad obtenidos en este estudio, están dentro de los rangos indicados por Otazú *et al.* (1975) y Salas (1977), quienes para las condiciones de Puno, reportan porcentajes desde 10 a 30 %, señalando que bajo condiciones favorables del medio ambiente, algunas líneas susceptibles pueden ser afectados en un 100 %, por consiguiente las plantas no desarrollan en tamaño ni forman panoja alguna.

## **4.2. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DESEABLES PARA FINES DE PROCESAMIENTO**

### **4.2.1. PESO DE 1000 GRANOS (TAMAÑO DE GRANO)**

Los valores de esta característica se presentan en el Anexo 13, y el Análisis de Variancia en el Anexo 14. De acuerdo el ANVA, hay una diferencia altamente significativa entre líneas de quinua ( $P \leq 0.01$ ), y no así entre bloques.

**Cuadro 16.** Resumen promedio del peso de 1000 granos de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.

Categoría (*)	N	$\bar{X} \pm S$	Valores extremos (g)		C.V. (%)
			Mínimo	Máximo	
A	7	$3.65 \pm 0.08$	3.57	3.79	2.19
B	7	$3.38 \pm 0.06$	3.29	3.47	1.78
C	8	$3.16 \pm 0.11$	2.99	3.29	3.48
General	21	$3.38 \pm 0.22$	3.99	3.79	6.55

(\*) Clasificación realizada en base a la prueba de significancia Duncan para efectos de selección.

Al analizar el Cuadro 16, se observa que la categoría "A" a la que pertenecen los tratamientos T6 (03-21-043 x 03-21-001), T7 (03-21-043 x 03-21-004), T21 (04-02-367 x 04-02-062), T12 (03-21-024 x 04-21-339), T4 (03-21-004 x 03-21-002) y T15 (04-21-339 x 03-21-001) son líneas de quinuas que se caracterizan por presentar granos de quinua más grandes en forma significativa, frente a las demás líneas estudiadas ( $P \leq 0.01$ ), cuya media es de  $3.65 \pm 0.08$  g/1000 granos, a su vez las líneas que están en la categoría "B" T10 (03-21-024 x 03-21-043), T13 (03-21-024 x 04-02-062), T9 (03-21-043 x 04-02-367), T20 (03-21-001 x 03-21-004), T19 (04-02-339 x 03-21-043), T16 (SALCEDO INIA – TESTIGO) y T5(03-21-004 x 04-02-367), tienen granos de quinua menor al de la categoría "A", pero superior estadísticamente a las líneas de la categoría "C" T11 (03-21-024 x 03-21-004), T17 (04-02-339 x 03-21-002), T8 (04-02-043 x 04-02-339), T1 (03-21-004 x 03-21-339), T14 (03-21-024 x 04-02-367), T18 (04-02-339 x 04-02-062), T2 (03-21-004 x 03-21-043) y T3 (03-21-004 x 03-21-001), cuyo promedio es de  $3.38 \pm 0.06$  g/1000 granos; en cambio las líneas de la categoría "C" tienen una media de  $3.16 \pm 0.11$  g/1000 granos. La media general de todo el experimento es de  $3.38 \pm 0.22$  g/1000 granos.

Los resultados obtenidos en este estudio asumimos que se debe a que estas líneas previamente han sido seleccionado a través de dos campañas, el mismo que evidentemente, a tenido que influir para encontrar líneas con características fenológicas sobresalientes, y la diferencia estadística mostrada entre las tres categorías se debe probablemente a un efecto genético propio de cada línea de quinua.

**Cuadro 17.** Prueba de significancia Duncan para peso de 1000 granos de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.

CATEG.	Nº DE TRAT.	LÍNEAS DE QUINUA	MIL GRANOS (g)	Duncan ( $P \leq 0.01$ )
A	T06	03-21-043 X 03-21-001	3.79	a
	T07	03-21-043 X 03-21-004	3.69	a b
	T21	04-02-367 X 04-02-062	3.66	a b
	T12	03-21-024 X 04-21-339	3.62	a b
	T04	03-21-004 X 03-21-002	3.59	a b c
	T15	04-21-339 X 03-21-001	3.57	a b c d
B	T10	03-21-024 X 03-21-043	3.47	b c d e
	T13	03-21-024 X 04-02-062	3.44	b c d e
	T09	03-21-043 X 04-02-367	3.44	b c d e
	T20	03-21-001 X 03-21-004	3.41	b c d e f
	T19	04-02-339 X 03-21-043	3.31	c d e f g
	T16	SALCEDO INIA-TESTIGO	3.31	c d e f g
	T05	03-21-004 x 04-02-367	3.29	d e f g
C	T11	03-21-024 X 03-21-004	3.29	e f g
	T17	04-02-339 x 03-21-002	3.28	e f g
	T08	04-02-043 X 04-02-339	3.27	e f g
	T01	03-21-004 X 03-21-339	3.20	e f g
	T14	03-21-024 X 04-02-367	3.15	f g h
	T18	04-02-339 X 04-02-062	3.11	g h
	T02	03-21-004 X 03-21-043	3.03	g h
	T03	03-21-004 X 03-21-001	2.99	h

Analizando el Cuadro 17, se puede observar que hay tres categorías de líneas de quinua (A, B y C), bien definidas en base a la prueba de significancia Duncan ( $P \leq 0.01$ ), cuyas medidas según Cuadro 17, son:  $3.65 \pm 0.08$ ,  $3.38 \pm 0.06$  y  $3.16 \pm 0.11$  g/1000 granos de quinua respectivamente. Este resultado encontrado está dentro de los rangos reportados por Mujica (1983) con 1.93 a 3.35 g/100 granos con un

promedio de 2.30 g/100 granos.

#### 4.2.2. CONTENIDO DE SAPONINA

En el Anexo 17, se tiene los valores del contenido de saponina de las 21 líneas de quinuas evaluadas. Al analizar estadísticamente las 21 líneas de quinua en su contenido de saponina, se encontró que entre ellas hay una diferencia altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ), lo cual nos indica que hay una variabilidad grande en el contenido de este glucósido. No hay diferencia significativa entre bloques (Anexo 18).

**Cuadro 18.** Resumen promedio del contenido de saponina (%) de las 21 líneas de quinua, salcedo, 2002-2003.

Categoría (*)	N	$\bar{X} \pm S$	Valores extremos (%)		C.V. (%)
			Mínimo	Máximo	
A	2	0.69 $\pm$ 0.07	0.63	0.74	10.14
B	8	0.45 $\pm$ 0.11	0.26	0.55	24.44
C	11	0.07 $\pm$ 0.05	0.02	0.20	71.43

(\*) Clasificación realizada en base a la prueba múltiple de Duncan para efectos de selección.

De acuerdo a estos resultados según Cuadro 18, se puede encontrar tres categorías de líneas de quinua, que difieren significativamente en el contenido de saponina. El menor contenido lo tiene la categoría "C" con una media de  $0.07 \pm 0.05$  %, T13 (03-21-024 x 04-02-062), T18 (04-02-339 x 04-02-062), T17 (04-02-339 x 03-21-002), T4 (03-21-004 x 03-21-002), T15 (04-02-339 x 03-21-001), T16 (SALCEDO INIA – TESTIGO), T3 (03-21-004 x 03-21-001), T8 (03-21-043 x 04-02-339), T10 (03-21-024 x 03-21-043), T7 (03-21-043 x 03-21-004) y T6 (03-21-043 x 03-21-001), la misma que es altamente significativa frente a las categorías "B" y "A" ( $P \leq 0.01$ ); la categoría "B" tiene una media de  $0.45 \pm 0.11$  %, promedio que es significativamente menor a la categoría "A", pero mayor a la categoría "C", T14 (03-21-024

x 04-02-367). T19 (04-02-339 x 03-21-043), T20 (03-21-001 x 03-21-004), T5 (03-21-004 x 04-02-367), T2 (03-21-004 x 03-21-043), T1 (03-21-004 x 03-21-339), T21 (04-02-367 x 04-02-062) y T12 (03-21-024 x 04-02-339), y la media de la categoría "A" es de  $0.69 \pm 0.07$  %, T11 (03-21-024 x 03-21-004) y T9 (03-21-043 x 04-21-367), siendo significativamente superior frente a las demás categorías.

