

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN – HUANUCO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**RENDIMIENTO DE CUATRO VARIEDADES COMERCIALES
DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) DEL INIA BAJO
CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DE LA MOLINA - LIMA**

Tesis para optar el título de

INGENIERO AGRÓNOMO

ANA LAURA RUCABADO MIRANDA

HUÁNUCO - PERÚ

2018

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida, por permitir hacer realidad mi sueño, por darme una familia grandiosa.

A mis queridos padres, en especial a mi madre Ana Miranda, por apoyarme cada momento, por sus dedicaciones, por ser una gran mujer y a mi padre José Rucabado por sus consejos.

A mis hermanos, Jhovana, Raquel y Diego, por sus apoyos y consejos. A mis sobrinos Margaret y Mathías, que son la alegría de la casa. A Addrin Abad por ser mi amigo, compañero y enamorado.

A mi abuelito querido Fidel Miranda Travesaño, que aunque ya no esté con nosotros, su deseo fue vernos realizados como profesional a todos sus nietos, y eso estamos cumpliendo. Hiciste mucho por nosotros abuelito, te recordaré y vivirás en mi corazón siempre.

AGRADECIMIENTO

Al Proyecto PNIA 069_PI denominado "Caracterización post cosecha de quinuas comerciales del INIA en condiciones productivas de la Región Lima para promover su consumo en el mercado nacional e internacional" por el financiamiento de la presente tesis.

Al Co-asesor Ing. Fredy Quispe Jacobo líder del proyecto, por sus enseñanzas y exigencias en la elaboración y procesamiento de los datos estadísticos de esta investigación, también por darme la oportunidad de formar parte del gran grupo de profesionales que conforman el Laboratorio de Valoración Industrial de los Recursos Genéticos del área "Valoración y Uso de los Recursos Genéticos", de la Subdirección de Recursos Genéticos del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA.

Al Mg. Sc Roberto Alvarado, por haberme dado la oportunidad de llegar al INIA, mi mayor aprecio y consideración.

Al Dr. Antonio Cornejo Y Maldonado, por su asesoramiento y las facilidades brindadas para el término de la tesis. A los miembros del jurado Dr. Fernando Gonzales, Dra. María Gutiérrez, M.Sc. Ignacio Severo por sus aportes, que han permitido mejorar la redacción de la presente investigación.

A mis compañeros y amigos Antonio Lanza, Diego Chirinos, Hans Amao, Julissa Condori, Miguel Guevara, Roció Galindo y en especial a la Ing. Karina Ccapa; quien considero una gran amiga; por los apoyos realizados en campo, quienes forman parte del Laboratorio de Valoración Industrial de los Recursos Genéticos del INIA.

Al técnico agropecuario Samuel por su apoyo, consejos y enseñanzas.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN.....	iii
SUMMARY.....	iv
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	15
2.2. ANTECEDENTES.....	33
2.3. HIPOTESIS.....	35
2.4. VARIABLES Y OPERACION DE VARIABLES.....	36
III. MATERIALES Y METODO.....	37
3.1. LUGAR DE EJEUCION DEL EXPERIMENTO.....	37
3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	39
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANALISIS.....	40
3.4. FACTORES Y VARIEDADES EN ESTUDIOS.....	44
3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	44
3.6. MATERIALES Y EQUIPOS.....	51
3.7. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	52
IV. RESULTADOS.....	58
4.1. VARIABLES DE RENDIMIENTOS.....	59
4.2. ATAQUE DE MILDIÚ EN LAS VARIEDADES.....	71
4.3. VARIABLES DE CALIDAD DE GRANO.....	75
V. DISCUSIÓN.....	79
VI. CONCLUSIONES.....	85
VII. RECOMENDACIONES.....	86
VIII. LITERATURA CITADA.....	87
ANEXO.....	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1:	Variedades comerciales de quinua en el Perú.....	22
Tabla N° 2:	Composición nutricional de la quinua y de los cereales más comunes (%).....	25
Tabla N° 3:	Contenido de aminoácidos esenciales en proteínas de quinua y otros cereales (g/100 g proteínas).....	27
Tabla N° 4:	Operación de variables.....	36
Tabla N° 5:	Variedades en estudio (variedades de quinua comerciales del INIA).....	44
Tabla N° 6:	Fuentes de variación y grados de libertad de ANOVA.....	45
Tabla N° 7:	Escala de evaluación de la reacción a mildiú (<i>Peronospora variabilis</i> Gäum) en hojas de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>).....	49

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro 01: Cuadros medios de altura de planta a la madurez fisiológica (cm), longitud de panoja (cm), diámetro de panoja (mm), peso de panoja (g), peso de granos por planta (g), peso de 1000 granos (g), y rendimiento de grano/hectárea (t/ha).....	60
Cuadro 02: Prueba de Duncan para altura de planta.....	61
Cuadro 03: Prueba de Duncan para longitud de panoja.....	62
Cuadro 04: Prueba de Duncan para diámetro de panoja.....	63
Cuadro 05: Prueba de Duncan para peso de panoja.....	64
Cuadro 06: Prueba de Duncan para rendimiento de semillas por planta.....	65
Cuadro 07: Prueba de Duncan para peso de 1 000 granos.....	66
Cuadro 08: Prueba de Duncan para rendimiento por hectárea.....	67
Cuadro 09: Prueba de Duncan para grado de severidad del mildiú a los 25 días después de siembra.....	68
Cuadro 10: Cuadros medios del grado de severidad e incidencia del mildiú a los 25, 50 y 75 dds, en las variedades comerciales de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) del INIA en condiciones agroecológicas de La Molina – Lima.....	69
Cuadro 11: Prueba de Duncan para grado de severidad del mildiú a los 50 días después de siembra.....	70
Cuadro 12: Prueba de Duncan para grado severidad del mildiú a los 75 días después de la siembra.....	71

Cuadro 13: Prueba de Duncan para grado de incidencia del mildiú a los 25 días después de siembra.....	72
Cuadro 14: Prueba de Duncan para grado de incidencia del mildiú a los 50 días después de siembra.....	73
Cuadro 15: Prueba de Duncan para grado de incidencia del mildiú a los 75 días después de siembra.....	74
Cuadro 16: Cuadrados medios de saponina (%) y proteína (%) de las variedades comerciales de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) del INIA en condiciones agroecológicas de La Molina – Lima....	76
Cuadro 17: Prueba de Duncan para contenido de saponina.....	76
Cuadro 18: Prueba de Duncan para contenido de proteína.....	77

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 01: Rango de temperaturas máximas y mínimas (°C) en el Distrito de La Molina, Lima. Campaña 2017 – 2018.....	94
ANEXO 02: Curva de variación de humedad relativa media mensual (%) en el distrito de La Molina, Lima. Campaña 2017 – 2018.....	94
ANEXO 03: Análisis de caracterización de suelo del campo experimental del INIA – La Molina. Campaña 2017 – 2018.....	95
ANEXO 04: Análisis de varianza de altura de planta (cm)	96
ANEXO 05: Análisis de varianza de longitud de panoja (cm)	96
ANEXO 06: Análisis de varianza de diámetro de panoja (mm).....	96
ANEXO 07: Análisis de varianza de peso de panoja	97
ANEXO 08: Análisis de varianza de rendimiento de semillas por planta.....	97
ANEXO 09: Análisis de varianza de peso de 1 000 granos	97
ANEXO 10: Análisis de varianza de rendimiento por hectárea	98
ANEXO 11: Análisis de varianza de grado de severidad a los 25 días después de siembra	98
ANEXO 12: Análisis de varianza de grado de severidad a los 50 días después de siembra	98
ANEXO 13: Análisis de varianza de grado de severidad a los 75 días después de siembra	99
ANEXO 14: Análisis de varianza de incidencia del mildiú a los 25 días después de siembra	99
ANEXO 15: Análisis de varianza de incidencia del mildiú a los 50 días después de siembra	99
ANEXO 16: Análisis de varianza de incidencia del mildiú a los 75 días después de siembra	100
ANEXO 17: Análisis de varianza de contenido de proteína	100
ANEXO 18: Análisis de varianza de contenido de saponina	100
ANEXO 19: Altura de planta (cm)	101

ANEXO 20: Longitud de panoja (cm).....	101
ANEXO 21: Diámetro de panoja (mm)	101
ANEXO 22: Peso de panoja (g)	102
ANEXO 23: Rendimiento de semillas por planta (g).....	102
ANEXO 24: Peso de 1 000 granos (g).....	102
ANEXO 25: Rendimiento de grano por hectárea (t/ha).....	103
ANEXO 26: Grado de severidad a los 25 días después de siembra.....	103
ANEXO 27: Grado de severidad a los 50 días después de siembra.....	103
ANEXO 28: Grado de severidad a los 75 días después de siembra.....	104
ANEXO 29: Grado de incidencia a los 25 días después de siembra.....	104
ANEXO 30: Grado de incidencia a los 50 días después de siembra.....	104
ANEXO 31: Grado de incidencia a los 75 días después de siembra.....	105
ANEXO 32: Contenido de saponina (%)	105
ANEXO 33: Contenido de proteína (%).....	105
ANEXO 34: Labores agronómicos.....	106
ANEXO 35: Incidencia y severidad del mildiú.....	110
ANEXO 36: Calidad de grano	112

**RENDIMIENTO DE CUATRO VARIEDADES COMERCIALES DE QUINUA
(*Chenopodium quinoa* Willd.) DEL INIA BAJO CONDICIONES
AGROECOLÓGICAS DE LA MOLINA – LIMA**

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la costa del Perú, ubicada a 245 msnm, tuvo como objetivo comparar el rendimiento de cuatro variedades comerciales de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) del INIA bajo condiciones agroecológicas de La Molina – Lima. Utilizando el diseño estadístico de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, siendo INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO, Quillahuaman INIA, INIA 431 – Altiplano y Salcedo INIA las variedades en estudio. Las variables en estudio fueron: altura de planta, longitud de panoja, diámetro de panoja, peso de panoja, rendimiento de semillas por planta, peso de 1 000 granos, rendimiento por hectárea, contenido de saponina y proteína asimismo se evaluó el porcentaje de incidencia y severidad del ataque de mildiú. Los resultados se analizaron estadísticamente utilizando el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Duncan. De las variedades evaluadas se observó que una variedad (INIA 431– Altiplano) obtuvo mejor respuesta a las condiciones de Costa, por su rendimiento (4.27t/ha), pero es considerada como moderadamente susceptible con infecciones variables de 20 a 50% del ataque del mildiú a partir de los 50 días de sembrado hasta su cosecha según la escala empleada en la evaluación, este cultivo es de grano semi-dulce por su concentración de saponina (0.25%), y contiene una concentración de proteínas de 14.73% menor que Quillahuaman INIA (15.22%) pero mayor que los cereales de consumo común (trigo, maíz, arroz). También se halló una variedad muy tolerante al ataque del mildiú pero no recomendable para su producción en la costa, por su bajo rendimiento (0.93 t/ha).

Palabra clave: Quinoa, rendimiento, mildiú, severidad, incidencia, saponina, proteína.

**PERFORMANCE FOUR COMMERCIAL VARIETIES OF QUINOA
(*Chenopodium quinoa* Willd.) INIA AGROECOLOGICAL UNDER
CONDITIONS OF MOLINA – LIMA**

SUMMARY

This research was conducted on the coast of Peru, located at 245 meters above sea level, aimed to compare the performance of four commercial varieties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) under agroecological conditions of INIA La Molina - Lima. Using the statistical design of complete randomized block with four replications, being INIA 433 - Santa Ana / AIQ FAO, Quillahuamán INIA, INIA 431 - Altiplano and Salcedo INIA varieties under study. The variables studied were: plant height, panicle length, diameter panicle weight panicle, seed yield per plant, weight of 1000 grains, yield per hectare, content saponin protein and also the percentage of incidence and severity of downy mildew attack was evaluated. The results were analyzed statistically using the analysis of variance and the comparison test Duncan. Of the varieties evaluated it showed that a variety (INIA 431- Altiplano) obtained better response to the conditions Costa, for their performance (4.27 t/ha), but is considered moderately susceptible to infections variables from 20 to 50% of the attack mildew from 50 days sowing to harvest according to the scale used in the assessment, this culture is semi-sweet grain concentration of saponin (0.25%), and contains a protein concentration of 14.73% less than Quillahuamán INIA (15.22%) but greater than the common consumer cereals (wheat, maize, rice). a very tolerant variety was also found to attack mildew but not recommended for production on the coast, its low yield (0.93 t/ha).

Keyword: Quinoa, performance, mildew, severity, incidence, saponin, protein.

I. INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*), conocido en quechua como chisiya, que significa “grano madre”. Es un grano andino que fue domesticado en los Andes Sudamericanos entre Perú - Bolivia, y fue un alimento básico de los incas durante miles de años. (Muñoz *et al.*, 2002), y en la actualidad se encuentra difundido a nivel mundial y comercialmente con alta demanda europeo por sus bondades nutricionales. (Estrada, 2010)

Este grano nativo es destacado como uno de los alimentos más sanos del planeta, por su alto contenido de proteínas, grasas poliinsaturadas, minerales y fibra. Además es una planta rústica, crece a grandes altitudes, donde las condiciones ambientales son extremas y los suelos son poco fértiles, pero tiene una gran capacidad de adaptación a climas como los de la costa peruana (Danielsen y Ames, 2000).

En el año 2013 se declaró por las Naciones Unidas como el “Año Internacional de la Quinua” con el objetivo de centrar la atención mundial sobre el papel que juega la biodiversidad de la quinua y su valor nutricional en la seguridad alimentaria y en la erradicación de la pobreza (FAO, 2012). En Perú entre los años 2005 y 2013, la tasa de crecimiento de la producción fue de 5% anual, pero a partir del 2013 presento una gran demanda externa, que hizo que el cultivo se extendiera hasta la costa del país. En el 2016, Perú aportó con el 53.3% del volumen total producido, le siguieron los países de

Bolivia y Ecuador los cuales produjeron 44% y 2.7% respectivamente (MINAGRI, 2017).

En el año 2016 la zona productora de Arequipa lideró con 3.4 t/ha, seguido por Tacna, Lambayeque, Lima con 2 t/ha y Junín (1.9 t/ha). La última posición fue Huánuco que solo rindió 0.8 t/ha. El rendimiento promedio nacional fue 1.2 t/ha. (MINAGRI, 2017). La producción de este grano andino en la zona costera del país es de un elevado rendimiento, pero no es orgánica, sino convencional. Esto se debe al combate de plagas y enfermedades que asolan a los cultivos de la Costa, por lo que el productor debe utilizar insumos químicos (respetando las buenas prácticas agrícolas).

La quinua, de acuerdo al ambiente donde se cultive está expuesta al ataque de una serie de plagas y enfermedades. La enfermedad más importante es el mildiu, causado por *Peronospora variabilis* Gäum., que afecta principalmente el follaje y puede causar una reducción considerable en el rendimiento (Danielsen y Ames, 2000). El mildiu tiene una amplia distribución, se la encuentra infectando campos de quinua en las zonas más productoras de los países de Perú, Ecuador y Bolivia. La producción de quinua con variedades con resistencia genética al mildiú puede contribuir al desarrollo económico y ecológico de las zonas productoras de la región andina.

Por lo expuesto, este trabajo de investigación evaluó a las variedades comerciales del INIA provenientes del Altiplano, Junín y Cusco e identificó a

la variedad con mejor respuesta de rendimiento, resistencia al ataque del mildiu y calidad de grano en condiciones agroecológicas de La Molina – Lima.

Por tal motivo, se formularon los siguientes objetivos:

Objetivo general

Comparar el rendimiento de cuatro variedades comerciales de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) del INIA bajo condiciones agroecológicas de La Molina – Lima.

Objetivos específicos

- a)** Identificar las variedades comerciales de quinua del INIA con altos rendimientos, deseables bajo condiciones agroecológicas de La Molina.
- b)** Evaluar el grado de severidad e incidencia del mildiú en las cuatro variedades comerciales de quinua del INIA en condiciones agroecológicas de La Molina.
- c)** Identificar las variedades comerciales del INIA con mejor calidad de grano en condiciones agroecológicas de La Molina.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1. Origen

La quinua (*Chenopodium Quinoa* Willd) ha sido descrita por primera vez en sus aspectos botánicos por Willdenow en 1778, como una especie nativa de Sudamérica cuyo centro de origen, según Buskasov se encuentra en los Andes de Perú y Bolivia (Cárdenas, 1944). En estas áreas se encuentra la mayor diversidad de plantas cultivadas y parientes silvestres (Gandarillas 1979). Existen evidencias y estudios botánicos y citogenéticas claros de la distribución de los parientes silvestres y, evidencias de domesticación. Proceso que probablemente se inició con el uso de sus hojas y luego de las semillas. La especie se adaptó a diferentes condiciones agroclimáticas, edáficas y usos (Mujica *et al.*, 2002).

Se Identificaron cuatro grandes grupos según las condiciones agroecológicas donde la quinua se desarrolla: Valles interandinos (Colombia, Ecuador y Perú), Altiplano (Perú y Bolivia), Salares (Bolivia, Chile y Argentina) y Nivel del mar (Chile), los que presentan características botánicas, agronómicas y de adaptación diferentes (Lescano, 1994).

2.1.2. Importancia

La importancia de la quinua reside en la alta calidad como alimento, la utilización completa de la planta y su amplia adaptación a condiciones agroecológicas (Mujica y Jacobsen, 2006), Las bondades peculiares del cultivo de la quinua están dadas por su alto valor nutricional. El contenido de proteína de la quinua varía entre 13.81% y 21.9 % dependiendo de la variedad. Debido al elevado contenido de aminoácidos esenciales de su proteína. La quinua es considerada como el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales, que se encuentran extremadamente cerca de los estándares de nutrición humana (FAO, 2011). El balance de los aminoácidos esenciales de la proteína de la quinua es superior al trigo, cebada y soya, comparándose favorablemente con la proteína de la leche (Risi, 1993, mencionado por la FAO, 2011).

En la medicina se le atribuyen propiedades cicatrizantes, desinflamantes, analgésicas y desinfectantes. Como potencial económico de la quinua se utiliza todo hasta el polvillo de saponificado en la alimentación animal y las hojas frescas en la alimentación humana, que comparativamente es superior a las hojas de la espinaca en contenido de proteínas (Mujica y Jacobsen, 2006). Lo cual en los últimos años ha despertado interés entre pequeños productores, empresas agroindustriales, instituciones públicas y privadas (Calixto, 2017).

Por la importancia nutricional atribuida a la quinua es demandada últimamente por Alemania, Dinamarca, Francia, Japón, Gran Bretaña y USA (Mujica y Jacobsen, 2006).