**Cuadro 19.** Prueba de significancia Duncan para el contenido de saponina en porcentaje de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.

CATEG	Nº DE TRAT.	LÍNEAS DE QUINUA	CONTENIDO SAPONINA (%)	Duncan ( $P \leq 0.01$ )
A	T11	03-21-024 X 03-21-004	0.741	a
	T09	03-21-043 X 04-21-367	0.634	a b
B	T14	03-21-024 X 04-02-367	0.551	b c
	T19	04-02-339 X 03-21-043	0.547	b c
	T20	03-21-001 X 03-21-004	0.530	b c
	T05	03-21-004 X 04-02-367	0.485	b c
	T02	03-21-004 X 03-21-043	0.485	b c
	T01	03-21-004 X 03-21-339	0.381	c d
	T21	04-02-367 X 04-02-062	0.348	c d
	T12	03-21-024 X 04-02-339	0.257	d e
C	T13	03-21-024 X 04-02-062	0.203	d e f
	T18	04-02-339 X 04-02-062	0.095	e f
	T17	04-02-339 X 03-21-002	0.079	e f
	T04	03-21-004 X 03-21-002	0.079	e f
	T15	04-02-339 X 03-21-001	0.075	e f
	T16	SALCEDO-INIA (TESTIGO)	0.058	e f
	T03	03-21-004 X 03-21-001	0.046	f
	T08	03-21-043 X 04-02-339	0.042	f
	T10	03-21-024 X 03-21-043	0.038	f
	T07	03-21-043 X 03-21-004	0.030	f
	T06	03-21-043 X 03-21-001	0.019	f

De acuerdo a estos resultados (Cuadro 19), se puede encontrar tres categorías de líneas de quinuas ("A" con 2 líneas, "B" con 8 líneas y "C" con 11 líneas), los mismos que difieren grandemente en el contenido de saponina.

Los valores que reporta la FAO (1970), en el sentido de que las variedades libres de saponina o que tienen < 0.06 % de saponina son dulces y los que tienen > 0.16 % son quinuas amargas; bajo este criterio todas las quinuas estudiadas serían amargas puesto que el menor porcentaje encontrada tiene 0.019% que corresponde al T6 (03-21-043 x 03-21-001). Reportes similares citados por Basigalupo y Tapia (1990), el nivel máximo aceptable de saponina en la quinua para consumo humano oscila entre 0.06 a 0.12 %.

#### 4.2.3. CONTENIDO DE PROTEÍNAS EN EL GRANO DE QUINUA

En el Cuadro 20, se reporta el porcentaje de proteína de las 21 líneas de quinuas estudiadas, las mismas que al análisis estadístico no presentan diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 20.** Contenido de proteínas de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.

Nº DE TRAT.	LÍNEAS DE QUINUA	CONTENIDO DE PROTEÍNAS (%)
T01	03-21-004 x 03-21-339	12.84
T02	03-21-004 x 03-21-043	12.45
T03	03-21-004 x 03-21-001	12.78
T04	03-21-004 x 03-21-002	12.00
T05	03-21-004 x 04-02-367	12.27
T06	03-21-043 x 03-21-001	12.41
T07	03-21-043 x 03-21-004	11.56
T08	04-02-043 x 04-02-339	10.92
T09	03-21-043 x 04-02-367	11.78
T10	03-21-024 x 03-21-043	11.92
T11	03-21-024 x 03-21-004	11.95
T12	03-21-024 x 04-02-339	11.90
T13	03-21-024 x 04-02-062	10.71
T14	03-21-024 x 04-02-367	12.00
T15	04-02-339 x 03-21-001	12.56
T16	SALCEDO INIA (TESTIGO)	10.78
T17	04-02-339 x 03-21-002	10.53
T18	04-02-339 x 04-02-062	10.38
T19	04-02-339 x 03-21-043	10.80
T20	03-21-001 x 03-21-004	12.15
T21	04-02-367 x 04-02-062	10.62

El hecho de no encontrar diferencias significativas entre líneas, se debe probablemente a que estas quinuas han sufrido un proceso de evaluación y selección, motivo por el cual han tenido también un proceso de selección en cuanto al contenido de proteína, a pesar de que este parámetro depende mucho de la calidad del suelo, fertilización nitrogenada aplicada y precipitación media recibida por campaña (el agua de lluvia arrastra de 0.5 a 3 % de nitrógeno atmosférico).

Nuestros resultados según Cuadro 21, da un promedio de contenido de proteína de  $11.66 \pm 0.75$  %, con valores extremos de un mínimo de 10.62 % y un máximo de 12.84 %, mostrando un coeficiente de variabilidad de 6.46 %; valor éste que nos indica la poca variabilidad de éste parámetro como parte del valor nutritivo. Éste resultado encontrado está dentro de los rangos reportados por Carbajo (1977); y Gorbitz *et al* (1965) con 10.85 % a 19.25 % y 10.7 % a 12.75 % respectivamente.

**Cuadro 21.** Promedio general del contenido de proteínas de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.

Parámetro	N	$\bar{X} \pm S$	Valores extremos (%)		C.V. (%)
			Mínimo	Máximo	
Contenido proteína	21	$11.66 \pm 0.75$	10.62	12.84	6.46

#### 4.3. GRADO DE ASOCIACIÓN ENTRE LAS PRINCIPALES VARIABLES EVALUADAS DEL RENDIMIENTO DE GRANO

El grado de asociación buscada, se hizo por medio de un análisis de correlación simple (r) y su interpretación a través del coeficiente de determinación ( $r^2$ ).

Los valores de las variables correlacionadas se presentan en el Cuadro 22.



**Cuadro 22.** Correlaciones simples de los principales parámetros que inciden sobre la producción de grano de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.

Relación medida	n	r	Sig. ( $P > 0.05$ )	$r^2$ (%)
Long. Panoja con Rdto. grano	21	0.3665	N.S.	13.43
Diam. Panoja con Rdto. grano	21	0.3363	N.S.	11.31
Grano/Panoja con Rdto. grano	21	0.2891	N.S.	8.36
Mildiu con Rdto. Grano	21	-0.5511	N.S.	30.37

En ninguna de las correlaciones simples evaluadas, se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ), lo que quiere decir que la influencia de las variables que inciden sobre la producción de grano no son muy manifiestos, esto probablemente porque el tamaño de las muestras consideradas son pequeñas ( $n = 21$ ); sin embargo cada coeficiente de correlación se ha transformado a un coeficiente de determinación para efectos de interpretación. Así por ejemplo la longitud de panoja del cultivar, influye en un 13.43 % sobre el rendimiento de grano y el resto (86.57 %) se debe a otros factores no controlados en el presente estudio, que puede ser clima reinante (calidad del suelo, precipitaciones pluviales, días calurosos, fertilización, labores culturales, eficiencia en la cosecha, etc.). De igual modo en el rendimiento de grano de quinua, el diámetro de la panoja influye en un 11.31 % y el resto se debe a otros factores que intervienen en la producción de grano pero no han sido controlados. Así mismo el rendimiento de grano por panoja arrojó una correlación positiva ( $r = 0.2891$ ), con un coeficiente de determinación de  $r^2 = 8.36$  %, que quiere decir que ésta variable influye sobre la producción de grano en solamente 8.36 % y el resto de la producción (91.64 %) participan otros factores no controlados. En cuanto a la

severidad del mildiu. ésta enfermedad afecta negativamente sobre la producción de grano ( $r = -0.5511$ ), el mismo que induce a una merma del 30.37 % del grano.