2.1.3. Clasificación taxonómica

Mujica *et.al.* (2002), clasifica de la siguiente manera:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Caryophyllales
Familia	: Amaranthaceae
Género	: <i>Chenopodium</i>
Especie	: <i>Chenopodium quinoa</i> Willd

2.1.4. Características botánicas

- **Raíz**

Es tipo pivotante, vigorosa, profunda, bastante ramificada y fibrosa. Al germinar lo primero que se alarga es la radícula, que continúa creciendo y da lugar a la raíz pivotante con gran cantidad de raicillas o pelos absorbentes que nacen a distintas alturas y en algunos casos son tenues y muy delgadas, alcanzando en casos de sequía hasta 1.80 m de profundidad, lo cual guarda estrecha relación con la altura de la planta (Mujica *et al.*, 2002). Su desarrollo

y crecimiento está determinado por el genotipo, tipo de suelos, nutrición y humedad entre otros factores. (Gómez y Aguilar, 2016)

- **Tallo**

Es una planta erguida, con una altura que varía de 0.3 a 3 m, dependiendo de los genotipos. Es casi cilíndrico en la parte del cuello y anguloso desde el comienzo de las ramificaciones, posee una epidermis cutinizada, corteza firme, compacta con membranas celulósicas, interiormente contiene una médula que a la madurez desaparece. Su diámetro puede variar desde 1 a 8 centímetros (Mujica, 1988; Mujica et al., 2010).

- **Hoja**

Las hojas tienen dos partes diferenciadas: el peciolo y la lámina. El color del peciolo puede ser verde, rosado, rojo y púrpura. Las hojas y las partes tiernas de la planta están generalmente cubiertas con una pubescencia vesicular granular blanca, rosada o púrpura. El color de la lámina predominantemente es verde; en algunas variedades puede observarse hojas de color verde-púrpura. A la madurez las láminas se tornan amarillas, naranjas, rosadas, rojas o púrpuras. (Gómez y Aguilar, 2016)

- **Inflorescencia**

Es una panoja, formada por un eje central, ejes secundarios y terciarios que sostienen a los glomérulos (grupos florales). Se puede observar dos tipos de panojas; en la amarantiforme los glomérulos nacen del eje secundario; en la glomerulada los glomérulos nacen en los ejes terciarios. Las panojas

pueden ser compactas, intermedias y laxas, dependiendo de la longitud de los ejes de la inflorescencia y de los glomérulos (Calixto, 2017).

- **Flores**

Son pequeñas, incompletas, sésiles y desprovistas de pétalos, constituida por una corola formada por cinco piezas florales sepaloideas, pudiendo ser hermafroditas y pistiladas (femeninas) en la misma inflorescencia. En el ápice del glomérulo se localizan las flores hermafroditas y alrededor de ellas las flores pistiladas o femeninas. El porcentaje de flores hermafroditas y pistiladas en la inflorescencia es variable en función a los genotipos (Mujica *et al.*, 2002). Las flores permanecen abiertas por un período que varía de 5 a 7 días, y como no se abren simultáneamente, se determinó que el tiempo de duración de la floración está entre 12 a 15 días (Mujica *et al.*, 1992; Lescano, 1994).

- **Fruto**

Es un aquenio cubierto por el perigonio sepaloide de forma de estrella, que rodean el fruto y se desprenden con facilidad a la madurez; sin embargo, en algunos casos puede permanecer adherido al grano incluso después de la trilla dificultando la cosecha y el procesamiento industrial de los granos. (Gómez y Aguilar, 2016; Calixto, 2017).

- **Semilla**

Presenta tres partes bien definidas que son: epispermo, embrión y perisperma. El epispermo, es la capa que cubre la semilla y está adherida al

pericarpio. El embrión, está formado por dos cotiledones y la radícula y constituye, aproximadamente, el 30% del volumen total de la semilla y envuelve al perispermo como un anillo, con una curvatura de 320 grados. La radícula, muestra una pigmentación de color castaño oscuro. El perispermo es el principal tejido de almacenamiento; reemplaza al endospermo y está constituido mayormente por granos de almidón, es de color blanquecino y representa prácticamente el 60% de la semilla. (Gallardo y Gonzales, 1997; FAO, 2011)

El color de los granos depende de la capa en observación. Si las variedades mantienen el perigonio sepaloide (tépalos de las flores) los colores son verdes, rojos y púrpura. Si se observa el pericarpio los colores pueden ser blanco, crema, amarillo, naranja, rojo, rosado, púrpura, marrón, gris y negro (Gómez y Aguilar, 2016).

Por otro lado si el pericarpio se desprende durante el proceso de eliminación de la saponina (cuyo grado de amargor varía según las variedades), la capa observada es la envoltura de la semilla o epispermo y puede ser blanca, crema, roja, marrón, gris o negra (Gallardo y Gonzales 1997; FAO, 2011). Su tamaño varía entre 1.5 – 2.6 mm y se clasifican según su tamaño, en grandes (2.2 – 2.6 mm) medianas (1.8– 2.1 mm) y pequeñas (menores de 1.8 mm). (Álvarez, 1993).

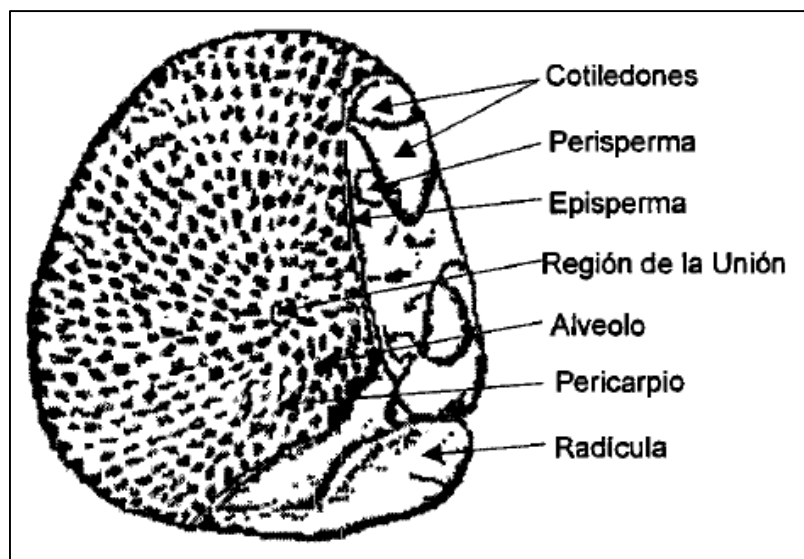


Figura N° 1. Partes del grano de la quinua

Fuente: Mujica, A. 1992

2.1.5. Variedades comerciales de quinua del INIA

En el Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA, ha puesto a disposición de los productores agrarios a nivel nacional, 20 cultivares mejorados que responde a la demanda tecnológica de las regiones productoras del país, en cuanto a rendimiento, calidad de grano, resistencia a enfermedades y plagas (Apaza *et al.*, 2013). En la tabla N° 1 se presenta la relación de los 20 cultivares mejorados con una descripción general relacionada con su contenido de saponina, color y tamaño de grano y la región de cultivo en el Perú.

- **INIA 431 – Altiplano**

Variedad liberada en el año 2013. Originaria de la región Puno proveniente de la cruce de la variedad Illpa INIA x Salcedo INIA. Su adaptación es en el altiplano puneño entre los 3800 y 3950 msnm, con clima semi seco

frio, precipitación pluvial de 400 a 560 mm, con temperaturas de 6° a 17°C, en suelos de textura franco y franco arenoso con pH de 5.5 a 7.8.

Su característica de la panoja en cuanto a longitud y diámetro oscila entre 33.80 y 8.60 cm respectivamente. Rendimiento promedio de semilla por planta es 30.5 g. y peso de 1 000 granos es de 3.30 g. Las características bromatológicas, proteínas contiene 16.19%, contenido de saponina con 0.03% y no contiene efusión de saponina (Apaza *et al*, 2013).

Tabla N° 1. Variedades Comerciales de Quinua en el Perú

Nombre	Contenido Saponina	Color de Grano		Tamaño	Región Recomendada
		Pericarpio (capa-fruto)	Episperma (capa-semilla)		
INIA 431- ALTIPLANO	Dulce	Crema	Blanca	Grande	Altiplano y costa
INIA 427- AMARILLA SACACA	Amarga	Amarilla	Blanca	Grande	Valles interandinos
INIA 420- NEGRA CCOLLANA	Dulce	Gris	Negra	Pequeña	Altiplano, valles interandinos y costa
INIA 415 PASANKALLA	Dulce	Gris	Roja	Mediana	Altiplano, valles interandinos y costa
ILLPA INIA	Dulce	Crema	Blanca	Grande	Altiplano
SALCEDO INIA	Dulce	Crema	Blanca	Grande	Altiplano, valles interandinos y costa
QILLAHUAMAN INIA	Semi dulce	Crema	Blanca	Mediana	Valles interandinos
AYACUCHANA INIA	Semi dulce	Crema	Blanca	Pequeña	Valles interandinos
AMARILLA MARANGANÍ	Amarga	Naranja	Blanca	Grande	Valles interandinos

BLANCA DE JULI	Semi dulce	Crema	Blanca	Pequeña	Altiplano
BLANCA DE JUNÍN	Semi dulce	Crema	Blanca	Mediana	Valles interandinos y costa
CHEWECA	Semi dulce	Crema	Blanca	Mediana	Altiplano
HUACARIZ	Semi dulce	Crema	Blanca	Mediana	Valles interandinos
HUALHUAS	Dulce	Crema	Blanca	Mediana	Valles interandinos
HUANCAYO	Semi dulce	Crema	Crema	Mediana	Valles interandinos
KANCOLLA	Semi dulce	Crema	Blanca	Mediana	Altiplano
MANTARO	Dulce	Crema	Crema	Mediana	Valles interandinos
ROSADA DE JUNÍN	Semi dulce	Crema	Blanca	Pequeña	Valles interandinos
ROSADA TARACO	Amarga	Crema	Blanca	Pequeña	Altiplano
ROSADA DE YANAMANGO	Semi dulce	Crema	Blanca	Mediana	Valles interandinos

Fuente: Apaza *et al.* (2013)

- **Salcedo INIA**

Varietal liberada en el año 1995. Originaria de la Región Puno proveniente de la cruce de las variedades Real Boliviana x Sajama en Puno. Su adaptación es en la zona del altiplano entre los 3800 y 3950 msnm, con clima semi seco frio, precipitación pluvial de 400 a 560 mm, con temperaturas de 6 a 17°C, en suelos de textura franco y franco arenoso con pH de 5.5 a 7.8. Valle interandino y costa de 640 a 1314 msnm, temperatura máxima de 24 a 25°C en suelos de textura arenosa. Su característica de la panoja en cuanto a longitud es de 34 a 40 cm y diámetro de 8.40 a 10.90 cm. Rendimiento promedio de semilla por planta es 40 a 48.73 g y peso de 1000 granos es de

3.10 a 3.70 g. Las características bromatológicas, proteínas contiene 16.23%, contenido de saponina con 0.02% y efusión de saponina es dulce (Apaza *et al*, 2013).

- **Quillahuaman INIA**

Variedad liberada en el año 1990, originaria en la Región Cusco. Su adaptación optima es en los pisos de valles interandinos de las regiones de Cusco y Apurímac, hasta los 3500 msnm. Su característica de la panoja en cuanto a longitud es de 23.50 a 32.80 cm y diámetro de 10.00 a 13.00 cm. Rendimiento promedio de semilla por planta es 64.50 a 78.30 g y peso de 1 000 granos es de 1.80 a 2.60 g. Las características bromatológicas, proteínas contiene 13.58%, contenido de saponina con 3.00% y efusión de saponina es regular (Apaza *et al*, 2013).

- **INIA 433 – Santa Ana/AIQ FAO**

Originario de la región Junín, proviene de la cruce Illpa INIA x Sajama. Con adaptación desde 2800 a 3700 msnm. Periodo vegetativo 160 días, rendimiento 3500 kg/ha. Moderadamente tolerante al mildiu (Apaza *et al*, 2013).

2.1.6 Valor nutritivo

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es reconocida a nivel mundial por su alto valor nutricional y no contiene gluten, por lo que es una alternativa para personas con problemas de intolerancia a este producto (Quispe, 2015).

La calidad nutricional del grano es importante por su contenido y calidad proteínica, siendo rico en los aminoácidos lisina y azufrados, mientras que por ejemplo las proteínas de los cereales son deficientes en estos aminoácidos (FAO, 2011), el valor calórico es mayor que otros cereales, tanto en grano y en harina alcanza 350 Cal/100g, que lo caracteriza común alimento apropiado para zonas y épocas frías (Chacchi, 2009). En el Tabla N° 2 se muestra la composición química proximal de los granos de quinua, está constituida por 12.9% de humedad; 14.4%, de proteína; 6.0% de grasa; 2.9% de ceniza; 72.6% de carbohidratos; 4.0% de fibra (Repo-Carrasco, 1992).

Tabla N° 2. Composición nutricional de la quinua y de los cereales más comunes (% en b.s)

Producto	Proteína	Grasa	Fibra cruda	Cenizas	Carbohidratos
Quinua	14.4	6.0	4.0	2.9	72.6
Sorgo	12.4	3.6	2.7	1.7	70.7
Maíz	11.1	4.9	2.1	1.7	80.2
Arroz	9.1	2.2	10.2	7.2	71.2
Trigo	10.5	2.6	2.5	1.8	78.6

Fuente: Repo-Carrasco (1992)

- **Proteína**

En cuanto a la cantidad y calidad de la proteína de quinua, Bálamo (2002) lo sitúa entre los alimentos andinos nativos que aportan una cantidad importante de proteínas. Sin embargo, Repo-Carrasco (1992), menciona que la quinua no tiene un contenido especialmente alto de proteínas sino su

importancia radica en la calidad de proteína. El contenido de proteína de la quinua varía entre 13.81 y 21.9%, dependiendo de la variedad. La quinua es considerada como el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales (FAO, 2011). Indica que solo cuatro aminoácidos esenciales limitan la calidad de las dietas humanas mixtas Tabla N° 3. Estos aminoácidos son la lisina, la metionina, la treonina y el triptófano.

- **Saponina**

Gandarillas (1979), mencionan que la saponina se ubica en la primera membrana del epispermo (capa externa), su contenido y adherencia en los granos es muy variable y ha sido motivo de diferentes estudios y técnicas para eliminarla, por el sabor amargo que confiere al grano.

Tradicionalmente, las semillas de quinua son desgastadas mecánicamente para retirar el salvado, donde se sitúan predominantemente las saponinas, o son lavadas con agua para quitar amargura antes de su uso (FAO, 2013). Las saponinas son sustancias con la capacidad de formar espuma cuando son extraídas con agua (Koziol, 1991), se consideran una familia de metabolitos secundarios y se lograron identificar 4 subgrupos: el primero son las saponinas triterpénicas, las segundas son las saponinas esteroidales, las terceras saponinas esteroidales alcalinas y el último son las saponinas de organismos marinos. Las saponinas del primer grupo se encuentran ampliamente distribuidas en el reino de las dicotiledones (Mujica y Jacobsen 2006).

Tabla N° 3. Contenido de aminoácidos esenciales en proteínas de quinua y otros cereales (g/100 g proteínas)

Aminoácidos	Quinua	Trigo	Arroz
Histidina	3.2	2.0	2.1
Isoleucina	4.4	4.2	4.1
Leucina	6.6	6.8	8.2
Lisina	6.1	2.6	3.8
Metionina + Cisterna	4.8	3.7	3.6
Fenilalanina + Tirosina	7.3	8.2	10.5
Treonina	3.8	2.8	3.8
Triptófano	1.1	1.2	1.1
Valina	4.5	4.4	6.1

Fuente: Koziol (1992)

Repo-Carrasco (1992) refiere que estos compuestos son tóxicos para los moluscos, ya que rompen la cadena de transmisión de las equistosomiasis (fiebre de caracol). Además tienen aplicaciones terapéuticas como efecto protector del cáncer de estómago e intestinos, reducen la colesterolemia y son antiinflamatorios; también se les atribuye propiedades expectorantes y antitúxicas (Risco, 2014). Entre los modos de acción que se han propuesto para la actividad anticancerígena de las saponinas se incluyen el efecto antioxidante, el carácter citotóxico para las células cancerígenas, la modulación inmunológica y la regulación de la proliferación celular (Gandarillas, 1979).

2.1.7 Enfermedad del Mildiú (*Peronospora variabilis* Gäum)

Gómez y Aguilar (2016), menciona que la quinua está expuesta a una serie de plagas y enfermedades que afectan principalmente el follaje, tallo, panoja y granos, pero el mayor daño es ocasionado por la polilla y el Mildiu. En condiciones favorables para su desarrollo, pueden ocasionar pérdidas de hasta 100%.

- **Mildiú (*Peronospora variabilis* Gäum)**

Danielsen *et al* (2000). menciona que de todas las enfermedades que afecta a la quinua se considera mildiu como la más importante y generalizada, pues afecta a la quinua donde quiera que se cultive prospera mejor bajo condiciones de tiempo frío y alta humedad. El mildiu es el patógeno más severo en la quinua y la afecta tanto en costa, en el altiplano como en valles interandinos, también se informa sus daños en otros lugares fuera de la región andina. (Gómez y Aguilar, 2016).

Danielsen y Ames (2000), indican que el mildiu afecta principalmente al follaje de la planta. Se hace evidente inicialmente como ligeros puntitos cloróticos visibles en la cara superior de las hojas. Los puntos cloróticos crecen y forman áreas cloróticas grandes e irregulares que inicialmente se observan como clorosis en la cara superior y luego como necrosis. Simultáneamente, la zona clorótica en la cara inferior de la hoja se recubre de un afelpamiento de color gris violeta constituido por las estructuras

esporulativas del patógeno. Generalmente al final de la época lluviosa sólo se encuentra hojas con manchas necróticas, pero no se observa la esporulación característica del patógeno en actividad.

Los distintos cultivares de quinua reaccionan de manera diferente a la enfermedad. La reacción de la planta ante el ataque de *Peronospora*, o sea la expresión de los síntomas, es influenciada por el genotipo de la planta, por el genotipo del patógeno y por las condiciones del medio ambiente. Así, en los cultivares resistentes puede haber una reacción de hipersensibilidad en cuyo caso sólo se observan pequeñas manchas similares a las causadas por picadura de insectos. En los cultivares más susceptibles en cambio, la mancha se agranda sucesivamente tomando una coloración amarillenta, rojiza o marrón, dependiendo del pigmento que predomina en la planta. En un campo afectado se observa a menudo la presencia de plantas con desarrollo limitado o completamente enanizadas, en algunos casos con las hojas distorsionadas y las inflorescencias pequeñas y retorcidas. Esto presumiblemente sea consecuencia de una infección sistémica que ocurre cuando la infección inicial se ha producido en estado de plántula por inóculo proveniente del suelo o de la semilla (Danielsen y Ames, 2000).

2.1.8 Medida de control contra aves

Según Robles (2003), menciona las siguientes medidas de control para el cultivo de quinua:

- Cintas de cassette, se colocan cintas distribuidas en todo el campo, atravesándola de un extremo a otro. La cinta produce brillo por el sol y ruido con el viento.
- Tiras de plástico con papeles metálicos, se extienden cuerdas de un extremo a otro en todo el campo, y se cuelga tiras de plástico con papeles metálicos. Produce brillo y ruido.
- Repelente químico Bidrim ((E)- 2 dimetil caramoil- 1-metilvimil), se aplica en todo el campo y produce un olor desagradable para las aves.
- Enmallado, este método consiste en cubrir todo el campo de quinua con una malla antipájaro, de cocada 19 x 19 mm, para evitar la entrada de aves.