#### 4.4. SELECCIÓN DE LOS DOCE MEJORES VALORES SOBRESALIENTES POR TRATAMIENTO DE LAS LÍNEAS DE QUINUA, TENIENDO COMO BASE LOS PARÁMETROS EVALUADOS

**Cuadro 23.** Selección de los doce mejores valores sobresalientes por tratamiento de las líneas de quinua teniendo como base los parámetros evaluados, Salcedo, 2002-2003.

Nº	Parámetro	Doce valores sobresalientes por tratamiento											
1	Long. panoja (cm)	07	06	16	09	08	18	14	12	03	17	15	01
2	Diam. Panoja (cm)	07	04	15	18	06	12	01	19	10	16	17	03
3	Rdto. grano/panoja (t/ha)	06	07	04	14	15	10	02	08	20	17	19	11
4	Severidad mildiu (%)	06	07	11	12	14	05	15	02	04	10	09	16
5	Saponina (%)	06	07	10	08	03	16	15	04	17	18	13	12
6	Proteína (%)	01	05	15	02	06	05	20	04	14	11	10	12
7	Peso de 100 granos (g)	06	07	21	12	04	15	10	13	09	20	19	16
8	Rdto. de grano (t/ha.)	06	12	11	15	16	10	17	04	05	18	08	07

En el Cuadro 23, se tiene como base la respuesta, el rendimiento de grano ( $Y =$  variable dependiente), se han considerado 12 tratamientos (líneas de quinuas) que sobresalen por parámetro evaluado pero en forma decreciente ( $X =$  variables independientes) de los cuales se han seleccionado seis líneas de quinua que han mostrado poseer seis a siete características sobresalientes; la metodología para seleccionar las seis mejores líneas fueron:

1. T6 (03-21-043 x 03-21-001) que posee: buena longitud de panoja, buen diámetro de panoja, buen rendimiento de grano/panoja,

resistente a mildiu, escaso porcentaje de saponina, elevado porcentaje de proteína y buen peso por 1000 granos de quinua.

2. T15 (04-02-339 x 03-21-001) que posee las mismas características sobresalientes del T6.
3. Los T12 (03-21-024 x 04-02-339), T7 (03-21-043 x 03-21-004), T10 (03-21-004 x 03-21-002) y T4 (03-21-004 x 03-21-002) que poseen: buena longitud de panoja, buen diametro de panoja, resistente a mildiu, baja concentración de saponina, elevado porcentaje de proteína, y buen peso por 1000 granos de quinua. Así mismo, las seis líneas de quinua que mejor rendimiento han mostrado son:

**Cuadro 24.** Líneas de quinua más rendidoras de grano, Salcedo, 2002-2003.

TRATAMIENTO	LÍNEAS DE QUINUA	( $P \leq 0.01$ )
T06	03-21-043 x 03-21-001	a
T12	03-21-024 x 04-02-339	b
T15	04-02-339 x 03-21-001	b
T10	03-21-024 x 03-21-043	b
T04	03-21-004 x 03-21-002	b
T07	03-21-043 x 03-21-004	b

En este aspecto la línea de quinua del T6 (03-21-043 x 03-21-001) sobresale nitidamente sobre las demás líneas, pero en forma significativa ( $P \leq 0.01$ ).

## V. CONCLUSIONES

Después de analizar y discutir los resultados se ha llegado a las siguientes conclusiones.

- 5.1. Las mejores líneas de quinuas y más rendidoras de granos son: T06 (03-21-043 x 03-21-001) con 4.31 t/ha., T12 (03-21-024 x 04-21-339) con 3.33 t/ha., T13 (04-02-339 x 03-21-001) con 3.17 t/ha., T10 (03-21-024 x 03-21-043) con 3.10 t/ha., T04 (03-21-004 x 03-21-002) con 2.97 t/ha. y T07 (03-21-043 x 03-21-004) con 2.39 t/ha.
- 5.2. Las características más deseables en el grano de quinua para procesamiento y comercialización son:
  - Rendimiento en grano por hectárea (> 4 t/ha), la línea T6 (03-21-043 x 03-21-001).
  - Tamaño de grano (peso de 1000 granos > 3.5 g/1000 granos), las líneas T6 (03-21-043 x 03-21-001), T7 (03-21-043 x 03-21-004), T21 (04-02-367 x 04-02-062), T12 (03-21-024 x 04-21-339), T4 (03-21-004 x 03-21-002) y T15 (04-21-339 x 03-21-001).
  - Bajo contenido de saponinas (< 0.2 %), las líneas T6 (03-21-043 x 03-21-001), T7 (03-21-043 x 03-21-004), T10 (03-21-024 x 03-21-043), T8 (03-21-043 x 04-02-339), T3 (03-21-004 x 03-21-001), T16 (SALCEDO INIA – TESTIGO), T15 (04-02-339 x 03-21-001), T4 (03-21-004 x 03-21-002), T17 (04-02-339 x 03-21-002) y T18 (04-02-339 x 04-02-062).
  - Elevado contenido de proteínas (> 11 %), las líneas T1 (03-21-004 x 03-21-339), T3 (03-21-004 x 03-21-001), T15 (04-02-339 x 03-21-001), T2 (03-21-004 x 03-21-043), T6 (03-21-043 x 03-21-001), T5 (03-21-004 x 04-02-367), T20 (03-21-001 x 03-21-004), T4 (03-21-004 x 03-21-002), T14 (03-21-024 x 04-02-367), T11 (03-21-024 x 03-21-004), T10 (03-21-024 x 03-21-043), T12 (03-21-024 x 04-02-339), T9 (03-21-043 x 04-02-367) y T7 (03-21-043 x 03-21-004).
- 5.3. El grado de asociación existente entre las variables evaluadas de los parámetros principales (X) sobre el rendimiento de grano (Y) son: longitud

de panoia con  $r = 0.3665$  y su  $r^2 = 13.43$  %. diámetro de panoia con  $r = 0.3363$  y su  $r^2 = 11.31$  %, grano/panoja con  $r = 0.2891$  y su  $r^2 = 8.36$  % y severidad del mildiu con  $r = -0.5511$  y su  $r^2 = 30.37$  %.