2.1.9 Producción

El Ministerio de Agricultura y Riego señaló que el Perú se mantiene como el principal productor mundial de quinua con 79 mil 269 toneladas en 2016, cantidad que representó el 53.3% del volumen total a nivel global y que se mantiene en el presente año (Diario El Correo, 2017). Conforme a las estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Bolivia y Ecuador contribuyeron con el 44% y 2.7% de la producción mundial, ubicándose en el segundo y tercer lugar respectivamente.

Asimismo, el Perú continúa como el principal exportador mundial de quinua desde 2014 con envíos de 44.3 mil toneladas de este producto en 2016, (47.3% del volumen global exportado) conforme a TRADE MAP, proveedor de estadísticas del comercio internacional (Diario correo, 2017). Luego vienen Bolivia (31.4%), Estados Unidos (5.6%) y Países Bajos (3.6%).

La Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria del MINAGRI, indicó que la principal zona productora de quinua en el Perú durante el año 2016, fue Puno con 35 mil 166 toneladas que representó el 44.4% de la producción nacional. Luego vinieron Ayacucho (21%), Apurímac (8.1%), Arequipa (7.8%), Cusco (5%) y Junín (4.8%). En el caso de la región Puno, las áreas de mayor producción fueron las provincias de Azángaro (20.7%), El Collao (15.9%) y San Román (14.1%) (Diario El Correo, 2017).

2.1.10 Rendimiento

En el año 2016 la zona productora de Arequipa lideró con 3.4 t/ha., seguido por Tacna, Lambayeque, Lima con 2 t/ha y Junín con 1.9 t/ha. La última posición fue Huánuco que rindió 0.8 t/ha. El rendimiento promedio nacional fue 1.2 t/ha. Por otro lado, en los primeros diez meses del 2017, se produjeron 79.2 miles de toneladas, volumen superior en 2% respecto al mismo periodo del año 2016 (77.4 miles de toneladas). Este resultado fue consecuencia de una mayor participación de las zonas productoras de Puno (MINAGRI, 2017).

2.1.11 Condiciones edafoclimáticas

- **Clima y temperatura:** La amplia variabilidad genética de la quinua hace que puedan prosperar en diversos climas desde los niveles del mar, las partes altas andinas y hasta en la ceja de la selva (Mujica, 1988). Puede tolerar temperaturas bajas (-1°C) y altas (35°C) en la fase de crecimiento y formación de la inflorescencia, sin embargo estas temperaturas extremas pueden causar problemas en la formación y desarrollo de los granos. El rango de temperatura óptima para su desarrollo esta alrededor de 18° a 25°C (Sánchez y Chapoñan, 2015).
- **Humedad:** La humedad que recibe el cultivo durante su ciclo de vida, proviene mayormente de las precipitaciones, y estas varían de 300 a 800mm. La quinua se considera tolerante a la sequía; sin embargo se requiere un mínimo de humedad durante la fase de llenado del grano para asegurar un buen rendimiento (Sánchez y Chapoñan, 2015).
- **Suelo:** La planta requiere de suelos francos, franco-arenosos, franco-arcilloso, con buen drenaje, con pendientes moderadas, con profundidad promedio y deben tener contenidos altos de materia orgánica porque es exigente en nitrógeno (Calla, 2012).
- **Agua:** La planta prospera en suelos de costa que son secos y también en suelos de selva que son húmedos, pero la disponibilidad de humedad del suelo es un factor determinante especialmente en las

primeras etapas del cultivo desde emergencia hasta las primeras cuatro hojas (Calla, 2012).

2.2. ANTECEDENTES

Andina (2013), menciona que el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) inició sus trabajos de investigación en la Sede Central de La Molina – Lima, con el propósito de impulsar la producción de quinua en nuevas zonas agrícolas del país para beneficio de los medianos y pequeños agricultores; evaluó ocho variedades de quinua entre ellos Salcedo INIA y Altiplano INIA, y presentaron rendimiento de 3.2 t/ha y 4 t/ha, respectivamente.

INIA (2014), indica que en la costa se está masificando su cultivo por su rendimiento de grano que llegan hasta 5.0 t/ha con las variedades de Salcedo INIA e INIA 431 – Altiplano. Mendoza, *et al.* (2016), señala que la productividad está influenciada por la fertilización nitrogenada, época de siembra y daños causado por aves plaga, evaluó dos variedades Altiplano INIA y Salcedo INIA, en el distrito de Huacho y encontró que la variedad Altiplano INIA superó en rendimiento con 2.5 t/ha a la variedad Salcedo INIA con 2.3 t/ha. Flores (2016), estudió el comportamiento agronómico de nueve variedades de quinua en Majes, resultó la variedad Salcedo INIA con el mayor rendimiento de 5 807 kg/ha a comparación de las demás, con una longitud de panoja de 48.00 cm, y en 1 000 granos fue de 3.48 g.

Rosas (2015), estudió 10 variedades de quinua en la Región Junín, reportó datos agronómicos de las variedades INIA 431 - Altiplano y Salcedo INIA; encontró rendimientos de 4 017 kg/ha y 3 047.8 kg/ha, altura de plantas de 132.67 cm y 113.33 cm, longitud de panoja de 32 cm y 31.8 cm, diámetro de panoja de 6.18 cm y 5.8 cm, peso de 1 000 granos de 3.42 g y 3.62 g, porcentaje de proteínas de 15.1 % y 14.1 %, respectivamente.

Según Calixto (2017), señala que la enfermedad del mildiú se desarrolla según las condiciones favorables del clima y la susceptibilidad de las variedades de quinua. Según los niveles de infección separo dos grupos de plantas: moderadamente susceptibles y muy susceptibles, y observó 1500 a 7500 oosporas/kg de semillas para el primer grupo y 12000 a 45000 oosporas /kg de semillas para el segundo grupo respectivamente.

Bálsamo (2002), en su trabajo de investigación dio como resultado la uniformidad del método afrosimétrico con el equipo agitador al no encontrar diferencias significativas entre alturas de espuma para diferentes ensayos con la misma variedad. Para que disminuya la variabilidad de las lecturas de altura de espuma con el equipo agitador, determinó que la cantidad de muestra a usar siendo $0.5 \text{ g} \pm 0.003$ de quinua en 5 mL de agua destilada (pH = 6.0), con granos clasificados entre 2.0 – 2.4 mm. También encontró la curva de calibración para el equipo agitador construido que relaciono la altura de espuma y el porcentaje de saponinas en quinua; la recta obtenida tuvo por

ecuación $Y = 3.74x + 0.29$; con un R^2 de 0.93; y es válida para un rango de 0- 1.69 % (b.s).

2.3. HIPOTESIS

Hipótesis general

Las cuatro variedades comerciales de quinua del INIA presentan los mismos rendimientos, resistencia a mildiú y calidad de grano bajo condiciones agroecológicas de La Molina – Lima.

Hipótesis específico

1. Las variedades comerciales de quinua del INIA presentan los mismos rendimientos bajo condiciones agroecológicas de La Molina.
2. Las cuatro variedades comerciales de quinua presentan el mismo grado de severidad e incidencia del mildiú bajo condiciones agroecológicas de La Molina.
3. Las cuatro variedades comerciales de quinua del INIA presentan la misma calidad de grano bajo condiciones agroecológicas de La Molina.

2.4. VARIABLES Y OPERACION DE VARIABLES

2.4.1. Variables dependiente, independiente e intervinientes

Tabla N° 4. Operación de variables

VARIABLES (DEPENDIENTE)	INDICADORES	SUB INDICADORES
Rendimiento	Altura de planta	
	Longitud de panoja	
	Diámetro de panoja	
	Peso de panoja	
	Peso de 1000 granos	
	Rendimiento de semilla/planta	
	Rendimiento de grano/hectárea	
Resistencia al mildió	Grado de severidad	Porcentaje de severidad (número de hojas afectadas)
	Incidencia	Porcentaje de infección
Calidad de grano	Contenido de proteína	peso seco
	Contenido de saponina	Nivel de espuma
VARIABLE (INDEPENDIENTE)	Quillahuaman INIA Salcedo INIA INIA 413 - Altiplano INIA 433 – Santa Ana/AIQ FAO	
VARIABLE (INTERVINIENTE)	Clima	
	Suelo	

Fuente: Elaboración propia

III. MATERIALES Y METODO

3.1. LUGAR DE EJEUCION DEL EXPERIMENTO

El presente experimento se llevó acabo en el Centro Experimental La Molina del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA, cuya posición geográfica y ubicación política es la siguiente.

Ubicación Política:

Región : Lima
Provincia : Lima
Distrito : La Molina
Lugar : Centro Experimental - INIA

Posición geográfica:

Latitud Sur : 12° 04' 28.83"
Longitud Oeste : 76° 56' 43.04"
Altitud : 245 msnm

3.1.1. Condiciones agroecológicas

El lugar donde se llevó a cabo el experimento se caracteriza por tener un clima templado cálido. Presentan temperaturas que varían de 14.6 a 28.7 °C, la humedad relativa de 70 a 98%, con precipitación de 60 mm. Los recursos de agua de regadío provienen del sistema de aguas de la Cuenca del Río Rimac, cuya captación es realizada a la altura de Huachipa – Ate-

Vitarte y es entregada al predio mediante dos riegos por semana de 1 L/segundo y por hectárea. El presente trabajo se desarrolló en los meses setiembre del 2017 a febrero del 2018, los datos climatológicos fueron obtenidos del SENHAMI, de la estación Von Humboldt del distrito de La Molina – Lima.

3.1.2. Antecedentes del terreno

El terreno donde se llevó acabo el trabajo de investigación tuvo como sembrío anterior maíz amarillo duro.

3.1.3. Periodo de ejecución

El trabajo de investigación tuvo dos fases de ejecución; primera fase de campo con 5 meses de duración iniciándose el mes de setiembre del 2017 hasta febrero del 2018, segunda fase de laboratorio y gabinete se realizó en el mes de marzo hasta abril del 2018.

3.1.4. Análisis de suelo

Para la caracterización fisicoquímica del suelo donde se llevó a cabo el experimento, se realizó un muestreo del mismo. El análisis se llevó a cabo en el laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los resultados se presentan en el ANEXO 03.

El suelo presenta una textura franco, se caracteriza por ser suelta por el su contenido de arena (49 %), fértil aportada del limo (30 %) y adecuada retención de humedad por su contenido de arcilla (21 %). El pH (7.69) es ligeramente alcalino y con un contenido bajo de calcáreo total. Según el valor de la conductividad eléctrica (1.45 dS/m) se clasifica este suelo como muy ligeramente salino. El porcentaje de materia orgánica (0.94 %) es bajo, por ende la calidad de nitrógeno en el suelo es limitada. Los valores de fósforo (27.7 ppm) y potasio (264 ppm) son altos.

3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Tipo de investigación

La investigación se realizó bajo el enfoque cuantitativo y es de tipo aplicada porque se generó conocimientos tecnológicos sobre el rendimiento del cultivo de quinua según sus características agronómicas, resistencia a mildiú y calidad de grano para impulsar su cultivo en la Costa Central del Perú y satisfacer la demanda a nivel nacional e internacional de este grano andino.

Nivel de investigación

La investigación fue de nivel experimental porque se manipuló la variable independiente (Variedades de quinua) y se midió el efecto en la variable dependiente (características agronómicas, resistencia al mildiú y calidad de grano) y se comparó entre variedades.

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANALISIS

Población

Estuvo constituido por todas las plantas de quinuas en el campo experimental a razón de 8 kg/ha. Conteniendo 6 400 plantas para el campo experimental.

Muestra

Estuvo constituido por 10 plantas tomadas al azar de los surcos centrales de cada parcela experimental, haciendo un total de 40 plantas por repetición y 160 plantas por campo experimental.

El tipo de muestreo

Es probabilística, en su forma de muestreo Aleatoria Simple (MAS) porque cualquiera de las plantas de la población tiene la misma probabilidad de integrar al Área Neta Experimental al momento de la siembra.

Unidad de análisis

Es la parcela con la plantas de quinua.

Descripción del campo experimental

Área total del campo experimental (24.5 x 24 m)	588.00 m ²
Área experimental (24 x 5)*4	480.00 m ²

Largo del campo	24.50 m
Ancho del campo	24.00 m
Área de caminos	108.00 m ²

Características de los bloques

Número de bloques	4
Largo del bloque	24.50 m
Ancho de bloque	5.00 m
Área experimental por bloque	122.50 m ²

Características de la parcelas experimentales

Longitud de la parcela	6.00 m
Ancho de la parcela	5.00 m
Área total de la parcela	30.00 m ²
Área neta experimental	9.00 m ²
Nº de surcos mellizos/parcela	4

Distanciamiento

Distanciamiento entre cintas (surco) de riego	1.50 m
Distanciamiento entre planta	0.10 m

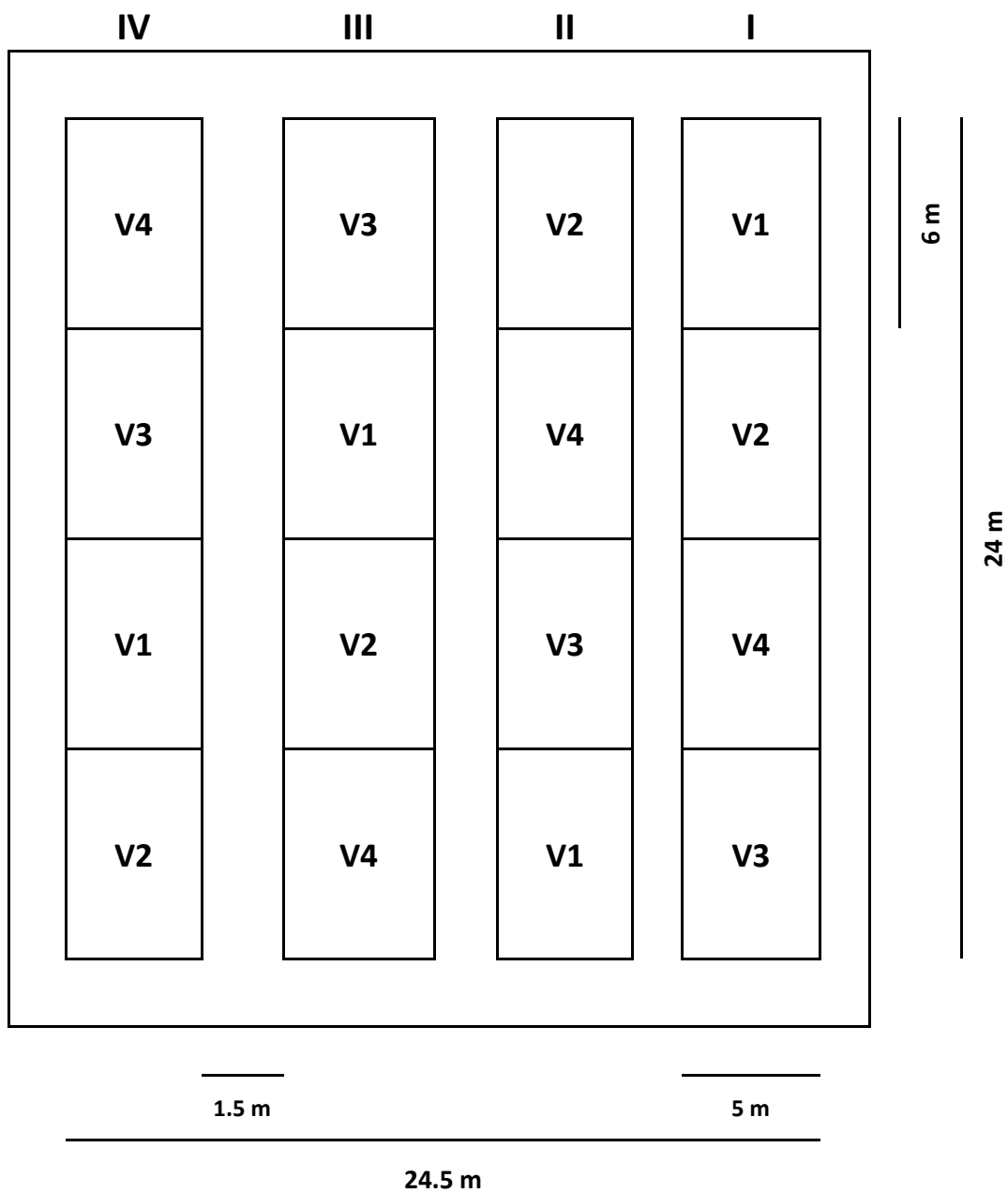


Figura 02. Croquis del Campo Experimental

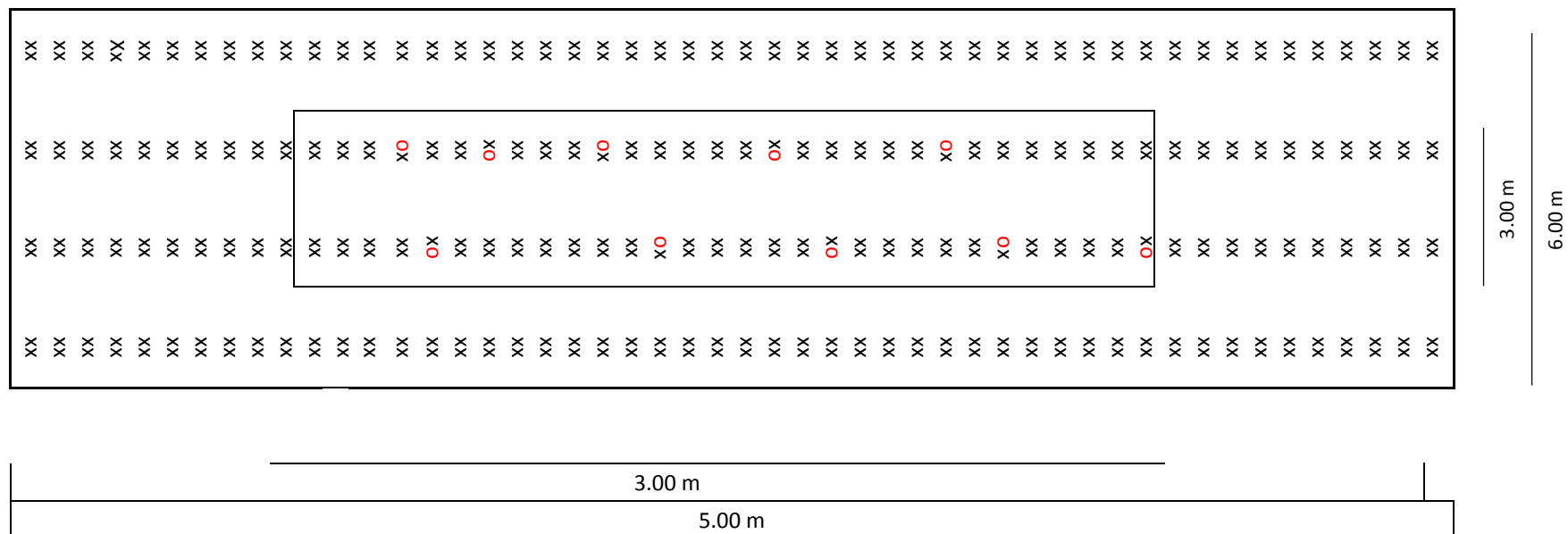


Figura 03. Croquis de la parcela experimental

Leyenda:

O: Plantas tomadas al azar

X: Plantas de quinua

3.4. FACTORES Y VARIEDADES EN ESTUDIOS

Las variedades en estudio son las siguientes:

Tabla 05. Variedades en estudio (Variedades de quinua comerciales del INIA)

Identificación	Variedad comercial
V1	Quillahuaman INIA
V2	Salcedo INIA
V3	INIA 431- Altiplano
V4	INIA 433 Santa Ana/AIQ FAO

3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

3.5.1. Diseño de la investigación

Experimental, en forma de Diseño de Bloque Completamente al Azar (DBCA), con 4 variedades, 4 repeticiones; haciendo un total de 16 unidades experimentales. El análisis se ajustó al siguiente modelo aditivo lineal.

$$Y_{ij} = \mu + V_i + B_j + E_{ij}$$

$i = 1,2,3,\dots,v$ (variedades)

$j = 1,2,3,\dots,r$ (Bloques o repeticiones)

Donde:

Y_{ij} = Observación de la unidad experimental

μ = Media general

V_i = Efecto del i –ésimo variedad

B_j = Efecto del j –ésimo bloque

E_{ij} = Error aleatorio

Para la prueba de hipótesis se utilizó análisis de varianza (ANOVA) al nivel de significación de 5% y 1 %, entre variedades y repeticiones. La prueba de significancia de las variedades se realizó según la prueba de comparaciones múltiples de Duncan al 5 % para determinar diferencias entre las variedades.

Tabla 06. Fuentes de variación y grados de libertad de ANOVA

Fuentes de variación (F.V)	Grados de libertad (GL)	CME
Bloques o repeticiones	$(r - 1) = 3$	$S^2 + tS^2$
Variedades	$(v - 1) = 3$	$S^2 + rS^2t$
Error experimental	$(r - 1) (v - 1) = 9$	S^2
Total	$(vr - 1) = 15$	

Fuente: Elaboración propia

3.5.2. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información

3.5.2.1. Técnicas bibliográficas y de campo

Análisis de contenido

Fue el estudio y análisis de manera objetiva y sistemática de los documentos leídos sobre el tema de investigación y sirvió para elaborar el sustento teórico, redactadas según al modelo del Instituto de Investigación para la Cooperación de la Agricultura y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (IICA – CATIE).

Fichaje

Permitió recolectar la información bibliográfica para elaborar la literatura citada que sustenta la investigación redactadas de acuerdo al modelo del Instituto de Investigación para la Cooperación de la Agricultura y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (IICA – CATIE)

Observación

Permitió obtener información sobre las observaciones realizadas directamente del cultivo de quinua, así como la variable dependiente.

3.5.2.2. Instrumentos de recolección de información

Fichas

Para registrar la información producto del análisis del documento en estudio. Estas fueron de: Registro o localización (fichas bibliográficas y hemerográficas) y documentación e investigación (fichas textuales o de transcripción, resumen).

Libreta de campo

Se registró las observaciones realizadas sobre la variable dependiente, labores agronómicas y culturales del cultivo realizadas durante el trabajo de campo.

Procesamiento de la información

La información de datos obtenidos se ordenó y se presentaron a través de software para mayor ilustración. De acuerdo al diseño de investigación el procedimiento de datos, resultados y su interpretación son presentados en diagramas, cuadros y figuras.

3.5.3. Registro de datos de las variables en estudio

- a) Altura de planta:** se seleccionaron 10 plantas al azar maduras fisiológicamente por parcelas. Se midió la altura al momento de la cosecha (madurez fisiológica), desde el cuello de la planta hasta el ápice de la panoja. Las unidades se expresan en cm.
- b) Longitud de panoja:** se midió desde la base hasta el ápice de la panoja con la ayuda de una wincha al momento de la cosecha. Se seleccionaron 10 plantas por parcelas. Los valores se expresan en centímetro (cm).
- c) Diámetro de panoja:** se midió el diámetro a la mitad de la panoja con la ayuda del venier o pie de rey al momento de la cosecha. Se seleccionaron 10 plantas al azar por parcelas. Los valores se expresan en centímetro (cm).
- d) Peso de panoja:** Se realizó después de la cosecha (8 días de secado), con la ayuda de una balanza de precisión. Se seleccionaron 10 plantas al azar por parcelas. Las unidades se expresan en gramos (g).

- e) Rendimiento de semilla/planta:** se seleccionaron 10 plantas por parcelas. Se realizó el peso de las semillas previamente trillado y libre de impurezas con la ayuda de una balanza de precisión. Los valores se expresan en gramos (g).
- f) Peso de 1 000 semillas:** Se seleccionaron 10 plantas por parcelas. Se contabilizó 1 000 granos por variedad y bloques, se pesaron en una balanza de precisión. Los valores se expresan en gramos (g).
- g) Rendimiento/hectárea:** se realizó la estimación a una hectárea (10 000 m²) con los datos obtenidos de rendimiento de semillas por planta del área neta experimental (9 m²), por variedad y repeticiones, expresado en toneladas por hectáreas (t/ha).
- h) Evaluación del mildiú:** se evaluó todas las variedades de quinua en estudio por parcela y bloques.
- **La incidencia** se determinó por el porcentaje de plantas afectadas. Se contabilizó el número total de plantas y el número de plantas infectadas (visualización de los síntomas) de la parcela experimental.
 - **La severidad** se determinó por el porcentaje de área foliar afectada de todo o de una parte del follaje. Se escogió a simple vista 10 plantas infectadas, y de ellas se tomó tres hojas de cada tercio (superior, medio e inferior). Esta evaluación se siguió el protocolo 10 establecido por Danielsen y Ames (2000). En la tabla 7 se presenta la calificación de la enfermedad de acuerdo a los resultados de las plantas seleccionadas.

Tabla 07. Escala de evaluación de la reacción a mildiú (*Peronospora variabilis* Gäum) en hojas de quinua (*Chenopodium quinoa*)

ESCALA	% DE HOJA INFECTADA	CLASE
0	0	Inmune
1	0 – 10	Muy resistente
2	11 – 25	Moderadamente resistente
3	26 – 50	Moderadamente susceptible
4	51 – 100	Muy susceptible

FUENTE: Danielsen *et al* (2000)

- i) **Contenido de saponina:** se determinó en el laboratorio mediante el método afrosimétrico mecánico. Se homogenizo el tamaño de granos con el tamiz número 14 (1.4 mm) de todas las muestras por variedades. Se pesaron 0.5 g de granos enteros, y se colocaron en tubos de ensayos de 160 mm de longitud y 16 mm de diámetro con tapa y se añadió 5 ml de agua destilada. Posteriormente se colocaron en el agitador mecánico y se realizó tres agitaciones de 30 segundos con reposo de 30 minutos, 20 segundos con reposo de 30 minutos y 30 segundos con reposo de 5 minutos, luego se midió la altura de la espuma producida en centímetros con el afrosimétrico. El afrosimétrico es un tubo plástico que tiene una regla graduada en centímetros (con divisiones de 0.1 cm) y un resorte que permite graduar la interface espuma-agua al cero de la escala. Este procedimiento se produjo tres veces para cada variedad y sus repeticiones, para obtener un promedio

de cada una. Finalmente con los datos de la altura de la espuma y la fórmula $((xh-0.29)/3.74)$, se determinó el porcentaje de saponina presente en los granos. Donde ***xh** es el promedio de las alturas de espuma obtenidas para cada variedad y 0.29 con 3.74 son constantes por la relación lineal entre la altura de la espuma y el contenido de saponinas en la quinua (Balsamo, 2002). Este método se basa en la propiedad que presenta la saponina de producir espuma en solución acuosa (Latinreco citado por Quispe, 2015). Los valores se expresan en porcentaje (%).

Para la clasificación según el porcentaje de saponina se consideró los siguientes rangos según Balsamo, 2002: a) Quinua dulce: $\leq 0.11\%$, b) Quinua semi dulce: $0.12\% - 0.5\%$, c) Quinua amarga: $\geq 0.6\%$.

- j) Contenido de proteínas:** Se determinó con la ayuda del equipo Analizador de Alimentos INFRATEC 1255. Consistió en cubrir unos espacios circulares del equipo con granos de quinua (15.0 g) hasta que no quedara ningún espacio entre ellas por donde pueda pasar la luz, se colocó dentro del equipo los recipientes con las muestras y se digitó en el teclado el comando respectivo para su evaluación, se esperó 5 min para obtener del equipo de forma automática los resultados de proteína y humedad. Los valores se expresan en porcentaje (%).

3.6. MATERIALES Y EQUIPOS

Tanto en la fase de gabinete como en el campo se utilizaran los siguientes materiales y equipos.

Materiales

Yeso	Tapabocas y guantes quirúrgicos
Soga o cordel	Tijera podadora
Etiquetas	Bandejas de plástico
Rafia	Costales
Wincha de 100 m	Estacas
Wincha de 5 m	Malla antipájaro
Plásticos amarillos	Gorra para el sol
Pegamento	Botas
Implementos de seguridad	Tazonos de plástico.
Balde de 20 lt	Cuaderno para campo
Balde de 5 lt	Gradillas metálicas
Bolsas de papel craft N° 12	Tubos de ensayos
Bolsas de papel craft N° 2	Agua destilada

Fertilizantes y pesticidas

Urea x 50 kg	Vitavax x kg
Fosfato diamónico x 50 kg	Ridomil x lt

Cloruro de potasio x 50 kg	Bravo 720 SC x lt
Arrivo x kg	Biocillus (<i>B. thuringensis</i>) x kg
Pounce x lt	Serenade (<i>B. subtilis</i>) x lt
Cigaral x kg	Wuxal calcio – boro x lt
Grow more 20-20-20 x kg	

Herramientas y equipos

Pala	Balanza analítica
Rastrillo	Cámaras fotográficas
Hoz	Computadora personal
Mochila de fumigar x 20 L	Agitador mecánico
GPS (Sistema de posicionamiento global)	Analizador de Alimentos INFRATEC 1255

3.7. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

A. VARIABLES AGRONÓMICAS

Se realizaron todas las labores agronómicas que necesita el cultivo para su desarrollo.

➤ Elección del terreno, toma de muestras y análisis de suelo

Se eligió el campo agrícola de las instalaciones de la estación experimental del INIA – La Molina, que tiene una superficie plana y suelos franco arenoso. Se tomaron muestras de suelo de forma en zig-

zag, con el fin de obtener una muestra homogénea del campo experimental para su análisis fisicoquímico. El análisis de suelo fue realizado por el laboratorio de Análisis de Suelo, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Agraria la Molina.

➤ **Elección de semilla**

Las semillas para el experimento fueron elegidas por el proyecto PNIA 069_PI, donde seleccionaron cuatro variedades comerciales del INIA del altiplano y de valle interandino, cuya característica fue el grano de color blanco.

➤ **Preparación del terreno**

Se realizó la preparación del campo, mientras el suelo se encontraba en capacidad de campo a tracción mecánica, iniciándose con la roturación con un arado de discos en forma cruzada y la rastra para desterronado y se finalizó con el nivelado del terreno.

Posteriormente se realizó la señalización o demarcación del área experimental con sus respectivos bloques y caminos según el croquis experimental. Al término de esta actividad se realizó la ubicación de las cintas de riego a una distancia de 1.5 m., entre ellas, extendiéndose a cada extremo del campo. A cada cinta de riego se les denominó surcos mellizos porque a ambos costados estuvieron las plantas de quinuas.

➤ **Fertilización**

Se aplicó la dosis equivalente de 250 – 150 – 100 kg/ha (N-P-K). El nitrógeno se agregó en dos partes, el 50 % a la siembra y el otro 50 % al momento del aporque. Se suministró los fertilizantes a chorro continuo a fondo de surco antes de la siembra para evitar daños a la semilla de quinua.

➤ **Siembra**

Se realizó la siembra de forma manual por surcos mellizos a chorro continuo, con una densidad de 8 kg/ha. Se cubrió las semillas con ayuda de ramas y palos con puntas al extremo con el fin de cubrir con mínima cantidad de suelo sobre las semillas.

➤ **Riego**

Se realizó mediante el sistema de riego por goteo a cada tres o cuatro días, hasta el momento de grano pastoso o madurez fisiológica.

➤ **Desahíje o raleo**

Se realizó a partir de los 15 días después de siembra, para reducir la densidad de plantas por metro lineal eliminándose plantas débiles, pequeñas y fuera de tipo (otra variedad).

➤ **Deshierbo**

Se controló las malezas de modo manual y con ayuda de herramientas desde los inicios de la emergencia de las plántulas de quinua para evitar competencias de agua, luz y nutrientes, y al momento del aporque.

➤ **Aporque**

Esta labor se realizó a los 60 días después de siembra, colocando tierra al cuello de la plantas para dar estabilidad al momento de la aparición de los botones florales.

➤ **Enmallado del campo**

Se cubrió todo el campo con mallas antipájaro, de polipropileno de alta densidad con aditivos UV, con cocada de 19 x 19 mm. Se realizó el enmallado después de del aporque, se colocaron postes de bambú a una distancia de 5 m entre postes.

➤ **Control fitosanitario**

Los controles se realizaron en forma preventiva cuando hubo presencia del ataque de plagas y enfermedades

○ **Control de plagas insectiles:**

Las variedades de quinua sufrieron ataque de plagas desde la

emergencia hasta el llenado de grano. Para ataques contra gusano de tierra se aplicó Arrivo (Cipermetrina) con dosis de 40 ml del producto en 20 L de agua. Para gusanos comedores de hojas y granos se aplicó Pounce (Permetrina), con dosis de 10 ml en 20 L de agua. La mosca minadora (*L. huidobrensis*) también se presentó en los inicios del periodo vegetativo durante el primer y segundo par de hojas verdaderas, fue controlada con Arrivo (Cipermetrina) con dosis de 40 ml del producto en 20 L de agua. El Ataque de prodiplosis se controló con Cigaral (Imidacloprid) con dosis 10 g del producto en 20 L de agua. Otras de las plagas de importancia económica como las aves, se manejó el control mediante mallas anti pájaros alrededor del campo.

- **Control de enfermedades:**

Las enfermedades presentadas durante su periodo vegetativo fueron la chupadera fungosa y se controló con Vitavax (Carboxin/Captan) con dosis 30 g de producto en 20 L de agua. El Mildiú (*Peronospora variabilis* Gäum) se controló con Ridomil (Metalaxil - Mancozeb) con dosis 100 g en 20 L de agua, Bravo (Clorotalonil) con dosis 30 ml en 20 L de agua, Serenade (*Bacillus subtilis*) con dosis 100 ml en 20 L de agua, Biocillus (*Bacillus thuringensis var. Kurtaki*) con dosis 50 g en 20 L de agua.

➤ **Cosecha**

Se realizó cortes con hoces a las plantas con panojas de color amarillo y con granos duros (haciendo pruebas con la uñas), por variedades, según la precocidad o tardía de las misma. Los cortes se realizaron en horas de la mañana para evitar caídas de granos, y se colocaron en emparvados.

➤ **Emparve**

Se realizó inmediatamente después de la cosecha, colocándose las panojas en forma vertical para el secado homogéneo de los materiales.

➤ **Trilla y venteo**

Se realizó con la ayuda una maquina trilladora estacionario, transcurridos los 10 días luego del emparvado. Luego se limpió los granos con ayuda del viento.

IV. RESULTADOS

Los datos obtenidos fueron ordenados y procesados con el programa de InfoStat versión 2015. Los resultados se presentan en cuadros, interpretados estadísticamente con el Análisis de Varianza (ANOVA) a fin de establecer las diferencias significativas entre bloques y variedades. Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de variancia y la prueba de Duncan al 5% y 1% de significación, indicando como significativo (*), altamente significativo (**) y no significativo (ns). Para la comparación de promedios se aplicó la prueba de Duncan a los niveles de significación de 95% y 99% de nivel de confianza.

Los resultados se presentan considerando a los objetivos específicos planteados para llegar al objetivo general de la presente investigación.

OBJETIVO GENERAL: Comparar el rendimiento de cuatro variedades comerciales de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) del INIA bajo condiciones agroecológicas de La Molina – Lima.

Se tiene en cuenta los objetivos específicos según sus indicadores.

OBJETIVO ESPECÍFICO 1: Identificar las variedades comerciales de quinua del INIA con altos rendimientos, deseables bajo condiciones agroecológicas de La Molina.

4.1. VARIABLES DE RENDIMIENTOS

En el cuadro 01 se presenta los resultados de ANOVA para altura de planta, longitud de panoja, diámetro de panoja, peso de panoja, rendimiento de semillas por planta, peso de 1 000 granos y rendimiento por hectárea. Se puede apreciar que no existe diferencia significativa en repeticiones o bloques. Para variedades se encontró diferencias altamente significativas para altura de planta, longitud de panoja, peso de panoja, peso de 1 000 granos, y rendimiento por hectárea. Y diferencias significativas para diámetro de panoja, rendimiento de semillas por planta. El coeficiente de variación fue igual a 7.29% para altura de planta, 17.76% para longitud de panoja, 22.08% para diámetro de panoja, 40.36% para peso de panoja, 34.93% para rendimiento de semillas por planta, 11.16% para peso de 1000 granos y 13.24% para rendimiento por hectárea.

CUADRO 01. Cuadros medios de Altura de planta (cm), Longitud de panoja (cm), Diámetro de panoja (mm), Peso de panoja (g), Rendimiento de semilla/planta (g), Peso de 1 000 granos (g), y Rendimiento/hectárea (t/ha) de variedades comerciales de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) del INIA en condiciones agroecológicas de La Molina – Lima.

FV	G.L	Altura de planta (cm)	Longitud de panoja (cm)	Diámetro de panoja (mm)	Peso de panoja (g)	Rendimiento de semilla/planta (g)	Peso de 1000 granos (g)	Rendimiento/hectárea (t/ha)
Bloque/Repetición	3	1059.39 ns	3.05 ns	489.96 ns	1352.33 ns	513.25 ns	0.19 ns	0.22 ns
Variedad	3	43472.34 **	66.66 **	1356.50 *	26419.87 **	1313.75 *	8.97 **	8.37 **
Error	9	209.99	166.93	200.39	1315.31	235.67	0.16	0.15
Total	15							
C.V %		7.29	17.76	22.08	40.36	34.93	11.16	13.24
Promedio		198.74	72.76	64.12	89.86	43.95	3.57	2.97

Fuente: Elaboración propia

4.1.1. ALTURA DE PLANTA

CUADRO 02. PRUEBA DE DUNCAN PARA ALTURA DE PLANTA

O.M	Variedad	Promedio (cm)	Nivel de significación	
			0.05	0.01
1	Quillahuaman INIA	239.95	A	A
2	INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	209.98	B	B
3	INIA 431 – Altiplano	177.93	C	C
4	Salcedo INIA	167.08	D	D

¹ Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En el cuadro 02, se muestra la prueba de Duncan al nivel del 5 y 1%, confirman que existen diferencias estadísticas entre variedades, siendo la variedad Quillahuaman INIA la que supera en promedio a las demás variedades con 239.95 cm. El rango de longitud varió de 167.08 a 239.95 cm. El promedio fue igual a 198.74 cm y dos variedades mostraron alturas superiores a este valor (figura 04).