## VI. RECOMENDACIONES

- 6.1. Las líneas de quinuas del T6 (03-21-043 x 03-21-001), T12 (03-21-024 x 04-21-339), T15 (04-21-339 x 03-21-001), T10 (03-21-024 x 03-21-043), T4 (03-21-004 x 03-21-002) y T7 (03-21-043 x 03-21-004) se deben de seguir trabajando para lograr disminuir las concentraciones de saponina a través de medios de mejoramiento y así mejorar las cualidades del producto para efectos de procesamiento.
- 6.2. Las quinuas cuyas líneas pertenecen al T6 (03-21-043 x 03-21-001), T12 (03-21-024 x 04-21-339), T15 (04-21-339 x 03-21-001), T10 (03-21-024 x 03-21-043), T4 (03-21-004 x 03-21-002) y T7 (03-21-043 x 03-21-004) por ser líneas de cualidades sobresalientes, se recomienda seguir mejorando para fines de procesamiento y adaptarlas a los requerimientos de la agricultura moderna.
- 6.3. Las demás líneas de quinuas, sin considerar las mencionadas anteriormente deben de seguir mejorándose en los aspectos de tamaño de grano, menor contenido de saponina, mayor longitud y diámetro de panoja, para lograr mejores rendimientos en grano y aceptación en el mercado nacional e internacional.

## VII BIBLIOGRAFÍA

- Apaza, V. 2000. Evaluación de resistencia al Mildiu (*Peronospora farinosa*) en quinua (*Chenopidium quinoa* Willd.). PREDUZA - INIA-Puno-Perú. 16 p.
- Apaza, V. 2000. Respuesta de la quinua (*Chenopidium quinoa* Willd.) al déficit hídrico. Tesis Magíster Scientiae. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 166 p.
- Apaza, V. 1977. Respuesta de tres variedades de quinua a diferentes pH del suelo por su resistencia a la sequía. Tesis Ing. Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 95 p.
- Arcos J. y S. Marca 1999 Componentes y Evaluación de la Resistencia Cuantitativa. En: Curso sobre aspectos técnicos en el manejo de los patosistemas de cultivos altos. Resúmenes de Seminario sobre Resistencia Duradera. PREDUZA. Ed. D. DANIAL. Quito, Ecuador 79-86 pp.
- Alandía, S. 1979. Enfermedades. En: quinua y cañihua. Cultivos Andinos. Tapia *et al.* (Ed.), IICA, Bogota, Colombia. 137-144 pp.
- Ayala, C. 1977. Efecto de localidades en el contenido de proteínas en quinua (*Chenopidium quinoa* Willd.). Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano. Puno. Perú. 97 p.
- Bonifacio, A. 1997. Mejoramiento de la quinua para resistencia a factores adversos en Bolivia. En: primer taller de PREDUZA en resistencia duradera en cultivos altos en la zona andina. Daniel Danial (Ed.). Proyecto de resistencia duradera en Zona Andina, PREDUZA.

Quito, Ecuador. 212: 75-48 pp.

- Burnouf-Radosevich, M.; Delf, N. 1984. High performance liquid chromatography of oleananetype triterpenes. *Journal of Chromatography*. 292: 403-409 pp.
- Carvajo, G. 1977. La quinua y su valor nutritivo. En: Curso de quinua. Fondo Simón Bolívar, Ministerio de Alimentación, IICAm, UNA-Puno, Peru.
- Cárdenas, M. 1969. Manual de Plantas Económicas de Solivia. Imp. ITCHUS. Cochabamba, Bolivia.
- Cardozo, A. y Tapia, M. 1979. Valor nutritivo. En: Quinua y Kañiwa Cultivos Andinos. Editorial IICA. Bogotá, Colombia. 149-192 pp.
- Casso, E. 2000. Selección de Cultivares Rendidores de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en dos zonas agroecológicas de Puno. Tesis Ing. Agronomo, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 89 p.
- Catacora, P. y Canahua, A. 1991. Selección de Genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Resistente a Heladas y Perspectivas de Produccion en Camellones. En: Actas VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. IBTA, ORSTOM, CIID-CANADA. La Paz, Bolivia. 53-56 pp.
- Collazos, J. 1996. Tablas peruanas de composición de alimentos 7ma. Edición Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Salud y Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Lima, Peru.
- Cutipa, G. 2001. Evaluación de Cultivares de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) por rendimiento en tres localidades. Tesis Ing. Agronomo, Facultad de Ciencias Agrarias, UNA, Puno, Perú. 109 p.
- Danielsen, S. y Ames, T. 2000. El Mildiu [*Peronospora farinosa*] de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la zona Andina. Manual Práctico



- para el Estudio de la Enfermedad y su Patógeno. Centro internacional de la Papa, Royal Danish Ministry of Foreign Affairs, The Royal Veterinary and Agricultural University, Lima, Perú. 32 p.
- Danielsen, S.; Jacobsen, S.E. y Mujica, A. 2000. Susceptibilidad al Mildiu (*Peronospora farinosa*) y Pérdidas de Rendimiento en ocho Cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). En: resumen II congreso Internacional de Agricultura en zonas Áridas. Iquique. Chile. 65 p.
- Dini, I.; Jacobsen, S.E.; Schettino, O.; Tenore, G.; Dini, A. 2000. Isolation and characterization of saponins and other minor components in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). In, proceeding of COST 814 conference, crop development for cool and wet regions of Europe, perdenone, 10-13 may. Italy. 46 p.
- Erquiningo, F. 1970. Biología floral de la quinua. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Peru 120 p.
- FAO, 1970. Contenido de aminoácidos de los alimentos y datos biológicos sobre las proteínas. Roma.
- Flores, F.G. 1977. Estudio Preliminar de la Fenología de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis de Ing. Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú. 45 p.
- Frere, M., Rea, J. y Rijks J. 1975. Estudio agroclimático de la Zona Andina. Proyecto Interinstitucional: FAO/UNESCO/OMM. Roma. Italia. 29-51 pp.
- Fries, A. 1997. Los cultivos andinos en el Perú. Programa nacional de sistemas

- andinos de producción agropecuaria, INIPA. Puno, Perú. 33 p.
- Gabriel J. y E. Carrasco. 1999. El estudio de la resistencia a enfermedades y su uso en la agricultura moderna. En: Curso sobre aspectos técnicos en el manejo de los patosistemas de cultivos altos. Resúmenes de Seminario sobre Resistencia Duradera. PREDUZA. Ed. D. DANIAL. Quito, Ecuador 32-42 pp.
- Gandarillas, H. 1979. Botánica. En: Quinoa y Kañiwa Cultivos Andinos. Editorial IICA. Bogotá, Colombia. 20-44 pp.
- Gorbitz, A. y Luna de La Fuente, R. 1965. La quinua en el Perú. Servicio de la investigación y promoción agraria. Boletín Técnico N° 54. Lima, Perú. 54-19 p.
- Helfgort, S. 1981. Problema de la Malezas. En: Segundo Curso Intensivo: Control Integral de Plagas y Enfermedades Agrícolas. Fase 15. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 7 p.
- Hernández, R. 1997. Obtención de crudos de saponinas hipocolesteromizantes del *Chenopodium quinoa* Willd. Re. Cubana Milit. 26:55-62pp.
- Huanca, J.E. 1998. Selección de Genotipos de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) para rendimiento. Tesis Ing. Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 86 p.
- IBTA/DNS. 1996. Catalogo de variedades mejoradas de quinua y recomendaciones para Producción y uso de Semilla Certificada. Ministerio de Desarrollo Económico/Secretaría Nacional de Agricultura y Ganadería. Boletín N° 02. La Paz, Bolivia. 76 p.
- Koziol, M. 1990. Quinoa: A Potencial New Oil Crop New Crops. Wiley New York. Latinreco. Quinoa hacia su cultivo comercial. Latinreco S.A.

Quito. Ecuador.