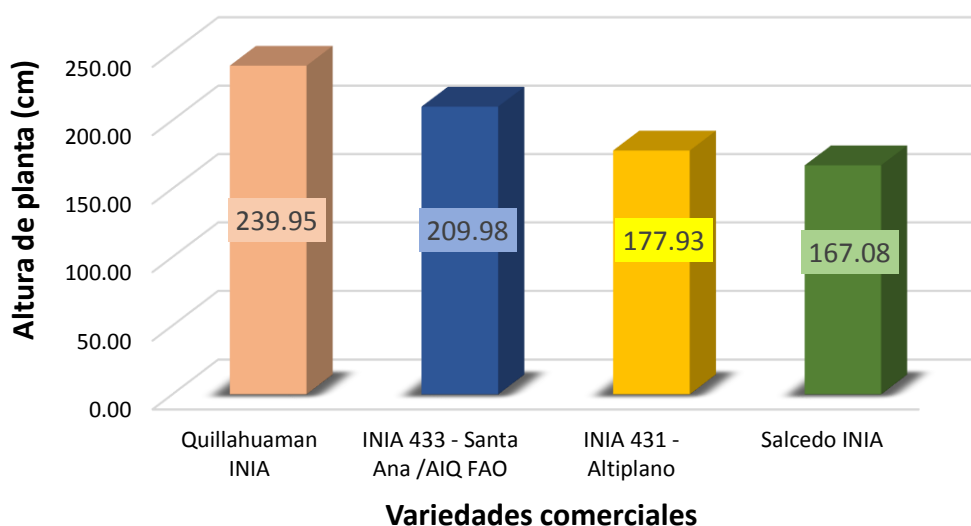


Figura 04. Promedios de altura de planta

4.1.2. LONGITUD DE PANOJA

CUADRO 03. PRUEBA DE DUNCAN PARA LONGITUD DE PANOJA

O.M	Variedad	Promedio (cm)	Nivel de significación	
			0.05	0.01
1	INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	85.63	A	A
2	Salcedo INIA	82.48	A	A
3	Quillahuaman INIA	74.08	B	B
4	INIA 431 - Altiplano	48.83	C	C

¹ Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En el cuadro 03, se muestra la prueba de Duncan, indica que las variedades INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO y Salcedo INIA estadísticamente son iguales en ambos niveles de significación (5% y 1%) y supera a la variedad INIA 431 – Altiplano. El rango de longitud varió de 48.83 a 85.63 cm. El promedio fue igual a 72.76 cm y tres variedades mostraron una longitud superior a este valor (figura 05).

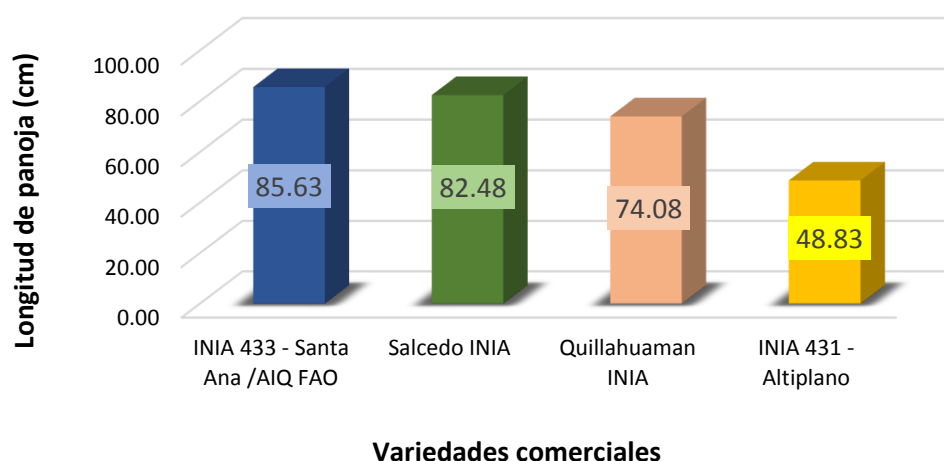


Figura 05. Promedios de longitud de panoja

4.1.3. DIÁMETRO DE PANOJA

CUADRO 04. PRUEBA DE DUNCAN PARA DIÁMETRO DE PANOJA

O.M	Tratamiento	Promedio (mm)	Nivel de significación	
			0.05	0.01
1	INIA 431 - Altiplano	69.60	A	A
2	INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	67.37	A	A
3	Salcedo INIA	63.15	A	A B
4	Quillahuaman INIA	56.37	B	B

¹ Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

El cuadro 04, se muestra la prueba de Duncan al 5% y 1%, donde al 5% las variedades INIA 431 – Altiplano, INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO y Salcedo INIA fueron estadísticamente iguales, mientras al 1% las variedades INIA 431 – Altiplano e INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO difieren de Quillahuaman INIA. El rango de diámetro varió de 56.37 a 69.60 mm. El promedio fue igual a 64.12 mm y dos variedades mostraron diámetros superiores a este valor (figura 06).

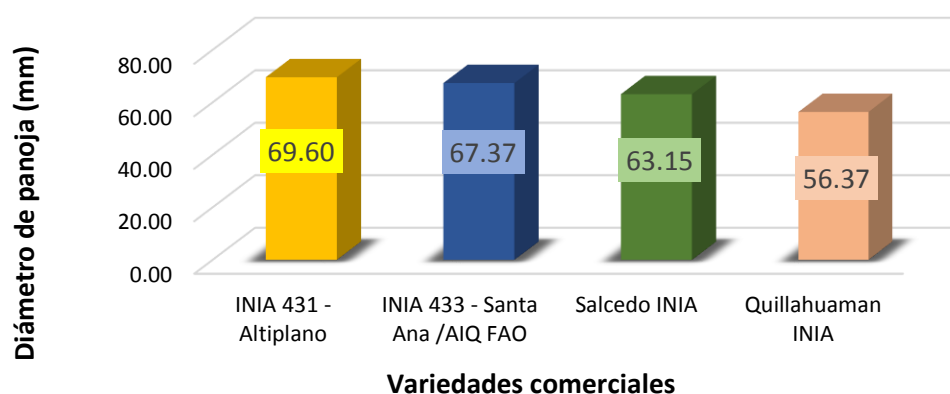


Figura 06. Promedios de diámetro de pajo

4.1.4. PESO DE PANOJA

CUADRO 05. PRUEBA DE DUNCAN PARA PESO DE PANOJA

O.M	Variedad	Promedio (g)	Nivel de significación	
			0.05	0.01
1	INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	125.42	A	A
2	Quillahuaman INIA	91.87	B	B
3	Salcedo INIA	72.92	C	B C
4	INIA 431 – Altiplano	69.23	C	C

¹ Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En el cuadro 05, se muestra la prueba de Duncan al nivel del 5% y 1%, donde al 5% confirma que la variedad INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO estadísticamente fue diferente y superó en promedio a las otras variedades. Las variedades Salcedo INIA e INIA 431 – Altiplano estadísticamente fueron iguales. Sin embargo al 1% ($\alpha=0.01$) la variedad INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO fue estadísticamente diferente al INIA 431 – Altiplano. El rango de peso de panoja varió de 69.23 a 125.42 g. El promedio general fue igual a 89.86 g y dos variedades mostraron valores superiores a la media (figura 07).

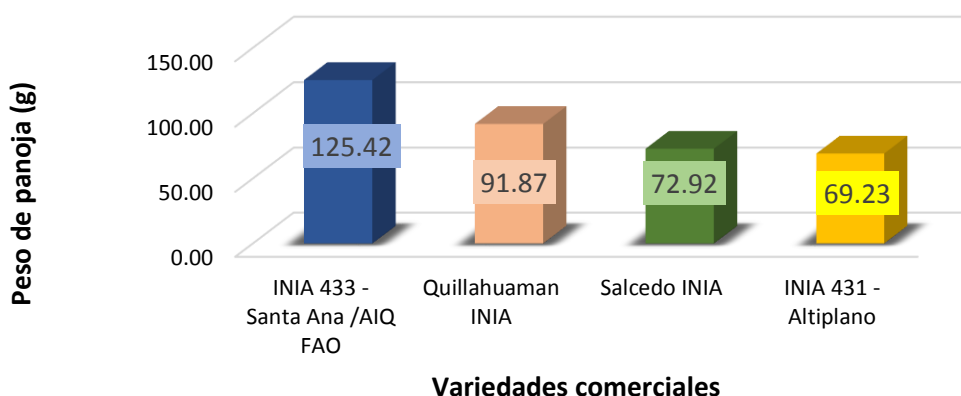


Figura 07. Promedios de diámetro de panoja

4.1.5. RENDIMIENTO DE SEMILLAS POR PLANTA

CUADRO 06. PRUEBA DE DUNCAN PARA RENDIMIENTO DE SEMILLAS POR PLANTA

O.M	Tratamiento	Promedio (g)	Nivel de significación	
			0.05	0.01
1	Quillahuaman INIA	49.91	A	A
2	INIA 431 - Altiplano	45.45	A	A
3	INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	44.26	A	A B
4	Salcedo INIA	36.16	B	B

¹ Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En el cuadro 06, se muestra la prueba de Duncan al 5% y 1%, donde al 5% confirma que la variedad Quillahuaman INIA, INIA 431 - Altiplano e INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO son estadísticamente iguales y difieren de la variedad Salcedo INIA, mientras al 1% la variedad Quillahuaman INIA e INIA 431 - Altiplano difieren de Salcedo INIA. El rango de rendimiento de semillas por planta varió de 36.16 a 49.91 g. El promedio fue igual a 43.95 g, y tres variedades mostraron valores superiores a la media (figura 08).

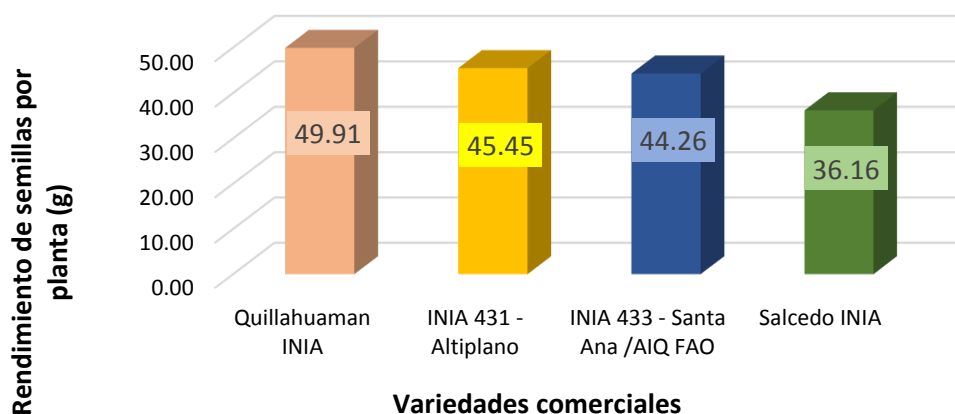


Figura 08. Promedios de diámetro de panoja

4.1.6. PESO DE 1000 GRANOS

CUADRO 07. PRUEBA DE DUNCAN PARA PESO DE 1 000 GRANOS

O.M	Variedad	Promedio (g)	Nivel de significación	
			0.05	0.01
1	INIA 431 – Altiplano	4.02	A	A
2	Quillahuaman INIA	3.88	A	A
3	Salcedo INIA	3.39	B	B
4	INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	2.99	C	C

¹ Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En el cuadro 07, se muestra la prueba de Duncan al 5% y 1%, ambas indican que las variedades INIA 431 – Altiplano y Quillahuaman INIA estadísticamente son iguales, y supera a la variedad INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO. El rango varió de 2.94 a 4.02 g. El promedio fue igual a 3.57 g. y dos variedades mostraron valores superiores a la media (figura 09).

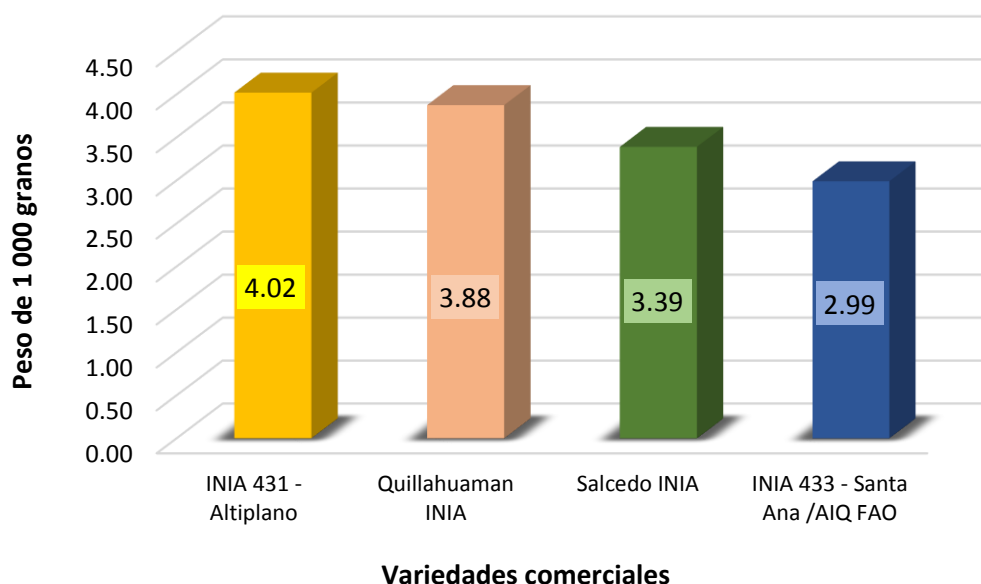


Figura 09. Promedios de peso de 1 000 granos

4.1.7. RENDIMIENTO POR HECTÁREA

CUADRO 08. PRUEBA DE DUNCAN PARA RENDIMIENTO POR HECTÁREA

O.M	Variedad	Promedio (t/ha)	Nivel de significación	
			0.05	0.01
1	INIA 431 - Altiplano	4.27	A	A
2	Quillahuaman INIA	3.61	B	A B
3	Salcedo INIA	3.06	B	B
4	INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	0.93	C	C

¹ Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En el cuadro 08, se muestra la prueba de Duncan al 5% y 1%, donde al 5% indican que la variedad INIA 431 – Altiplano supera y difiere de las variedades Quillahuaman INIA, Salcedo INIA e INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO. Mientras al 1% la variedad INIA 431 – Altiplano difieren de la variedad INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO. El rango de rendimiento por hectárea varió de 0.93 a 4.27 t/ha. El promedio fue igual a 2.97 t/ha, y tres variedades mostraron valores superiores a la media (figura 10).

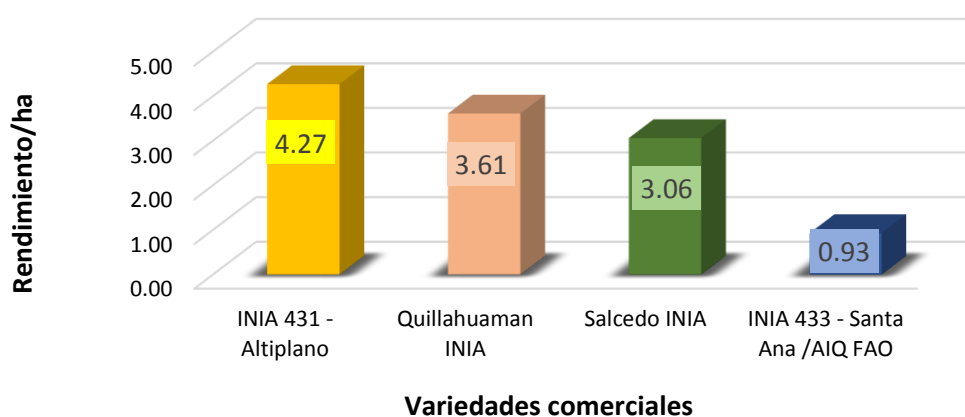


Figura 10. Promedios de rendimiento por hectárea

OBJETIVO ESPECÍFICO 2: Evaluar el grado de severidad e incidencia del mildiú en las cuatro variedades comerciales de quinua del INIA en condiciones agroecológicas de La Molina.

4.2. ATAQUE DE MILDIÚ EN LAS VARIEDADES

En el cuadro 10 se presenta los resultados del ANOVA del grado de severidad e incidencia a los 25, 50 y 75 dds. Se puede apreciar que existen diferencias significativas en repetición o bloque para el grado de severidad a los 50 dds (%). Se encontró diferencias altamente significativas para las variedades en grado de severidad a los 25 dds (%), 50 dds (%), y 75 dds, para el grado de incidencia a los 75 dds (%) y significativas para el grado de incidencia a los 25 dds (%) y 50 dds (%). El coeficiente de variación para el grado de severidad a los 25, 50 y 75 dds fue igual a 50.1%, 36.97% y 35.75% respectivamente, y para grado de incidencia fue igual a 41.65%, 30.52% y 20.82% respectivamente, para daños de mildiú.

4.2.1. GRADO DE SEVERIDAD A LOS 25 DÍAS DESPUÉS DE SIEMBRA

CUADRO 09. PRUEBA DE DUNCAN PARA GRADO DE SEVERIDAD DEL MILDIÚ A LOS 25 DÍAS DESPUÉS DE SIEMBRA

O.M	Variedad	Promedio (%)	Nivel de significación	
			0.05	0.01
1	Quillahuaman INIA	23.71	A	A
2	INIA 431 – Altiplano	18.54	B	B
3	Salcedo INIA	13.90	C	C
4	INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	5.28	D	D

¹ Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

CUADRO 10. Cuadros medios del grado de severidad e incidencia del mildiú a los 25, 50 y 75 dds, en las variedades comerciales de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) del INIA en condiciones agroecológicas de La Molina – Lima.

FV	G.L	Grado de severidad (%)			Grado de incidencia del mildiú (%)		
		25 dds	50 dds	75 dds	25 dds	50 dds	75 dds
Bloque/ Repetición	3	111.93 ns	639.32 *	130.10 ns	106.60 ns	85.64 ns	65.19 ns
Variedad	3	2444.44 **	2407.52 **	9252.24 **	3910.43 *	598.02 *	3709.69 **
Error	9	59.00	104.96	105.43	177.82	56.56	29.52
Total	15						
C.V %		50.01	36.97	35.75	41.65	30.52	20.82
Promedio		15.36	27.71	28.72	32.02	24.65	26.10

FUENTE: Elaboración propia

En el cuadro 09, se muestra la prueba de Duncan al 5% y 1%. Ambas se observa que la variedad Quillahuaman INIA supera y difiere de las otras variedades en ambos niveles. El rango del porcentaje de grado de severidad del mildiú a los 25 dds varió de 5.28 a 23.71%. El promedio fue igual a 15.36%, y dos variedades mostraron valores superior a la media (figura 11).

4.2.2. GRADO DE SEVERIDAD A LOS 50 DÍAS DESPUÉS DE SIEMBRA

CUADRO 11. PRUEBA DE DUNCAN PARA GRADO DE SEVERIDAD DEL MILDIÚ A LOS 50 DÍAS DESPUÉS DE SIEMBRA

O.M	Variedad	Promedio (%)	Nivel de significación	
			0.05	0.01
1	Salcedo INIA	37.25	A	A
2	INIA 431 – Altiplano	29.17	B	B
3	Quillahuaman INIA	25.87	B	B
4	INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	18.54	C	C

¹ Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En el cuadro 11, se muestra la prueba de Duncan al 5% y 1%. Ambas indican que la variedad Salcedo INIA supera estadísticamente a todas las variedades y difiere de la variedad INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO. El rango del porcentaje de grado de severidad del mildiú a los 50 dds varió de 18.54 a 37.25%. El promedio fue igual a 27.71%, y dos variedades mostraron valores superior a la media (figura 11).

4.2.3. GRADO DE SEVERIDAD A LOS 75 DÍAS DESPUÉS DE SIEMBRA

CUADRO 12. PRUEBA DE DUNCAN PARA GRADO SEVERIDAD DEL MILDIÚ A LOS 75 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA

O.M	Variedad	Promedio (%)	Nivel de significación	
			0.05	0.01
1	Salcedo INIA	38.58	A	A
2	INIA 431 – Altiplano	35.50	A	A
3	Quillahuaman INIA	34.75	A	A
4	INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	6.04	B	B

¹ Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En el cuadro 12, se muestra la prueba de Duncan al 5 % y 1%. Ambas indican que las variedades Salcedo INIA, INIA 431 – Altiplano y Quillahuaman INIA estadísticamente son iguales y superan a la variedad INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO. El rango del porcentaje de grado de severidad del mildiú a los 75 dds varió de 6.04 a 38.58 %. El promedio fue igual a 28.72%, y tres variedades mostraron valores superior a la media (figura 11).

En la figura 11, se observa los grados de severidad a los 25, 50 y 75 dds, identificados como 1, 2 y 3 respectivamente. Se aprecia que la variedad INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO en promedios con las otras variedades, fue la que tuvo menos porcentaje al ataque de mildiú.

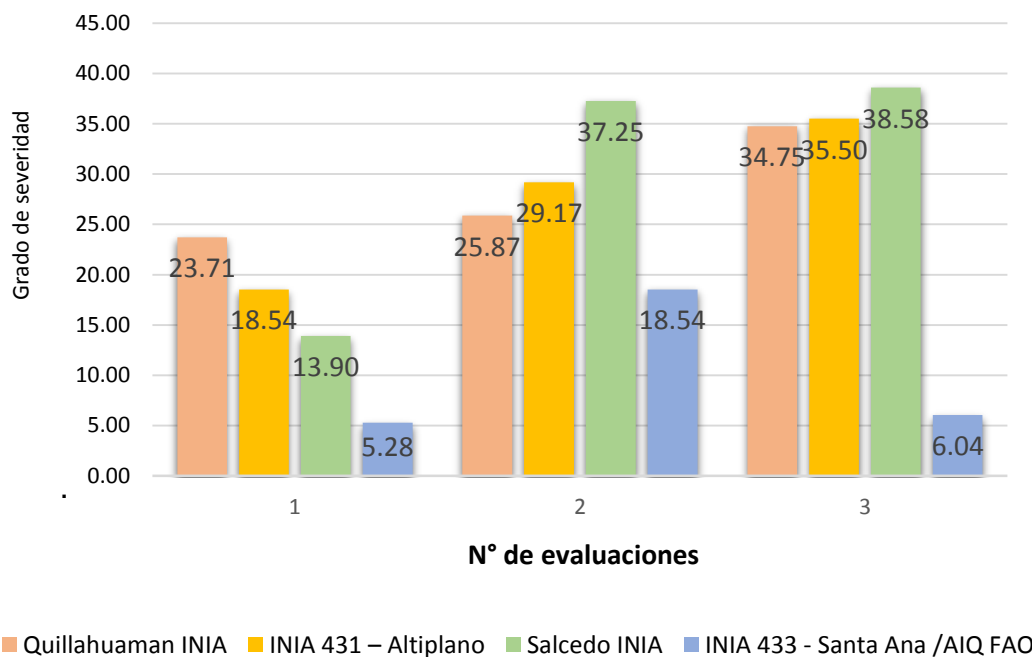


Figura 11. Promedio de grado de severidad a los 25, 50 y 75 dds

4.2.4. GRADO DE INCIDENCIA A LOS 25 DÍAS DESPUÉS DE SIEMBRA

CUADRO 13. PRUEBA DE DUNCAN PARA GRADO DE INCIDENCIA DEL MILDIÚ A LOS 25 DÍAS DESPUÉS DE SIEMBRA

O.M	Variedad	Promedio (%)	Nivel de significación	
			0.05	0.01
1	Quillahuaman INIA	53.13	A	A
2	INIA 431 – Altiplano	30.38	B	B
3	Salcedo INIA	29.19	B	B
4	INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	15.38	C	C

¹ Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En el cuadro 13, se muestra la prueba de Duncan al 5% y 1%. Ambas indican que la variedad Quillahuaman INIA, supera a todas las variedades y difiere con la variedad INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO. El rango del porcentaje de incidencia a los 25 dds varió de 15.38 a 53.13%. El promedio fue igual a 32.02% y una variedad mostró valor superior a la media (figura 12).

4.2.5. GRADO DE INCIDENCIA A LOS 50 DÍAS DESPUÉS DE SIEMBRA

CUADRO 14. PRUEBA DE DUNCAN PARA GRADO DE INCIDENCIA DEL MILDIÚ A LOS 50 DÍAS DESPUÉS DE SIEMBRA

O.M	Variedad	Promedio (%)	Nivel de significación	
			0.05	0.01
1	Salcedo INIA	32.69	A	A
2	INIA 431 – Altiplano	24.63	B	B
3	Quillahuaman INIA	23.38	B	B
4	INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	17.88	C	B

¹ Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En el cuadro 14, se muestra la prueba de Duncan al 5% y 1%, donde al 5% indica que la variedad Salcedo INIA supera a todas las variedades y difiere de la variedad INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO. Mientras al 1%, las variedades INIA 431 – Altiplano, INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO y Quillahuaman INIA son estadísticamente iguales y difieren de Salcedo INIA. El rango del porcentaje de incidencia a los 50 dds varió de 17.88 a 32.69%. El promedio fue igual a 24.65 y una variedad mostró valor superior a la media (figura 12).

4.2.6. GRADO DE INCIDENCIA A LOS 75 DÍAS DESPUÉS DE SIEMBRA

CUADRO 15. PRUEBA DE DUNCAN PARA GRADO DE INCIDENCIA DEL MILDIÚ A LOS 75 DÍAS DESPUÉS DE SIEMBRA

O.M	Variedad	Promedio (%)	Nivel de significación	
			0.05	0.01
1	Salcedo INIA	36.75	A	A
2	INIA 431 - Altiplano	32.44	B	A
3	Quillahuaman INIA	31.69	B	A
4	INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	3.50	C	B

¹ Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En el cuadro 15, se muestra la prueba de Duncan al 5% y 1%, donde al 5% indica que la variedad Salcedo INIA supera a todas las variedades, y difiere con la variedad INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO. Mientras al 1%, las variedades Salcedo INIA, INIA 431 – Altiplano y Quillahuaman INIA son estadísticamente iguales y supera a la variedad INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO. El rango del porcentaje de incidencia a los 75 dds varió de 3.50 a 36.75%. El promedio fue igual a 26.10 % y tres variedades mostraron valores superior a la media (figura 12).

En la figura 12, se observa los porcentajes de incidencia del mildiú a los 25, 50 y 75 dds, identificados como 1, 2 y 3 respectivamente. Se aprecia que la variedad INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO en promedios con las otras variedades, fue la que tuvo menos incidencia al ataque de mildiú.

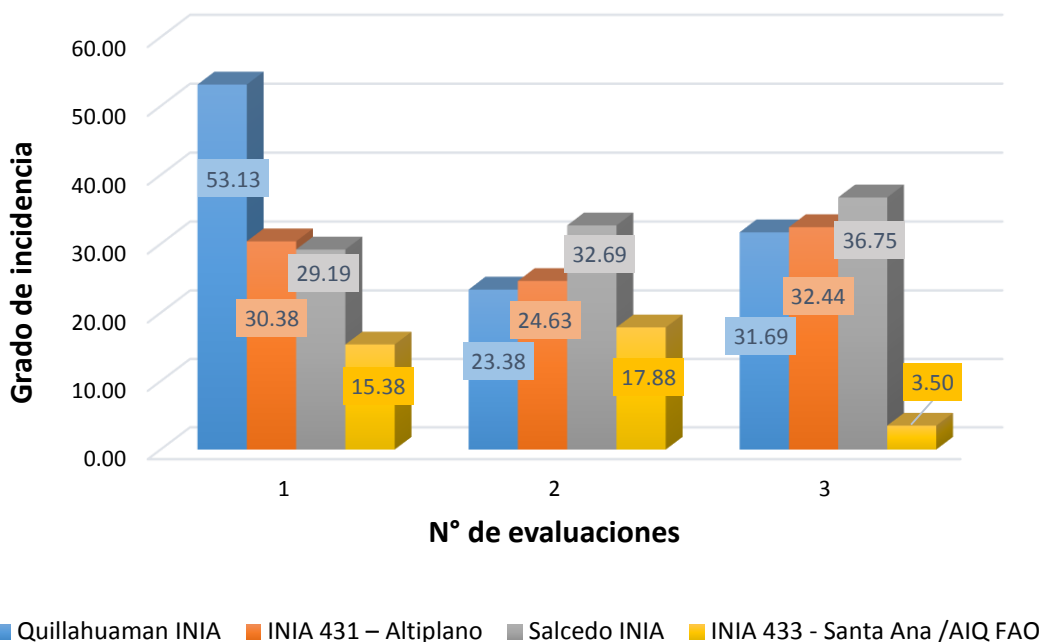


Figura 12. Promedio de incidencia de ataque de mildiú a los 25, 50 y 75 dds

OBJETIVO ESPECÍFICO 3: Identificar las variedades comerciales del INIA con mejor calidad de grano en condiciones agroecológicas de La Molina.

4.3. VARIABLES DE CALIDAD DE GRANO

En el cuadro 16 se presenta los resultados del ANOVA para el contenido de saponina y proteína. Se puede apreciar que existe diferencia significativa en repeticiones o bloque para saponina (%). Para variedad se encontró diferencia altamente significativa para proteína (%). El coeficiente de variación fue igual a 12.26% para saponina y 3.16% para proteína.

Cuadro 16. Cuadrados medios de Saponina (%) y proteína (%) de las variedades comerciales de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) del INIA en condiciones agroecológicas de La Molina – Lima.

FV	G.L	Saponina (%)	Proteína (%)
Bloque/ Repetición	3	0.00027 *	0.03 ns
Variedad	3	0.60 ns	83.76 **
Error	9	0.00097	0.20
Total	15		
C.V %		12.26	3.16
Promedio		0.26	14.30

FUENTE: Elaboración propia.

4.3.1. CONTENIDO DE SAPONINA

CUADRO 17. PRUEBA DE DUNCAN PARA CONTENIDO DE SAPONINA

O.M	Variedad	Promedio (%)	Nivel de significación	
			0.05	0.01
1	INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	0.36	A	A
2	Quillahuaman INIA	0.33	B	B
3	INIA 431 – Altiplano	0.25	C	C
4	Salcedo INIA	0.08	D	D

¹ Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En el cuadro 17, se muestra la prueba de Duncan al 5% y 1%. Ambas indican que todas las variedades fueron estadísticamente diferentes, siendo la variedad INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO con mayor contenido de saponina. El rango del contenido de saponina varió de 0.08 a 0.36%. El promedio fue

igual a 0.26% y dos variedades mostraron valores superior a la media (figura 13).

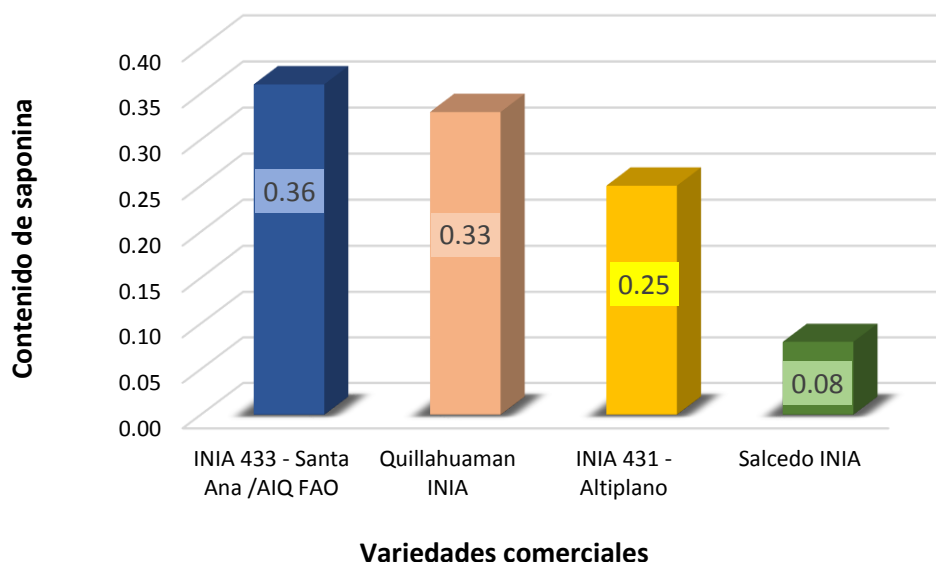


Figura 13. Promedios de contenido de saponina

4.3.2. CONTENIDO DE PROTEÍNA

CUADRO 18. PRUEBA DE DUNCAN PARA CONTENIDO DE PROTEÍNA

O.M	Variedad	Promedio (%)	Nivel de significación	
			0.05	0.01
1	Quillahuaman INIA	15.22	A	A
2	Salcedo INIA	15.08	A	A
3	INIA 431 – Altiplano	14.73	B	B
4	INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	12.15	C	C

¹ Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En el cuadro 18, se muestra la prueba de Duncan al 5% y 1%. Ambas indican que las variedades Quillahuaman INIA, Salcedo INIA son iguales

estadísticamente y supera a las variedades INIA 431 – Altiplano e INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO. El rango del contenido de proteínas varió de 12.15 a 15.22%. El promedio fue igual a 14.30% y tres variedades mostraron valores superior a la media (figura 14).

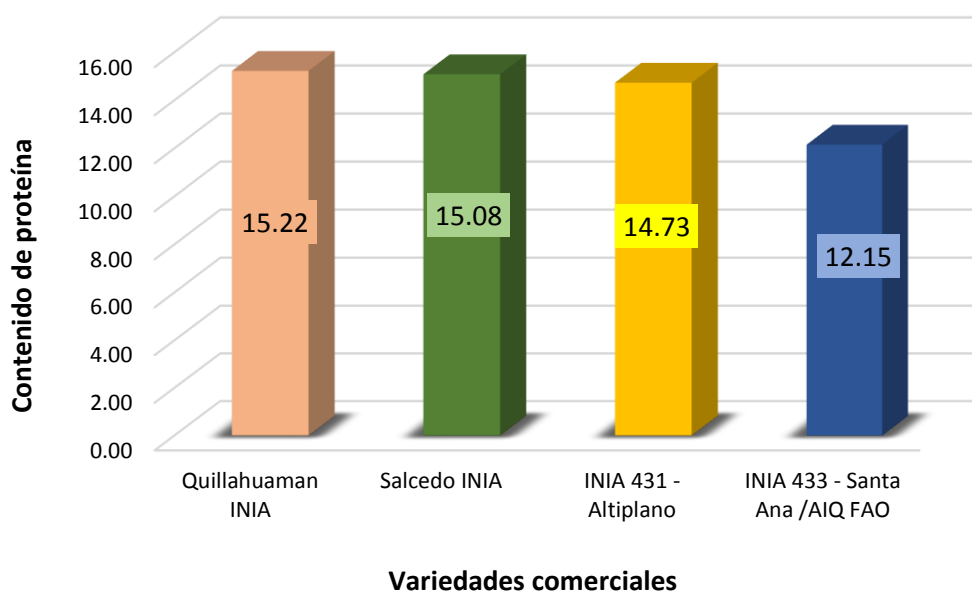


Figura 14. Promedios de contenido de proteína

V. DISCUSIÓN

5.1. VARIABLES DE RENDIMIENTO

5.1.1. Altura de planta

Los resultados obtenidos por altura de planta de las variedades Quillahuaman INIA (239.95 cm), INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO (209.98 cm), INIA 431 – Altiplano (177.93 cm) y Salcedo INIA con (167.08 cm), estos valores fueron superior a lo encontrado por Apaza. *et al.*(2013) y Rosas (2015) con las variedades INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO (160 cm), INIA 431 – Altiplano (132.67 a 150 cm), Quillahuaman INIA (160 cm), y Salcedo INIA (113.33 a 164 cm). Mujica *et al.* (2013), indica que las plantas cultivadas en valles y zonas abrigadas alcanzan mayores alturas, a comparación de las que crecen en zonas frías por encima de 4 000 msnm.

5.1.2. Longitud de panoja

Los resultados obtenidos por longitud de panoja de las variedades INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO (85.63 cm), Salcedo INIA (82.48 cm), INIA 431 – Altiplano (48.83 cm) y Quillahuaman INIA (74.08 cm), estos valores fueron superior a lo encontrado por Rosas (2015), Flores (2016) y Apaza. *et al.*(2013), con las variedades INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO (42.5 cm), Salcedo INIA (31.8 a 70 cm), Quillahuaman INIA (45 cm) y INIA 431- Altiplano (32.00 a 33.80 cm).

5.1.3. Diámetro de panoja

Los resultados obtenidos por diámetro de panoja de las variedades INIA 431 – Altiplano (69.60 mm), INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO (67.37 mm), Salcedo INIA (63.15 mm) y Quillahuaman INIA (56.37 mm), presentaron valores superior a lo encontrado por Rosas (2015) con las variedades INIA 431 – Altiplano (61.8 mm) y Salcedo INIA (58.0 mm). Mientras Apaza, V. *et al* (2013) reporto valores mayores que la investigación con la variedad INIA 431 – altiplano (86.0 mm), INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO (88.0 mm). Garate (2011), deduce que cuando se incrementa los distanciamientos, aumenta el diámetro de la panoja. Por otro lado, el rendimiento no depende del diámetro de panoja, sino también está determinado por la densidad de la panoja como compacta, intermedia y laxa que pueden ser glomeruladas, amarantiformes e intermedias.

5.1.4. Peso de panoja

Los resultados obtenidos por peso de panoja de las variedades fueron: INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO (125.42 g.), Quillahuaman INIA (91.87 g.), Salcedo INIA (72.92 g.) y INIA 431 – Altiplano (69.23 g).