- Lescano, J. L. 1971. Cultivo de la quinua. Ministerio de Agricultura Zona Agraria XII-Puno. Boletín N° 17.
- Lescano, J. L. 1994. Genética y Mejoramiento de Cultivos Andinos: Quinua, Kañihua, Tarwi, Kiwicha, Papa Amarga, Olluco, Oca e Isaño. Proyecto Piwa. Convenio PELT/INADE-IC/COTESU. Puno, Perú.
- Limachi, J. 1992. Tolerancia a Heladas de 14 Ecotipos y dos Variedades de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Waru Waru de Caritaramaya, Acora, Puno, Perú. Tesis Ing. Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 180 p.
- Monteros, C. 2000. Respuesta de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) a Diferentes Bajas Temperaturas en Tres Fases Fenotípicas. Tesis Magister Scientiae. Universidad Nacional del Altiplano, Escuela de Post Grado. Puno, Perú. 107 p.
- Morales, A. 1973. Respuestas de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) a las aplicaciones de NPK y sus interacciones en los suelos de Puno. En: Convención Internacional de quenopodiáceas, Anales. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 97-100 pp.
- Mujica, A. 1983. Selección de Variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Chapingo, México. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados Chapingo, México. 110 p.
- Mujica, A. 1994. Cultivo de quinua, INIA-TTA. Serie manual 11-93. Lima, Perú. 130 p.
- Mujica, A., Izquierdo, J., Morathee, J.P., Morón, C. y Jacobsen, S.E. 1999. Reunión técnica y taller de formulación de proyecto regional sobre producción y nutrición humana en base a cultivos andinos.

Arequipa, Perú, 24-25 de julio. FAO, UNA, UNSA, CIP. Arequipa, Perú. 139-151 pp.

- Mujica, A. 1977. Tecnología del cultivo de la quinua. Boletín Técnico N° 2. Ministerio de Agricultura. Zona Agraria XII. Puno, Perú.
- Mujica, A. y Canahua, A. 1989. Fase Fenológica del Cultivo de la Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) En curso Taller, Fenología de Cultivos Andinos y Uso de la Información Agronómica. INIAA. EEZA-ILLA, PICA, PISA. Puno Perú. 23-27 pp.
- Mujica, A. 1993. Cultivo de la Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Dirección General de Investigación Agraria. INIA. Serie: Manual 11-93, Lima, Perú. 32-46 pp.
- Mujica, A. y Vásquez, T. 1997. Evaluación de Genotipos de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) al Déficit Hídrico en diferentes Fases Fenológicas. En: I Congreso Internacional de Agricultura para Zonas Áridas. Resúmenes de ponencia. 14-16 mayo. Arica. Chile. 14 p.
- Mujica, A.; Canahua, A. y Saravia, R. 2000. Agronomía del Cultivo de la Quinua. En: Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Ancestral Cultivo Andino, Alimento del presente y Futuro. FAO. Santiago, Chile. 30-55 pp.
- Mujica, A.; Jacobsen S.E. e Izquierdo J. 2000. Resistencia a Factores Adversos de la Quinua. En Quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd.) Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro. FAO. Santiago de Chile. 161-182 pp.
- Mujica, A.; Izquierdo, J. y Pierre, J. 2000. Origen y Descripción de la Quinua, (*Chenopodium quinoa*, Willd.) Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro. FAO. Santiago, Chile. 09-29 pp.

- Niks R. E. y Lindhout, W. H. 1998. Curso sobre: Mejoramiento para resistencia contra enfermedades y plagas. PREDUZA. Ed. D. DANIAL. Quito, Ecuador. 212 p.
- Salas, B. y Otazú, V. 1975. Enfermedades en los cultivos del Departamento de Puno. En: Resúmenes de los trabajos del IV Congreso Peruano de Fitopatología. Chiclayo, Perú. 81-82 pp.
- Salas, B., Otazú, V. y Vilca, A. 1977. Enfermedades de la Quinoa. En: Curso de quinoa. Fondo Simón Bolívar. Ministerio de Alimentación, IICA, UNA. Puno, Perú. 79 p.
- Ochoa J. y Daniel, D. 1999. Manejo de Patógenos especializados en el mejoramiento genético de plantas para resistencia a enfermedades. En: Curso sobre aspectos técnicos en el manejo de los patosistemas de cultivos altos Proyecto de Resistencia Duradera en la Zona Andina, PREDUZA. Daniel Danial (Ed.). Quito, Ecuador. 17-31 pp.
- Otazú, V. Aguilar, P. y Canahua, A. 1975. Resistencia al mildiu (*Peronospora effusa*) en quinoa. Resúmenes de los trabajos del IV Congreso Peruano de Fitopatología. Chiclayo, Perú. 47-49 pp.
- Ortiz, H. 2001. Evaluación de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en tres localidades de la cuenca del Titicaca. Tesis Ing. Agrónomo, facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 125 p.
- Ortiz, R. y Zanabria, E. 1979. Plagas. En: Quinoa y Kañiwa Cultivos Andinos. Editorial IICA. Bogotá, Colombia. 121-136 pp.
- Ortiz, R.; Castro, R. Y Danielsen, S. 2000. Plagas y Enfermedades. En Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Ancestral Cultivo Andino, Alimento

del Presente y Futuro. FAO. Santiago, Chile, 85-113 pp.

Parlivliet, J.E. 1997. Resistencia durable a patógeno y como mejorar por este tipo de resistencia. En: primer taller de PREDUZA en resistencia duradera en cultivos altos en la Zona Andina. Daniel Danial (Ed.). Proyecto de Resistencia Duradera en la Zona Andina, PREDUZA. Quito, Ecuador. 1-16 pp.

Quispe, U. R. 1998. Evaluación de Rendimiento de 60 Genotipos de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la localidad de Manazo - Puno. Tesis. Ing. Agrónomo, Facultad de Ciencias Agraria, Universidad Nacional del Altiplano. Puno. Perú. 86 p.

Rea, J; Tapia, M. Y Mujica, A. 1979. Prácticas Agronómicas. En: Quinoa y Kañiwa Cultivos Andinos. Editorial IICA. Bogotá, Colombia. 83-120 pp.

Rivadeneira, M. 1999. Resistencia a enfermedades de algunas variedades mediante su uso estratégico. En: Curso sobre aspectos técnicos en el manejo de los patosistemas de cultivos altos. Resúmenes de Seminario sobre Resistencia Duradera. PREDUZA. Ed. D. DANIAL. Quito, Ecuador. 68-69 pp.

Rosas, M. 1975. Evaluación de Siete Variedades de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis Ing. Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 132 p.

Salisbury, F. y C. Ross, C.W. 1994. Fisiología Vegetal. Traducido por Gonzales V. Edit. Iberoamericana. México 759 p.

Tapia. M. 1976. Cultivo de la Quinoa en los Andes Anales II Convención de

Chenopodiaceas. Quinoa-Cañihua. - Potosí. Bolivia.

- Tapia, M. 1999. Zonificación Agroecológica del cultivo de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). En: Libro de Resúmenes del 1er Taller Internacional Sobre Quinoa. Recursos Genéticos y Sist. de Producción. Proyecto Quinoa CIP-DANIDA, UNALM, CIP Y UNA-Puno.
- Tapia, M. 1977. Investigaciones en el Banco de Germoplasma de quinoa. En: Curso de quinoa. Ministerio de Alimentación. Fondo Simón Bolívar. IICA, publicación Miscelánea N° 170. Puno, Perú.
- Tellería, M.L.; Sgarbieri, V.C. y Amaya, J. 1978. Evaluación química y biológica de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), influencia de la extracción de las saponinas por tratamiento térmico. Arch. Latinoamer. Nutr. 28: 253-263 pp.
- Torrey, J.G. 1967. Development in Flowering Plants. MC Milán. New York.
- Valdivia, R.; Paredes, S.; Zegarra, A. Choquehuanca, V. y Reinoso, J. 1997. Manual del Productor de quinoa. Serie Manuales. Editorial Altiplano. CIRNMA. Puno, Perú.
- Vásquez, T. 1995. Evaluación de 40 genotipo de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) al Déficit Hídrico en cuatro fases fenológicas. Tesis de Magíster Scientiae en cultivos andinos. Escuela de Postgrado. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 89 p.
- Vimos, C. 1997. Evaluación y adaptación de 10 líneas promisorias de quinoa. En: Libro de resúmenes del IX Congreso Internacional de Cultivos Andinos. CICA-UNSAAC. Asoc. ARARIWA. Cusco, Perú.