5.1.5. Rendimiento de semillas por planta

Los resultados obtenidos por rendimiento de semillas por planta de las variedades Quillahuaman (49.91 g), INIA 431 – Altiplano (45.45 g), INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO (44.26 g), y Salcedo INIA (36.16 g), presentaron valores superiores a lo encontrado por Apaza *et al* (2013) con la variedad INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO (42.5 g), INIA 431 – Altiplano (30.50 g), Salcedo INIA (36.16 g) y menores con la variedad Quillahuaman INIA con 64.50 g.

4.1.8. Peso de 1000 granos

Los resultados obtenidos para peso de 1 000 gramos de las variedades INIA 431 – Altiplano (4.02 g.), Quillahuaman INIA (3.88 g), Salcedo INIA (3.39 g.), INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO (2.99 g.) presentaron valores superiores a lo encontrado por Apaza, *et al* (2013) con la variedad INIA 431 – Altiplano (3.30 g.) y Quillahuaman INIA (2.60 g.) pero inferiores con la variedad Salcedo INIA (3.70 g.) e INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO (5.00 g.). Rosas (2015) y Flores (2016) reportaron valores superiores con la variedad Salcedo INIA (3.48 a 3.62 g) e inferiores con la variedad INIA 431- Altiplano (3.42 g.)

4.1.9. Rendimiento por hectárea

Los resultados obtenidos para rendimiento por hectárea de las variedades INIA 431 – Altiplano (4.27 t/ha), Quillahuaman INIA (3.61 t/ha),

Salcedo INIA (3.06 t/ha), INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO (0.93 t/ha) mostraron valores similares a lo reportado por Flores (2016) con las variedades Quillahuaman INIA (3.61 t/ha) y Salcedo INIA (3.05 t/ha). Rosas (2015) reportó valores similares con la variedad Salcedo INIA (3.05 t/ha) pero inferior con la variedad Altiplano (4.02 t/ha). Mendoza, E., *et al.* (2016), mostro resultados inferiores con las variedades Altiplano INIA (2.5 t/ha) y Salcedo INIA (2.3 t/ha). Apaza. *et al* (2013) encontró valores inferiores con las variedades INIA 431 – Altiplano (3.00 t/ha), Salcedo INIA (2.50 t/ha), Quillahuaman INIA (3.50 t/ha) pero valores superiores con la variedad INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO (3.50 t/ha). Andina (2013) mostro resultado inferior con la variedad Altiplano INIA (4.00 t/ha) y superior con la variedad Salcedo INIA (3.20 t/ha). INIA (2014) en su investigación en la Molina – Lima, reportó valores superiores con las variedades Salcedo INIA e INIA 431 – Altiplano con 5.0 t/ha cada una.

5.2. GRADO DE INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE MILDIÚ

Los resultados obtenidos al ataque del mildiu por la infección del hongo *Peronospora variabilis* Gäum, fue más resaltante en las dos últimas evaluaciones (50 y 75 dds), con porcentajes de daños entre 20 - 50% con las variedades Salcedo INIA, INIA 431 – Altiplano y Quillahuaman INIA, de modo que se categorizó como Moderadamente susceptible. La variedad INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO presentó el menor ataque del mildiú comparado con las otras variedades en las tres evaluaciones, y se categorizo como

Moderadamente resistente por encontrarse porcentajes de daños entre 5 – 20%. Apaza, V. *et al* (2013), reportó a la variedad Quillahuaman INIA como susceptible, y a las variedades Salcedo INIA e INIA 431 – Altiplano como tolerantes y a la variedad INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO como moderadamente tolerante al ataque del mildiú. Calixto (2017), señala que la enfermedad del mildiú se desarrolla según las condiciones favorables del clima y la susceptibilidad de las variedades de quinua. Se concuerda con algunos autores que las variedades con periodos vegetativos tardíos tienden ser moderadamente susceptibles y aquellas con periodos vegetativos precoces son muy susceptibles.

5.3. CALIDAD DE GRANO

5.3.1 Contenido de proteína

Los resultados obtenidos para el contenido de proteína de las variedades Quillahuaman INIA (15.22%), Salcedo INIA (15.08%), INIA 431 – Altiplano (14.73%), INIA 433 - Santa Ana/AIQ FAO (12.15%) mostraron valores superiores a lo reportado por Rosas (2015) con las variedades Salcedo INIA (14.10%) y menor valor con la variedad Altiplano (15.10%). Apaza, V. *et al* (2013), reportó valores superiores con la variedad INIA 431 – Altiplano (16.19%), Salcedo INIA (16.23%), INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO (12.81%) y valores menores con la variedad Quillahuaman INIA (13.58%).

5.3.2 Contenido de saponina

De los resultados obtenidos de contenido de saponina, se clasificó como quinua dulce la variedad Salcedo INIA (0.08%), y como quinua semi dulce las variedades INIA 431 – Altiplano (0.25%), INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO (0.36%) y Quillahuaman INIA (0.33%).

VI. CONCLUSIONES

1. La variedad comercial INIA 431 – Altiplano presentó mayor rendimiento con 4.27 t/ha en condiciones agroecológicas de La Molina, y tiene características deseables para el agricultor (altura de planta, diámetro de panoja, rendimiento de semilla/ planta, peso de 1 000 granos).
2. La variedad comercial INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO mostró resistencia al ataque de Mildiú y se clasificó como Moderadamente resistente. La variedad comercial Salcedo INIA mostró mayor ataque del mildiú a comparación de Quillahuaman INIA e INIA 431 – Altiplano se clasificó como Moderadamente susceptible.
3. La variedad comercial Quillahuaman INIA presentó alto contenido de proteína con 15.22%, y se consideró como quinua semi-dulce por contener 0.33% de saponina. La variedad comercial Salcedo INIA presentó 15.08% de proteína y 0.08% de saponina, considerándose como quinua dulce.

VII. RECOMENDACIONES

1. Utilizar la variedad INIA 431 – Altiplano, como una variedad mejor adaptada para la costa del Perú por su alto rendimiento.
2. Realizar estudios de mejoramiento genéticos con la variedad INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO para obtener el gen resistente al mildiú por ser la variedad que tuvo menos ataques de esta enfermedad.
3. Realizar esta misma investigación en época diferente (verano) para tener más información sobre el grado de severidad del ataque de mildiú y el comportamiento de las variedades.
4. Consumir el grano de quinua, en especial la variedad Quillahuaman INIA por contener buen porcentaje de proteínas.
5. Usar de modo moderado los productos químicos, respetando las buenas prácticas agrícolas (BPA).
6. Realizar estudios de valor nutricional y compuestos bioactivos de las variedades comerciales estudiadas en este ensayo.
7. Repetir este ensayo o realizar estudios similares en condiciones agroecológicas diferentes a La Molina – Lima.

VIII. LITERATURA CITADA

- Aguirre, P. 2010. Adaptabilidad de 9 Variedades de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), con tres densidades poblacionales en condiciones de la Irrigación Majes. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Arequipa, PE. UNSA.
- Alandia, S *et al.* 1979. Enfermedades en quinua y kañiwa, Editorial IICA. Bogotá-Colombia. 137 p.
- Álvarez, C. 1993. Utilización de diferentes niveles de maca en la fertilidad de cobayo. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Pasco, PE, UNDAC.
- Andina (2013). Agencia peruana de noticias. Quinoa podría cultivarse en la costa central y valles de Arequipa.
- Apaza, V. *et al.* 2013. Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. Lima, PE. 79 p.
- Artica, A., *et al.* 1999. Adaptabilidad de doce cultivares de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) en Oxapampa .Perú. 82 p.
- Bálsamo M. 2002. Desarrollo y evaluación de un método para la determinación de saponinas. Tesis - Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Bonifacio A. Y Saravi R. 1999. Evaluación de la resistencia al mildiu en quinua. Tercer Taller de Preduza en Resistencia Duradera en Cultivos Altos en la Zona Andina, 27–29 de Septiembre de 1999. Cochabamba, BO. Pag. 49-59.

- Calixto M. 2017. Respuesta de 100 accesiones de quinua a la infección natural de Mildiú (*Peronospora variabilis Gaum*) en el Valle del Mantaro. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Lima, PE. UNALM. 74 p.
- Calla, J., 2012. Manejo agronómico del Cultivo de la Quinua. Agrobanco, Oficina Académica de Extensión y Proyección Social, UNALM. Ayacucho, PE. 98p.
- Cárdenas, M. 1944. Descripción Preliminar de las variedades de *Chenopodium Quinoa Wild* de Bolivia. Revista de Agricultura. Puno, PE. Universidad Mayor San Simón de Cochabamba. pag. 13-26.
- Chacchi T. 2009. Demanda de la quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*) a nivel industrial. Título para optar el grado de Magister Scientiae en Agronegocios. Lima, PE. UNALM. 151 p.
- Danielsen, S. y Ames, T. 2000. El mildiú (*Peronospora farinosa*) de la Quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) en la Zona Andina. Manual práctico para el estudio de la enfermedad y del patógeno. Lima, Perú. 32 p.
- Danielsen, S. *et al.* 2000. Impact of Downy Mildew on the Yield of Quinoa. Andean Roots and Tubers and others Crops. CIP Program Report 1999 - 2000. Lima, Perú. Páginas: 397 - 401.
- Diario El Correo. 2017. Perú cierra 2017 como primer productor de quinua en el mundo. Puno, PE. Consultado el 26 de diciembre 2017. Disponible en: <https://diariocorreo.pe/edicion/puno/peru-cierra-2017-como-primer-productor-de-quinua-en-el-mundo-793839/>
- Estrada R (2010). Cultivo de quinua en la región cusco. Boletín informativo del Programa Nacional de Innovación Agrarias en Cultivos – INIA. 25 p.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2013. Caracterización del Mercado de la Quinoa en el Ecuador.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2012. Plan Maestro para la Celebración del Año Internacional de la Quinoa. Un futuro sembrado hace Miles de Años.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2011. La quinoa, cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Oficina Regional para América Latina y el Caribe; elaborado por PROINPA. 66 p.
- Flores, R. 2016. Comportamiento agronómico de nueve variedades de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) bajo condiciones de zona áridas en la Irrigación Majes. Tesis para optar el grado de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. 104 p.
- Gallardo, M., y Gonzales, A. y. 1997. Morfología del fruto y semilla de *Chenopodium Quinoa Willd.*
- Gandarillas, H. 1979. Mejoramiento genético en quinoa y cañihua. Cultivos andinos. Serie de libros y materiales educativos No. 49. CIID-IICA. Bogotá, Colombia. 97p.
- Garate S. 2011, Efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) var. Salcedo INIA bajo riego por goteo, en condiciones de la Irrigación Majes. Tesis de Agronomía. Universidad Nacional de San Agustín. 102p.
- Gómez L. y Aguilar E. 2016. Guía de cultivo de la quinoa. 2da. ed. FAO y UNALM. PE. 130 p.

- INIA (2014). Manejo integrado del cultivo de quinua en la costa. Dirección de Investigación Agraria –Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA La Molina. Hoja divulgativa N°3 – 2014.
- Kozioł, M.1991. Afrosimetric estimation of threshold saponin concentration for bitterness in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd).
- Kozioł, M.J.1992. Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa. *Journal of Food and computational Analysis*, pp. 35–68
- Lescano, L. 1994. Genética y mejoramiento de cultivos altoandinos: quinua, kañihua, tarwi, kiwicha, papa amarga, olluco, mashua y oca. Programa Interinstitucional de Waru Waru, Convenio INADE/PELT - COTESU. 459p.
- Mendoza, E., *et al.* 2016. Fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos variedades de quinua. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Artículo científico. Lima. PE. 5 p.
- MINAGRI (Ministerio de agricultura y riego), 2017. Análisis económico de la producción nacional de la quinua. Boletín informativo. Lima, PE. 11 p. Consultado el 26 de diciembre 2017. Disponible en: www.minagri.gob.pe/portal/analisis-economico/analisis2017?download=ad.quinoa
- Mujica, A *et al.* 2002. Quinoa, Ancestral Cultivo de los Andes. Perú.
- Mujica A. y Jacobsen S. 2006. La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 9 p.
- Mujica, A *et al.* 2010. CAPITULO II. Agronomía del cultivo de la quinua. Consultada el 30 de febrero. 2016. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro03/cap2.htm>

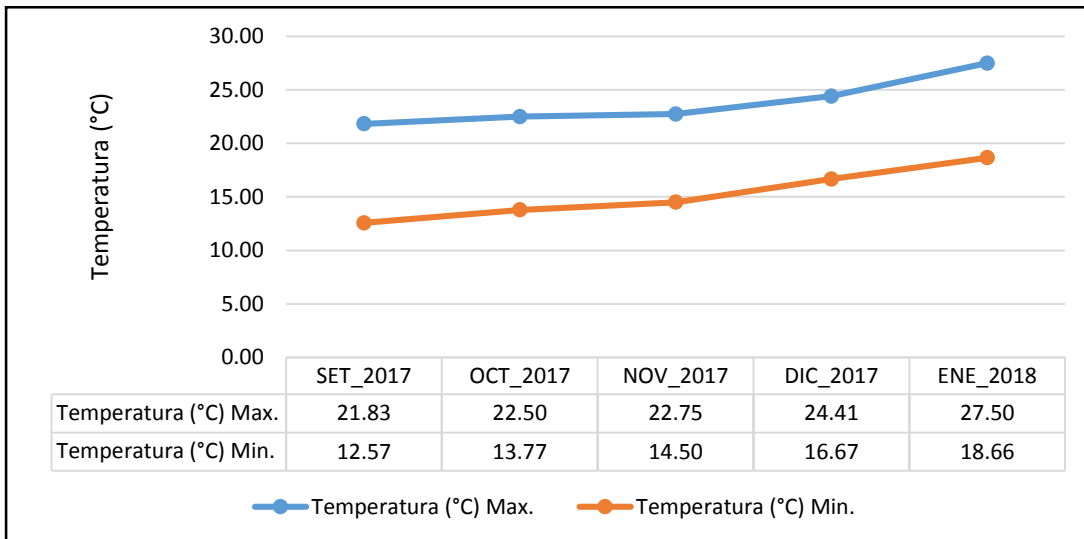
- Mujica, A. *et al.* 2013. Producción orgánica de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). UNA. Puno, PE. 118 p.
- Mujica, A. 1992. Granos y leguminosas andinas. In: J. Hernandez, J. Bermejo y J. Leon (eds). Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO, Roma. pp 129-146.
- Mujica A. 1988. Parámetros genéticos e índices de selección en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), Tesis de Doctor en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Centro de Genética, Montecillos, México, 122 p.
- Muñoz, R. *et al.* 2002. Evaluación del rendimiento potencial y bajo estrés hídrico de 11 genotipos de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Laboratorio de Relación Suelo-Agua- Planta. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile.
- Repo-Carrasco, R. 1992. Andean Crops and Infant Nourishment. University of Helsinki. Institute of Development Studies. Report B 25. Finland
- Risco A. 2014. Severidad de *Perenospora variabilis* Gaum en *Chenopodium quinoa* Willd. "Pasankalla" como respuesta a aplicaciones de fungicidas sintéticos y bioestimulante". Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Fitopatología. Lima, PE. UNALM. 107 p.
- Robles J. *et al.* 2003. Plagas de aves en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y medidas de control en el Perú central. Artículo científico. 6 p.
- Rosas, G. 2015. Evaluación agronómica de diez variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo dos sistemas de cultivo en la Unión – Leticia, Tarma. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Lima, PE. UNALM. 128 p.

Shaner, G., Finney, R. E. 1977. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. *Phytopathology* 67: 1051-1056.

Vanderplank, C. 1963. Plant diseases: epidemics and control. Academic Press, New York. 349 p.

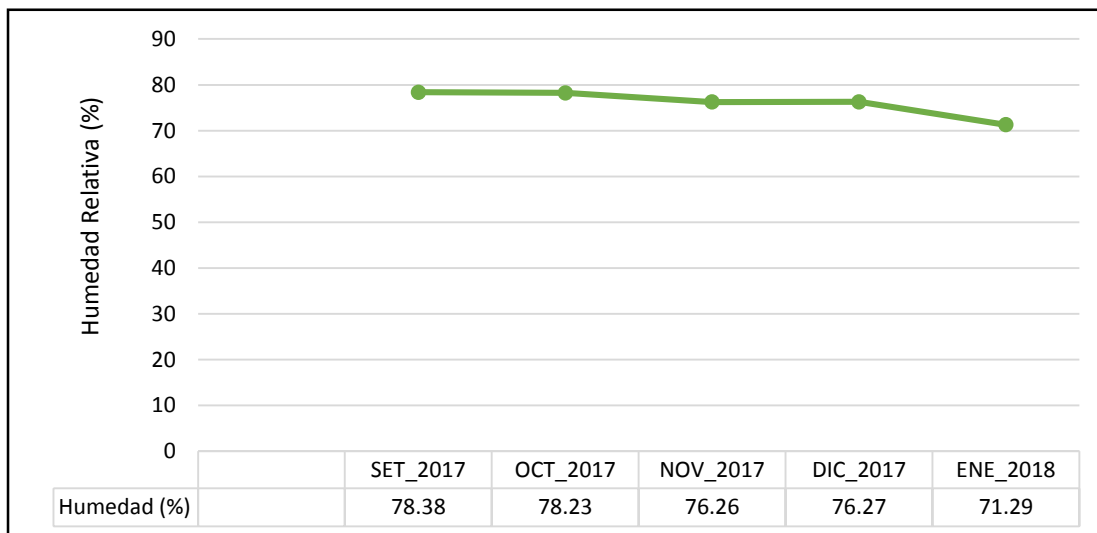
ANEXO

ANEXO 01: Rango de temperaturas máximas y mínimas (°C) en el Distrito de La Molina, Lima. Campaña 2017 – 2018.



FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 02: Curva de variación de humedad relativa media mensual (%) en el distrito de La Mollina, Lima. Campaña 2017 – 2018.



FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 03: Análisis de caracterización de suelo del campo experimental del INIA – La Molina. Campaña 2017 – 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : PROGRAMA NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA

Departamento : LIMA
 Distrito : LA MOLINA
 Referencia : H.R. 60819-133C-17


Provincia : LIMA
 Predio :
 Fecha : 09/10/17

Fact : 1531

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
11268		7.69	1.45	0.00	0.94	27.7	264	49	30	21	Fr.	14.08	8.99	2.55	1.47	1.08	0.00	14.08	14.08	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Número de Muestra		C.C.	P.M.	D.A.
Lab	Claves	%	%	g/cc
11268		19.80	10.86	1.65



Sady García Bendejé
 Jefe del Laboratorio

ANEXO 04: Análisis de varianza de altura de planta (cm)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F Tabulado	
					5%	1%
Bloque (r - 1)	3	3178.17	1059.39	5.04 *	3.86	6.99
Variedad (v - 1)	3	130417.02	43472.34	207.02 **	3.86	6.99
Error (r - 1) (t - 1)	9	32128.26	209.99			
Total (rt - 1)	15	165723.44				

¹(*) significativo

²(**) altamente significativo

ANEXO 05: Análisis de varianza de longitud de panoja (cm)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F Tabulado	
					5%	1%
Bloque (r - 1)	3	1529.75	509.92	3.05 ns	3.86	6.99
Variedad (v - 1)	3	33380.10	11126.70	66.66 **	3.86	6.99
Error (r - 1) (t - 1)	9	25540.15	166.93			
Total (rt - 1)	15	60450.00				

¹(ns) no significativo

²(**) altamente significativo

ANEXO 06: Análisis de varianza de diámetro de panoja (mm)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F Tabulado	
					5%	1%
Bloque (r - 1)	3	1469.89	489.96	2.45 *	3.86	6.99
Variedad (v - 1)	3	4069.49	1356.50	6.77 ns	3.86	6.99
Error (r - 1) (t - 1)	9	30659.55	200.39			
Total (rt - 1)	15	36198.93				

¹(ns) no significativo

²(*) significativo

ANEXO 07: Análisis de varianza de peso de panoja

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F Tabulado	
					5%	1%
Bloque (r - 1)	3	4056.98	1352.33	1.03 ns	3.86	6.99
Variedad (v - 1)	3	79259.60	26419.87	20.09 **	3.86	6.99
Error (r - 1) (t - 1)	9	201242.36	1315.31			
Total (rt - 1)	15	284558.93				

¹(ns) no significativo

² (**) altamente significativo

ANEXO 08: Análisis de varianza de rendimiento de semillas por planta

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F Tabulado	
					5%	1%
Bloque (r - 1)	3	1539.76	513.25	2.18 ns	3.86	6.99
Variedad (v - 1)	3	3941.24	1313.75	5.57 *	3.86	6.99
Error (r - 1) (t - 1)	9	36056.87	235.67			
Total (rt - 1)	15	41537.87				

¹(ns) no significativo

²(*) significativo

ANEXO 09: Análisis de varianza de peso de 1 000 granos

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F Tabulado	
					5%	1%
Bloque (r - 1)	3	0.56	0.19	1.18 ns	3.86	6.99
Variedad (v - 1)	3	26.92	8.97	56.53 **	3.86	6.99
Error (r - 1) (t - 1)	9	24.29	0.16			
Total (rt - 1)	15	51.76				

¹(ns) no significativo

² (**) altamente significativo

ANEXO 10: Análisis de varianza de rendimiento por hectárea

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F Tabulado	
					5%	1%
Bloque (r - 1)	3	0.65	0.22	1.40 ns	3.86	6.99
Variedades (v - 1)	3	25.10	8.37	54.18**	3.86	6.99
Error (r - 1) (t - 1)	9	1.39	0.15			
Total (rt - 1)	15	27.14				

¹(ns) no significativo

² (**) altamente significativo

ANEXO 11: Análisis de varianza de grado de severidad a los 25 días después de siembra

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F Tabulado	
					5%	1%
Bloque (r - 1)	3	359.79	119.93	2.03 ns	3.86	6.99
Variedad (v - 1)	3	7339.31	2446.44	41.46 **	3.86	6.99
Error (r - 1)(t - 1)	9	9027.44	59.00			
Total (rt - 1)	15	16726.54				

¹(ns) no significativo

² (**) altamente significativo

ANEXO 12: Análisis de varianza de grado de severidad a los 50 días después de siembra

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F Tabulado	
					5%	1%
Bloque (r - 1)	3	1917.95	639.32	6.09 *	3.86	6.99
Variedad (v - 1)	3	7222.56	2407.52	22.94 **	3.86	6.99
Error (r - 1)(t - 1)	9	16058.33	104.96			
Total (rt - 1)	15	25198.84				

¹(*) significativo

² (**) altamente significativo

ANEXO 13: Análisis de varianza de grado de severidad a los 75 días después de siembra

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F Tabulado	
					5%	1%
Bloque (r - 1)	3	390.30	130.10	1.23 ns	3.86	6.99
Variedad (v - 1)	3	27756.72	9252.24	87.76 **	3.86	6.99
Error (r - 1)(t - 1)	9	16130.59	105.43			
Total (rt - 1)	15	44277.61				

¹(ns) no significativo

² (**) altamente significativo

ANEXO 14: Análisis de varianza de incidencia del mildiú a los 25 días después de siembra

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F Tabulado	
					5%	1%
Bloque (r - 1)	3	319.80	106.60	0.60 ns	3.86	6.99
Variedad (v - 1)	3	11731.30	3910.43	21.99 *	3.86	6.99
Error (r - 1) (t - 1)	9	10135.89	177.82			
Total (rt - 1)	15	22186.98				

¹(ns) no significativo

² (*) significativo

ANEXO 15: Análisis de varianza de incidencia del mildiú a los 50 días después de siembra

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F Tabulado	
					5%	1%
Bloque (r - 1)	3	256.92	85.64	1.51 ns	3.86	6.99
Variedad (v - 1)	3	1794.05	598.02	10.57 *	3.86	6.99
Error (r - 1) (t - 1)	9	3223.77	56.56			
Total (rt - 1)	15	5274.73				

¹(ns) no significativo

² (*) significativo

ANEXO 16: Análisis de varianza de incidencia del mildiú a los 75 días después de siembra

Fuente de variación	GL	SC	CM	F _c	F Tabulado	
					5%	1%
Bloque (r - 1)	3	195.56	65.19	2.21 ns	3.86	6.99
Variedad (v - 1)	3	11129.06	3709.69	125.65 **	3.86	6.99
Error (r - 1)(t - 1)	9	1682.81	29.52			
Total (rt - 1)	15	13007.44				

¹(ns) no significativo

² (**) altamente significativo

ANEXO 17: Análisis de varianza de contenido de proteína

Fuente de variación	GL	SC	CM	F _c	F Tabulado	
					5%	1%
Bloque (r - 1)	3	0.08	0.03	0.12 ns	3.86	6.99
Variedad (v - 1)	3	251.27	83.76	410.93 **	3.86	6.99
Error (r - 1) (t - 1)	9	31.19	0.20			
Total (rt - 1)	15	282.53				

¹(ns) no significativo

² (**) altamente significativo

ANEXO 18: Análisis de varianza de contenido de saponina

Fuente de variación	GL	SC	CM	F _c	F Tabulado	
					5%	1%
Bloque (r - 1)	3	0.00081	0.00027	0.28 ns	3.86	6.99
Variedad (v - 1)	3	1.80	0.60	618.36 **	3.86	6.99
Error (r - 1) (t - 1)	9	0.15	0.00097			
Total (rt - 1)	15	1.95				

¹(ns) no significativo

² (*) significativo

ANEXO 19: Altura de planta (cm)

Tratamientos	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
Quillahuaman INIA	248.30	247.20	236.70	227.60	959.80	239.95
INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	213.30	210.70	211.20	204.70	839.90	209.98
INIA 431 – Altiplano	183.10	176.00	179.80	172.80	711.70	177.93
Salcedo INIA	169.30	172.10	165.00	161.90	668.30	167.08
PROMEDIO	203.50	201.50	198.18	191.75		198.73
TOTAL	814.00	806.00	792.70	767.00	3179.70	

ANEXO 20: Longitud de panoja (cm)

Tratamientos	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
Quillahuaman INIA	75.90	82.30	69.90	68.20	296.30	74.08
INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	79.10	93.00	87.90	82.50	342.50	85.63
INIA 431 – Altiplano	48.60	44.70	56.80	45.20	195.30	48.83
Salcedo INIA	91.00	80.30	84.60	74.00	329.90	82.48
PROMEDIO	73.65	75.08	74.80	67.48		72.75
TOTAL	294.60	300.30	299.20	269.90	1164.00	

ANEXO 21: Diámetro de panoja (mm)

Tratamientos	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
Quillahuaman INIA	60.18	65.29	51.37	48.62	225.46	56.37
INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	68.46	61.30	77.11	62.63	269.50	67.37
INIA 431 – Altiplano	69.69	65.99	72.66	70.08	278.42	69.60
Salcedo INIA	71.39	63.45	61.86	55.90	252.59	63.15
PROMEDIO	67.43	64.01	65.75	59.31		64.12
TOTAL	269.71	256.02	263.00	237.24	1025.97	

ANEXO 22: Peso de panoja (g)

Tratamientos	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
Quillahuaman INIA	104.31	100.93	82.69	79.55	367.48	91.87
INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	127.36	145.75	113.90	114.67	501.68	125.42
INIA 431 – Altiplano	67.70	59.10	81.50	68.60	276.90	69.23
Salcedo INIA	86.02	64.36	72.00	69.28	291.66	72.92
PROMEDIO	96.35	92.54	87.52	83.03		89.86
TOTAL	385.39	370.14	350.09	332.10	1437.72	

ANEXO 23: Rendimiento de semillas por planta (g)

Tratamientos	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
Quillahuaman INIA	29.76	30.62	23.42	24.53	108.33	27.08
INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	7.57	10.44	5.37	4.50	27.88	6.97
INIA 431 – Altiplano	30.83	32.94	30.92	33.50	128.19	32.05
Salcedo INIA	17.68	24.35	22.38	27.19	91.60	22.90
PROMEDIO	21.46	24.59	20.52	22.43		22.25
TOTAL	85.83	98.36	82.08	89.72	355.99	

ANEXO 24: Peso de 1 000 granos (g)

Tratamientos	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
Quillahuaman INIA	3.88	3.90	3.91	3.84	15.53	3.88
INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	3.04	3.09	2.92	2.91	11.95	2.99
INIA 431 – Altiplano	3.89	4.08	4.03	4.09	16.08	4.02
Salcedo INIA	3.41	3.45	3.62	3.09	13.57	3.39
PROMEDIO	3.55	3.63	3.62	3.48		3.57
TOTAL	14.21	14.51	14.48	13.93	57.13	

ANEXO 25: Rendimiento de grano por hectárea (t/ha)

Tratamientos	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T1 - Quillahuaman INIA	3.97	4.08	3.12	3.27	14.44	3.61
T2 - INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	1.01	1.39	0.72	0.60	3.72	0.93
T3 - INIA 431 – Altiplano	4.11	4.39	4.12	4.47	17.09	4.27
T4 - Salcedo INIA	2.36	3.25	2.98	3.63	12.22	3.06
PROMEDIO	2.86	3.28	2.74	2.99		2.97
TOTAL	11.45	13.11	10.94	11.97	47.47	

ANEXO 26: Grado de severidad a los 25 días después de siembra

Tratamientos	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
Quillahuaman INIA	25.83	21.5	30.3	17.2	94.83	23.71
INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	5.17	5.33	5.63	5.00	21.13	5.28
INIA 431 – Altiplano	18.33	22.5	17.33	16.00	74.16	18.54
Salcedo INIA	9.50	18.17	13.30	14.63	55.60	13.90
PROMEDIO	14.71	16.88	16.64	13.21		15.36
TOTAL	58.83	67.50	66.56	52.83	245.72	

ANEXO 27: Grado de severidad a los 50 días después de siembra

Tratamientos	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
Quillahuaman INIA	25.00	28.17	21.67	28.67	103.51	25.87
INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	19.50	21.50	16.00	17.17	74.17	18.54
INIA 431 – Altiplano	23.17	36.17	23.83	33.50	116.67	29.17
Salcedo INIA	38.33	38.83	28.83	43.00	148.99	37.25
PROMEDIO	26.50	31.17	22.58	30.59		27.71
TOTAL	106.00	124.67	90.33	122.34	443.34	

ANEXO 28: Grado de severidad a los 75 días después de siembra

Tratamientos	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
Quillahuaman INIA	30.33	30.00	37.33	41.33	138.99	34.75
INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	6.00	6.17	5.50	6.50	24.17	6.04
INIA 431 – Altiplano	38.5	31.67	40.5	31.33	142.00	35.50
Salcedo INIA	43.33	36.33	34.00	40.67	154.33	38.58
PROMEDIO	29.54	26.04	29.33	29.96		28.72
TOTAL	118.16	104.17	117.33	119.83	459.49	

ANEXO 29: Grado de incidencia a los 25 días después de siembra

Tratamientos	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
Quillahuaman INIA	59.25	49.00	69.50	34.75	212.50	53.13
INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	11.25	20.00	21.75	8.50	61.50	15.38
INIA 431 – Altiplano	48.75	30.00	23.25	19.50	121.50	30.38
Salcedo INIA	13.25	51.50	24.00	28.00	116.75	29.19
PROMEDIO	33.13	37.63	34.63	22.69		32.02
TOTAL	132.50	150.50	138.50	90.75	512.25	

ANEXO 30: Grado de incidencia a los 50 días después de siembra

Tratamientos	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
Quillahuaman INIA	23.00	26.00	18.25	26.25	93.50	23.38
INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	17.75	20.50	16.00	17.25	71.50	17.88
INIA 431 – Altiplano	18.50	30.25	23.00	26.75	98.50	24.63
Salcedo INIA	35.75	32.25	23.00	39.75	130.75	32.69
PROMEDIO	23.75	27.25	20.06	27.50		24.64
TOTAL	95.00	109.00	80.25	110.00	394.25	

ANEXO 31: Grado de incidencia a los 75 días después de siembra

Tratamientos	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
Quillahuaman INIA	27.75	26.50	34.00	38.50	126.75	31.69
INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	3.25	4.50	4.00	2.25	14.00	3.50
INIA 431 – Altiplano	32.50	29.00	37.75	30.50	129.75	32.44
Salcedo INIA	37.25	37.75	32.75	39.25	147.00	36.75
PROMEDIO	25.19	24.44	27.13	27.63		26.09
TOTAL	100.75	97.75	108.50	110.50	417.50	

ANEXO 32: Contenido de saponina (%)

Tratamientos	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
Quillahuaman INIA	0.352	0.368	0.352	0.368	1.44	0.36
INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	0.329	0.321	0.329	0.321	1.30	0.33
INIA 431 – Altiplano	0.241	0.249	0.241	0.249	0.98	0.25
Salcedo INIA	0.084	0.086	0.084	0.086	0.34	0.08
PROMEDIO	0.25	0.26	0.25	0.26		0.25
TOTAL	1.01	1.02	1.01	1.02	4.06	

ANEXO 33: Contenido de proteína (%)

Tratamientos	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
Quillahuaman INIA	15.33	15.17	15.25	15.13	60.88	15.22
INIA 433 - Santa Ana /AIQ FAO	12.11	12.15	12.16	12.16	48.58	12.15
INIA 431 – Altiplano	14.75	14.69	14.73	14.76	58.93	14.73
Salcedo INIA	15.13	15.08	15.01	15.09	60.31	15.08
PROMEDIO	14.33	14.27	14.29	14.29		14.29
TOTAL	57.32	57.09	57.15	57.14	228.70	

PANEL FOTOGRÁFICO

ANEXO 34: Labores agronómicas

1. Prueba de germinación de las variedades en estudio.



Superior izquierda: Var. Quillahuaman INIA. Superior derecho: Var. Salcedo INIA. Inferior derecho: Var. INIA 433 - Santa Ana/AIQ FAO. Inferior izquierdo: Var. INIA 431 – Altiplano.

2. Preparación del terreno experimental – Estación experimental INIA- La Molina, Lima.



Cultivo anterior: Maíz amarillo duro en el campo.

3. Siembra y fertilización de las variedades en estudio.



4. Riego tecnificado – por goteo.



5. Labores de desahije y deshierbo



Imagen izquierda: aporque con tractor agrícola. Imagen derecho: desahije.

6. Enmallado del campo experimental contra el ataque de aves.



7. Labores de control fitosanitarios



8. Cosecha y emparve y de las variedades en estudio. Campaña 2017 – 2018, La Molina – Lima.



9. Trillado y venteo de las variedades en estudio.



ANEXO 35: Incidencia y severidad del mildiú

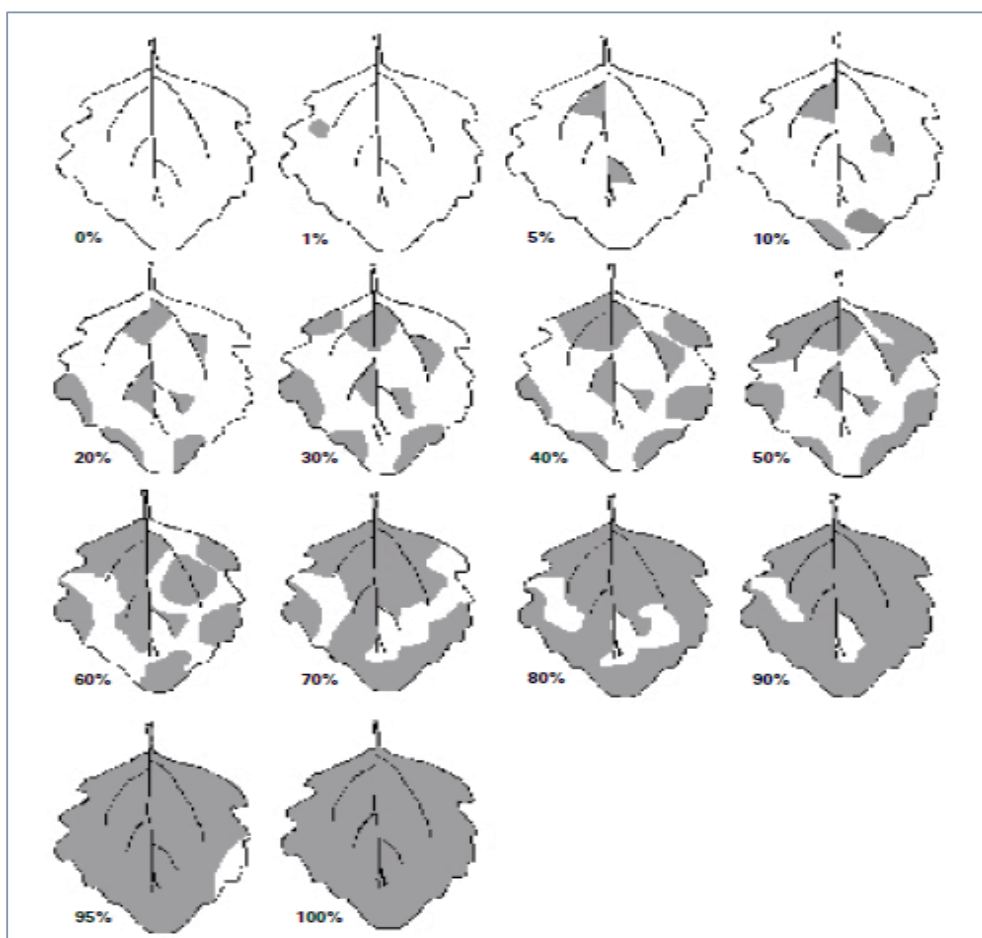
1. Campo del cultivo de quinua infestado del mildiú.



2. Síntomas de la enfermedad del mildiu en la hoja de quinua.



3. Porcentaje de área afectada por mildiu en quinua según el Protocolo 10 de Danielsen y Ames (2000)



ANEXO 36: Calidad de grano

1. Nivel de espuma para el contenido de saponina



2. Analizador de Alimentos Infratec 1255, para el contenido de proteínas.