Wilson. H. 1976. Biosystematic study of the Cultivated chenopods and Related species. Thesis Ph. D. Bloomington, University of. Indiana.

Zanabria, E. y Banegas M. 1997. Entomología Económica Sostenible. Plaga de los Cultivos Andinos: Papa y Quinoa y el Manejo Agroecológico en los Ecosistemas Frágiles de la Región Andina. Editorial Aquarium. Puno, Perú. 186 p.



# ANEXOS

**Anexo 1.** Longitud de panoja de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.

N° DE TRAT.	LÍNEAS DE QUINUA	RENDIMIENTO LONGITUD PANOJA (cm.)		
		I	II	III
T01	03-21-004 X 03-21-339	30	31	25
T02	03-21-004 X 03-21-043	32	26	28
T03	03-21-004 X 03-21-001	24	33	35
T04	03-21-004 X 03-21-002	30	23	21
T05	03-21-004 X 04-02-367	20	36	26
T06	03-21-043 X 03-21-001	34	36	32
T07	03-21-043 X 03-21-004	45	26	41
T08	03-21-043 X 04-02-339	34	26	37
T09	03-21-043 X 04-02-367	29	36	32
T10	03-21-024 X 03-21-043	29	28	29
T11	03-21-024 X 03-21-004	29	32	22
T12	03-21-024 X 04-02-339	33	26	35
T13	03-21-024 X 04-02-062	22	20	23
T14	03-21-024 X 04-02-367	36	32	27
T15	04-02-339 X 03-21-001	20	39	28
T16	Salcedo – INIA (TESTIGO)	29	46	23
T17	04-02-339 X 03-21-002	26	38	26
T18	04-02-339 X 04-02-062	31	31	33
T19	04-02-339 X 03-21-043	28	23	25
T20	03-21-001 X 03-21-004	25	26	35
T21	04-02-367 X 04-02-062	16	18	30

**Anexo 2.** ANVA: Longitud de panoja de las 21 líneas de quinua, salcedo, 2002-2003.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
BLOQUES	2	21.936	10.968	0.30	Ns
TRATAMIENTOS	20	903.651	45.182	1.24	Ns
ERROR	40	1456.063	36.401		
TOTAL	62				
C.V. %			20.58		
PROMEDIO			29.31		

**Anexo 3.** Diámetro de panoja de las 21 líneas de quinua, salcedo, 2002-2003.

Nº DE TRAT.	LÍNEAS DE QUINUA	DIÁMETRO DE PANOJA (cm)		
		I	II	III
T01	03-21-004 X 03-21-339	5	8	6
T02	03-21-004 X 03-21-043	6	6	4
T03	03-21-004 X 03-21-001	5	7	6
T04	03-21-004 X 03-21-002	9	6	6
T05	03-21-004 X 04-02-367	5	6	4
T06	03-21-043 X 03-21-001	6	8	6
T07	03-21-043 X 03-21-004	16	6	6
T08	03-21-043 X 04-02-339	7	5	6
T09	03-21-043 X 04-02-367	6	6	7
T10	03-21-024 X 03-21-043	6	7	6
T11	03-21-024 X 03-21-004	5	9	4
T12	03-21-024 X 04-02-339	8	6	6
T13	03-21-024 X 04-02-062	4	6	5
T14	03-21-024 X 04-02-367	6	6	6
T15	04-02-339 X 03-21-001	5	9	7
T16	Salcedo – INIA (TESTIGO)	5	7	7
T17	04-02-339 X 03-21-002	5	9	4
T18	04-02-339 X 04-02-062	7	6	7
T19	04-02-339 X 03-21-043	4	7	5
T20	03-21-001 03-21-004	5	6	7
T21	04-02-367 04-02-062	4	4	6

**Anexo 4.** ANVA: Diámetro de panoja de las 21 líneas de quinua, salcedo, 2002-2003.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
BLOQUES	2	8.667	4.333	1.29	ns
TRATAMIENTOS	20	56.381	2.819	0.84	ns
ERROR	40	134.667	3.367		
TOTAL	62				
C.V. %			29.63		
PROMEDIO			6.19		

**Anexo 5.** Altura de planta de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.

Nº DE TRAT.	LINEAS DE QUINUA	RENDIMIENTO ALTURA PLANTA (cm.)		
		I	II	III
1	03-21-004 X 03-21-339	147	140	132
2	03-21-004 X 03-21-043	134	105	150
3	03-21-004 X 03-21-001	131	153	135
4	03-21-004 X 03-21-002	150	139	138
5	03-21-004 X 04-02-367	148	151	122
6	03-21-043 X 03-21-001	132	144	160
7	03-21-043 X 03-21-004	157	130	142
8	03-21-043 X 04-02-339	147	136	146
9	03-21-043 X 04-02-367	146	132	147
10	03-21-024 X 03-21-043	137	147	135
11	03-21-024 X 03-21-004	129	136	130
12	03-21-024 X 04-02-339	160	140	130
13	03-21-024 X 04-02-062	127	128	135
14	03-21-024 X 04-02-367	147	153	147
15	04-02-339 X 03-21-001	120	141	147
16	SALCEDO - INIA	132	164	145
17	04-02-339 X 03-21-002	124	149	123
18	04-02-339 X 04-02-062	127	148	144
19	04-02-339 X 03-21-043	126	145	138
20	03-21-001 03-21-004	118	139	130
21	04-02-367 04-02-062	92	103	109

**Anexo 6.** ANVA: Altura de planta de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
BLOQUES	2	203.556	101.778	0.73	ns
TRATAMIENTOS	20	6026.317	301.316	2.15	ns
ERROR	40	5595.111	139.878		
TOTAL	62				
C.V. %			8.62		
PROMEDIO			137.12		

**Anexo 7.** Peso de materia seca de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003

N° DE TRAT.	LÍNEAS DE QUINUA	MATERIA SECA (t/ha.)		
		I	II	III
1	03-21-004 x 03-21-339	1.37	1.57	1.74
2	03-21-004 x 03-21-043	2.81	2.48	2.30
3	03-21-004 x 03-21-001	4.58	3.23	2.82
4	03-21-004 x 03-21-002	3.42	3.46	2.55
5	03-21-004 x 04-02-367	3.31	3.50	2.84
6	03-21-043 x 03-21-001	5.11	4.15	3.76
7	03-21-043 x 03-21-004	5.02	3.86	3.30
8	03-21-043 x 04-02-339	1.74	2.11	1.18
9	03-21-043 x 04-02-367	3.81	2.35	2.42
10	03-21-024 x 03-21-043	3.97	4.05	2.08
11	03-21-024 x 03-21-004	2.65	3.43	2.25
12	03-21-024 x 04-02-339	3.92	2.59	2.56
13	03-21-024 x 04-02-062	2.05	1.53	1.97
14	03-21-024 x 04-02-367	5.27	3.24	3.42
15	04-02-339 x 03-21-001	3.82	1.91	2.09
16	SALCEDO-INIA (TESTIGO)	2.08	2.32	2.00
17	04-02-339 x 02-21-002	2.88	2.68	2.26
18	04-02-339 x 04-02-062	3.01	2.54	2.03
19	04-02-339 x 03-21-043	4.10	3.53	2.92
20	03-21-001 x 03-21-004	2.81	3.02	2.74
21	04-02-367 x 04-02-062	2.40	1.46	1.97

**Anexo 8.** ANVA: Peso de materia seca de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
BLOQUES	2	9.619	4.810	22.43	**
TRATAMIENTOS	20	36.301	1.815	8.47	**
ERROR	40	8.576	0.214		
TOTAL	62				
C.V. %			16.17		
PROMEDIO			2.86		

**Anexo 9.** Área foliar del muestreo de 5 plantas por tratamiento de las 21 líneas de quinua, saicedo, 2002–2003

N° DE TRAT.	LÍNEAS DE QUINUA	ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )		
		I	II	III
1	03-21-004 x 03-21-339	998.80	991.85	925.82
2	03-21-004 x 03-21-043	974.82	977.57	983.12
3	03-21-004 x 03-21-001	939.38	996.63	961.81
4	03-21-004 x 03-21-002	1078.81	1170.27	1116.41
5	03-21-004 x 04-02-367	1022.22	1157.91	1125.16
6	03-21-043 x 03-21-001	1444.64	1520.86	1354.27
7	03-21-043 x 03-21-004	1343.80	1470.94	1344.28
8	03-21-043 x 04-02-339	1010.13	1115.18	1009.10
9	03-21-043 x 04-02-367	969.61	909.78	973.30
10	03-21-024 x 03-21-043	1083.49	1263.57	1134.48
11	03-21-024 x 03-21-004	1205.15	1337.87	1214.30
12	03-21-024 x 04-02-339	1001.21	1108.22	1005.11
13	03-21-024 x 04-02-062	960.20	995.43	929.52
14	03-21-024 x 04-02-367	1111.34	1325.38	1229.55
15	04-02-339 x 03-21-001	1210.25	1343.80	1301.01
16	SALCEDO-INIA (TESTIGO)	926.79	1016.11	1018.12
17	04-02-339 x 02-21-002	1093.34	1313.54	1215.20
18	04-02-339 x 04-02-062	1015.13	1140.68	1015.18
19	04-02-339 x 03-21-043	903.41	1020.21	934.99
20	03-21-001 x 03-21-004	932.72	950.45	996.47
21	04-02-367 x 04-02-062	989.03	919.05	968.53

**Anexo 10.** ANVA: Área foliar del muestreo de 5 plantas por tratamiento de las 21 líneas de quinua, salcedo, 2002–2003

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
BLOQUES	2	112028.495	5600014.247	34.91	Ns
TRATAMIENTOS	20	1374808.039	68740.402	42.85	**
ERROR	40	64174.906	1604.348		
TOTAL	62				
C.V. %			3.65		
PROMEDIO			1095.48		

**Anexo 11.** Rendimiento de grano de las 21 líneas de quinua, salcedo, 2002–2003.

N° DE TRAT.	LÍNEAS DE QUINUA	RENDIMIENTO DE GRANO (t/ha)		
		I	II	III
T01	03-21-004 x 03-21-339	2.02	2.38	2.49
T02	03-21-004 x 03-21-043	1.08	2.23	2.83
T03	03-21-004 x 03-21-001	1.56	2.31	2.01
T04	03-21-004 x 03-21-002	3.57	3.06	2.28
T05	03-21-004 x 04-02-367	2.86	2.81	2.71
T06	03-21-043 x 03-21-001	3.99	4.96	3.98
T07	03-21-043 x 03-21-004	2.23	2.22	2.72
T08	03-21-043 x 04-02-339	2.61	2.32	2.49
T09	03-21-043 x 04-02-367	2.11	2.00	2.29
T10	03-21-024 x 03-21-043	2.91	3.15	3.26
T11	03-21-024 x 03-21-004	3.57	2.64	3.50
T12	03-21-024 x 04-02-339	4.05	2.95	3.01
T13	03-21-024 x 04-02-062	2.32	1.24	1.34
T14	03-21-024 x 04-02-367	2.84	2.61	1.55
T15	04-02-339 x 03-21-001	2.41	3.46	3.66
T16	SALCEDO-INIA (TESTIGO)	2.92	3.19	3.27
T17	04-02-339 x 02-21-002	3.12	3.32	2.64
T18	04-02-339 x 04-02-062	3.31	2.03	2.90
T19	04-02-339 x 03-21-043	2.25	2.01	2.71
T20	03-21-001 x 03-21-004	1.34	2.66	2.25
T21	04-02-367 x 04-02-062	1.56	2.00	2.27

**Anexo 12.** ANVA: Rendimiento de grano de las 21 líneas de quinua, salcedo, 2002–2003.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
BLOQUES	2	0.056	0.028	0.11	ns
TRATAMIENTOS	20	23.845	1.192	4.68	**
ERROR	40	10.185	0.255		
TOTAL	62				
C.V. %			19.11		
PROMEDIO			2.64		

**Anexo 13.** Peso de 1000 granos de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.

N° DE TRAT.	LÍNEAS DE QUINUA	MIL GRANOS (g)		
		I	II	III
T01	03-21-004 x 03-21-339	3.04	3.24	3.33
T02	03-21-004 x 03-21-043	3.15	3.15	2.80
T03	03-21-004 x 03-21-001	3.07	2.97	2.94
T04	03-21-004 x 03-21-002	3.67	3.52	3.57
T05	03-21-004 x 04-02-367	3.19	3.42	3.27
T06	03-21-043 x 03-21-001	3.79	3.79	3.80
T07	03-21-043 x 03-21-004	3.55	3.75	3.77
T08	03-21-043 x 04-02-339	3.35	3.26	3.20
T09	03-21-043 x 04-02-367	3.54	3.56	3.22
T10	03-21-024 x 03-21-043	3.55	3.37	3.49
T11	03-21-024 x 03-21-004	3.51	3.27	3.08
T12	03-21-024 x 04-02-339	3.74	3.75	3.38
T13	03-21-024 x 04-02-062	3.44	3.46	3.43
T14	03-21-024 x 04-02-367	3.06	3.20	3.20
T15	04-02-339 x 03-21-001	3.77	3.65	3.28
T16	SALCEDO-INIA (TESTIGO)	3.21	3.51	3.21
T17	04-02-339 x 02-21-002	3.34	3.25	3.24
T18	04-02-339 x 04-02-062	3.05	2.93	3.36
T19	04-02-339 x 03-21-043	3.37	3.19	3.37
T20	03-21-001 x 03-21-004	3.38	3.41	3.45
T21	04-02-367 x 04-02-062	3.74	3.45	3.79

**Anexo 14.** ANVA: peso de 1000 granos de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
BLOQUES	2	0.037	0.019	0.88	Ns
TRATAMIENTOS	20	2.913	0.146	6.86	**
ERROR	40	0.849	0.021		
TOTAL	62				
C.V. %			4.31		
PROMEDIO			3.37		



**Anexo 15.** Porcentaje de severidad del mildiu (*Peronospora farinosa* Fr.)  
lectura 10 plantas de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002 –  
2003.

Nº DE TRAT.	LÍNEAS DE QUINUA	SEVERIDAD MILDIU (%)		
		I	II	III
T01	03-21-004 x 03-21-339	20	13	12
T02	03-21-004 x 03-21-043	12	13	11
T03	03-21-004 x 03-21-001	22	18	12
T04	03-21-004 x 03-21-002	12	13	12
T05	03-21-004 x 04-02-367	12	13	8
T06	03-21-043 x 03-21-001	1	8	2
T07	03-21-043 x 03-21-004	7	8	2
T08	03-21-043 x 04-02-339	29	16	24
T09	03-21-043 x 04-02-367	13	18	12
T10	03-21-024 x 03-21-043	15	10	12
T11	03-21-024 x 03-21-004	6	10	4
T12	03-21-024 x 04-02-339	10	11	4
T13	03-21-024 x 04-02-062	32	21	22
T14	03-21-024 x 04-02-367	10	10	6
T15	04-02-339 x 03-21-001	17	7	12
T16	SALCEDO-INIA (TESTIGO)	13	19	12
T17	04-02-339 x 02-21-002	20	18	22
T18	04-02-339 x 04-02-062	34	33	35
T19	04-02-339 x 03-21-043	48	37	26
T20	03-21-001 x 03-21-004	46	27	26
T21	04-02-367 x 04-02-062	36	30	25

**Anexo 16.** ANVA: Porcentaje de severidad del mildiu (*Peronospora farinosa* Fr.) lectura 10 plantas de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002 –  
2003.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
BLOQUES	2	310.222	155.111	8.37	ns
TRATAMIENTOS	20	5806.603	290.330	15.67	**
ERROR	40	741.111	18.528		
TOTAL	62				
C.V. %			25.36		
PROMEDIO			16.96		

**Anexo 17.** Contenido de saponina de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003

N° DE TRAT.	LÍNEAS DE QUINUA	CONTENIDO DE SAPONINA (%)		
		I	II	III
T01	03-21-004 x 03-21-339	0.066	0.588	0.489
T02	03-21-004 x 03-21-043	0.439	0.501	0.514
T03	03-21-004 x 03-21-001	0.017	0.104	0.017
T04	03-21-004 x 03-21-002	0.079	0.104	0.054
T05	03-21-004 x 04-02-367	0.290	0.539	0.626
T06	03-21-043 x 03-21-001	0.014	0.014	0.029
T07	03-21-043 x 03-21-004	0.024	0.043	0.024
T08	03-21-043 x 04-02-339	0.042	0.029	0.054
T09	03-21-043 x 04-02-367	0.688	0.638	0.576
T10	03-21-024 x 03-21-043	0.042	0.054	0.017
T11	03-21-024 x 03-21-004	0.700	0.762	0.762
T12	03-21-024 x 04-02-339	0.054	0.315	0.402
T13	03-21-024 x 04-02-062	0.253	0.203	0.153
T14	03-21-024 x 04-02-367	0.539	0.514	0.601
T15	04-02-339 x 03-21-001	0.066	0.079	0.076
T16	SALCEDO-INIA (TESTIGO)	0.017	0.054	0.104
T17	04-02-339 x 02-21-002	0.042	0.092	0.104
T18	04-02-339 x 04-02-062	0.129	0.066	0.091
T19	04-02-339 x 03-21-043	0.514	0.626	0.501
T20	03-21-001 x 03-21-004	0.563	0.452	0.576
T21	04-02-367 x 04-02-062	0.626	0.340	0.079

**Anexo 18.** ANVA: Contenido de saponina de las 21 líneas de quinua, Salcedo, 2002-2003

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
BLOQUES	2	0.201	0.011	0.90	ns
TRATAMIENTOS	20	3.470	0.173	14.94	**
ERROR	40	0.464	0.012		
TOTAL	62				
C.V. %			39.53		
PROMEDIO			0.27		

**Anexo 19. (Foto 1)** Deshierbo en la fase fenológica inicio de panojamiento.

**Anexo 19. (Foto 1) Deshierbo en la fase fenológica inicio de panojamiento.**



**Anexo 20. (Foto 2) Distanciamiento entre surcos y plantas de quinua.**



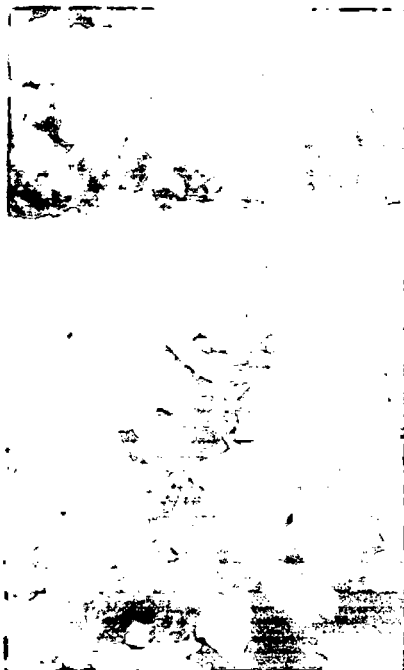
**Anexo 21. (Foto 3) Evaluación de severidad del mildiu en la fase fenológica ramificación.**



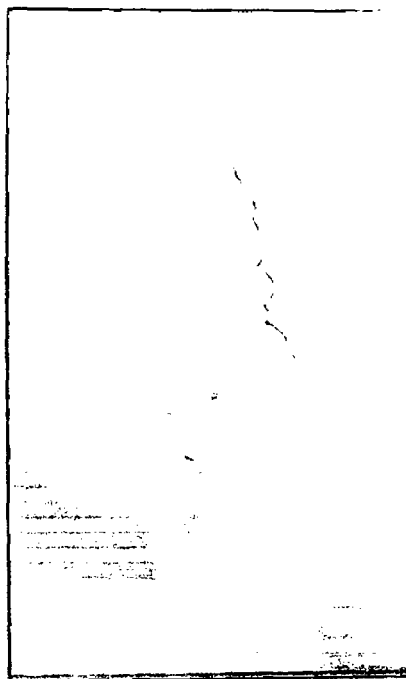
**(Foto 4) Evaluación de severidad del mildiu en la fase fenológica inicio de panojamiento.**



**(Foto 5 y 6) Evaluación de severidad del mildiu en la fase fenológica inicio de panoja y floración.**



**Foto 5. Inicio de Panoja**



**Foto 6. Inicio de Floración.**

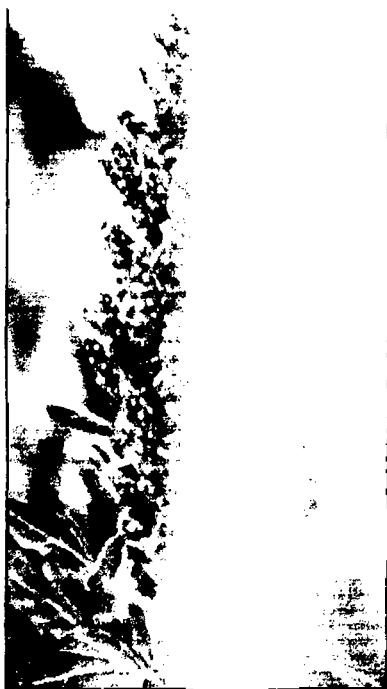
**(Foto 7) Evaluación de severidad del mildiu en la fase fenológica inicio de panojamiento.**



**Anexo 22. (Foto 8, 9 y 10) Tipos de Panojas Evaluadas.**



**Foto 8.** Panoja glomerulada.



**Foto 9.** Panoja amarantiforme



**Foto 10.** Panoja laxa